Министерство транспортного строительства СССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

(СОЮЗДОРНИИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ВЫБОРУ РЕШЕТЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ КОНУСОВ И ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Одобрены Техническим управлением
Минтрансстроя

Москва 1973

gost.e-ecolog.ru

УДК 625.736:624.137.2

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ РЕШЕТЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ КОНУСОВ И ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ. Союздорнии, М., 1972.

Даны варианты решетчатых конструкций из сборных элементов с различным заполнением ячеек и рассмотрены основные конструктивные особенности предлагаемого нового способа укрепления конусов и откосов. Приведены основные формы нарушения местной устойчивости подтапливаемых и неподтапливаемых ("сухих") откосов, когда целесообразно применять решетчатые конструкции для предотвращения развития возможных деформаций. Обоснована область применения различных вариантов решетчатых конструкций взамен традиционно применяемых и малоэффективных способов укрепления откосов в практике транспортного строительства.

Приведены требования к изготовлению сборных элементов, технологии их монтажа на откосах, а также по технике безопасности. Даны примеры конструирования, изготовления и монтажа решетчатых конструкций.

Рис-20, табл.-7.

УДК 625.736:624.137.2

Предисловие

Проектирование и сооружение устойчивого и долговечного земляного полотна автомобильных дорог связано с защитой откосов от деформаций в поверхностных слоях. Эти деформации возникают в результате воздействия погодно-климатических факторов, а также поверхностных и грунтовых вод.

Существующие способы укрепления откосов путем создания травяного покрова в определенных условиях неэффективны. В ряде районов травосеяние затруднено или невозможно из-за неблагоприятных климатических условий и отсутствия растительного грунта.

Применение сборных бетонных, железобетонных и асфальтобетонных плит для укрепления неподтапливаемых откосов, а также в случае временного или постоянного подтопления нецелесообразно и неэффективно из-за их высокой стоимости и значительной трудоемкости работ по их изготовлению и монтажу.

В связи с этим в Союздорнии были исследованы возможности использования сборных решетчатых конструкций для укрепления откосов. Такой метод широко применяют в Японии, а также в Болгарии при укреплении откосов высоких насыпей и глубоких выемок.

"Методические рекомендации по выбору решетчатых конструкций для укрепления конусов и откосов земляного полотна автомобильных дорог" разработаны Союздорнии совместно с ГПИ "Союздорпроект" и кафедрой "Автомобильные дороги" Тюменского инженерно-строительного института (ТюмИСИ) на основе анализа опытных работ, проведенных трестами Главдорстроя в 1969-1971гг. в соответствии с мероприятиями Минтрансстроя.

В "Методических рекомендациях" приведены варианты и область рационального применения решетчатых кон-

струкций, дана технология изготовления железобетонных и армированных цементогрунтовых элементов и их монтажа на поверхности конусов и откосов.

"Методические рекомендации" составили кандидаты технических наук Ю.Л.Мотылев, В.Д.Казарновский, инж. Ю.М.Львович (Союздорнии), канд.техн.наук Б.Ф.Перевозников, инж. И.Ф. Бушинская (Союздорпроект), кандидаты технических наук А.В.Линдер, В.А.Юрченко и инж. С.И.Матейкович (ТюмИСИ).

Все замечания и пожелания по работе просим направлять по адресу: 143900 Московская область, Балашиха-6, Союздорнии.

ЗАМ.ДИРЕКТОРА СОЮЗДОРНИИ
кандидат технических наук

Н.В.Горелышев

Общие положения

1. Настоящие "Методические рекомендации" предназначены для выбора решетчатых конструкций при укреплении конусов и откосов земляного полотна с целью предотвратить деформации, связанные с нарушением местной устойчивости (табл.1,2). "Методические рекомендации" можно использовать в качестве руководства при проектировании и строительстве автомобильных дорог в соответствии с проектом укрепления откосов земляного полотна сборными решетчатыми конструкциями (Министерство транспортного строительства, Главтранспроект, Союздорпроект, М.,1971, инв. № 19700-М).

2. Выбирать и назначать решетчатые конструкции для укрепления конусов и откосов следует на основе конкретных данных о конструкции земляного полотна (высоте и крутизне откосов, наличии полок, дренажей и т.п.), погодно-климатических и гидрогеологических условиях, свойствах грунтов и характере изменения их прочности под воздействием попеременного набухания - высушивания и промерзания-оттаивания. Кроме того, необходимы данные о сроках строительства участка дороги и особенностях проекта его организации.

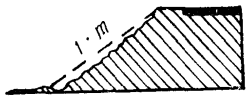
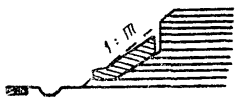
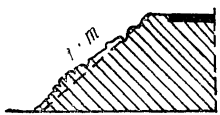
3. В каждом конкретном случае указанные конструкции укрепления следует назначать с учетом области их рационального применения на основе технико-экономического обоснования.

Решетчатые конструкции из сборных элементов

4. Конструкции укрепления состоят из сборных железобетонных или армированных цементогрунтовых элементов, которые после объединения в стыках образуют на поверхности конуса или откоса решетку с ячейками заданного размера. Конструкция присоединяется к по-

Таблица 1

Формы нарушения местной устойчивости (для неподтапливаемых откосов)

Формы нарушения местной устойчивости	Основные факторы, вызывающие деформацию
а) Эрозионные деформации 	Движение воды по поверхности откосов
б) Локальные деформации скольжения 	Промерзание-оттаивание, набухание-высушивание
в) Деформации пластического течения 	Промерзание-оттаивание, набухание-высушивание

Продолжение табл. 1

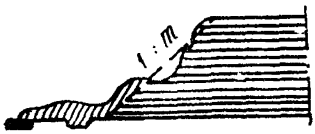
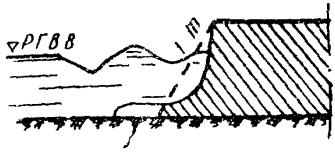
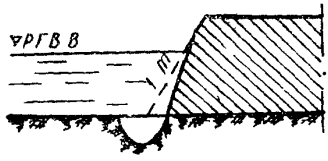
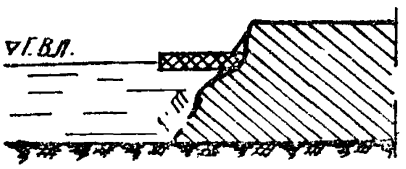
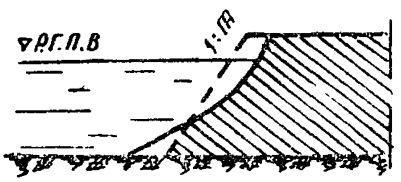
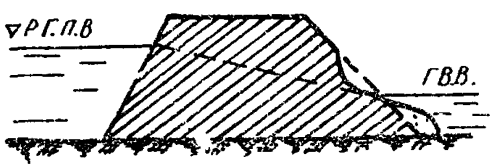
Формы нарушения местной устойчивости	Основные факторы, вызывающие деформацию
г) Оплывины и сплывы	
	Промерзание–оттаивание, набухание–высушивание, влажность
д) Выносы	
	Силовое воздействие грунтовых вод

Таблица 2

Формы нарушения местной устойчивости (для подтапливаемых откосов)

Форма нарушения местной устойчивости	Основные факторы, вызывающие деформацию
а) Потеря устойчивости откосов, сплывы 	Силовое воздействие ветровых и судовых волч
б) Размывы подошвы откосов насыпей 	Движение речных вод вдоль насыпи

Продолжение табл. 2

Форма нарушения местной устойчивости	Основные факторы, вызывающие деформацию
в) Деформация откосов (частичная или сплошная) 	Ледоход и корчеход и вызванное ими силовое воздействие
г) Потери устойчивости откосов, сплывы и оплывины 	Длительное подтопление с периодическими колебаниями уровней
д) Выносы и сплывы в нижней части насыпи 	Силовое воздействие фильтрационных вод от посточнного подтопления с одной из сторон насыпи

верхностным слоям грунта конуса или откоса металлическими штырями или железобетонными свайками, забиваемыми в узлах стыков.

5. Сборные элементы могут иметь диагональное или прямоугольное расположение в конструкции укрепления. В нижней части, возле подошвы земляного полотна, расположен бетонный или железобетонный упор, который воспринимает сдвигающее усилие от собственного веса решетчатой конструкции.

6. Упор может быть монолитным, сечением 30х40 см или из сборных блоков размером 30х40х250 см. В качестве такого упора в определенных случаях могут служить сами сборные элементы, образующие нижний пояс. Упор может быть в виде сплошного ленточного нижнего пояса или прерывистый, устанавливаемый только перед стыками объединения первых (нижних) элементов по типу отдельных упорных зубьев.

7. Минимальная длина сборных элементов 1м, максимальная 2м. При необходимости увеличения длины элементов их объединяют в сборные рамы (табл.3, вариант №8). Сечение элементов имеет размеры от 5х10 до 10х20см.

8. Металлические штыри выполняют из арматуры периодического профиля диаметром 20÷30мм, железобетонные сваики диаметром 30–80 мм. Длину штырей и свaек назначают в зависимости от мощности зоны активного воздействия основных погодно-климатических факторов (глубины промерзания – оттаивания или увлажнения – высушивания), а также скорости течения и высоты волны с набегом паводковых вод (для подтапливаемых откосов и конусов), но не менее 0,5 и не более 1,5м.

9. Стыки объединения сборных элементов могут иметь жесткое замковое соединение (см.табл.3, варианты № 1–4) или гибкое соединение с помощью арматурных петель (см.табл.3, вариант № 5).

10. Ячейки решетчатых конструкций имеют размеры в чистоте 1,0х1,0; 1,5х1,5; 2,0х2,0м. Для заполнения ячеек следует применять:

– посев трав по растительному грунту методом гидропосева или механизированным методом;

– местный морозостойкий (непучинистый) грунт с последующим посевом трав методом гидропосева;

– песчано-гравийные смеси;

– торфо-песчаные смеси;

– щебень размером 40–70мм;

– каменную наброску с размером камня 50–100мм;

– грунты, обработанные минеральными или органическими вяжущими (в том числе и нефтью);

– песчаный асфальтобетон;

– монолитный цементобетон, в том числе тощий и песчаный.

Область применения

11. Укрепление решетчатыми конструкциями из сборных элементов следует рассматривать как новый способ, который целесообразно использовать в определенных условиях.

12. Решетчатые конструкции следует применять для защиты неподтапливаемых конусов и откосов взамен травосеяния и одерновки, а для защиты подтапливаемых откосов – взамен одерновки сплошной и в клетку, фашинных конструкций, плетневых заборов, каменной наброски, мощения камнем, сборных железобетонных и асфальтобетонных плиток размером от 0,4х0,4 до 1,0х1,0 м монолитного бетона.

Кроме того, при определенных гидрологических условиях решетчатые конструкции целесообразно использовать в сочетании с существующими способами укрепления откосов и конусов.

13. Для неподтапливаемых откосов решетчатые конструкции из сборных элементов рационально применять при укреплении:

а) конусов и откосов, сложенных легкоразмывае-

мыми песчаными и глинистыми грунтами, склонных к эрозионным деформациям (см.табл.1,а):

– когда травосеяние неэффективно в связи с опасностью развития эрозионных деформаций в период образования корневой системы трав, а одерновка нецелесообразна из-за больших трудозатрат;

– когда травосеяние невозможно или неэффективно в связи с неблагоприятными климатическими и почвенными условиями, а одерновку не применяют из-за отсутствия дерна;

б) откосов, сложенных глинистыми грунтами (преимущественно тяжелыми суглинками или жирными глинами четвертичного и более раннего периода), склонных к развитию локальных деформаций скольжения или пластического течения (см.табл.1,б,в);

в) откосов в случаях, когда имеется опасность перехода грунта поверхностных слоев (в весенний период) в текучее состояние с образованием сплывов и оплывин (см.табл.1,г), а именно:

– при сооружении насыпей из пылеватых грунтов и разработке выемок в этих грунтах;

– при разработке выемок в переувлажненных грунтах (к эффициент консистенции $B \geq 0{,}5$);

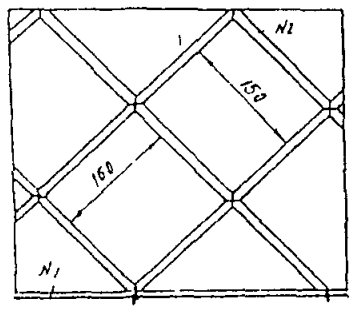
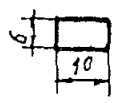
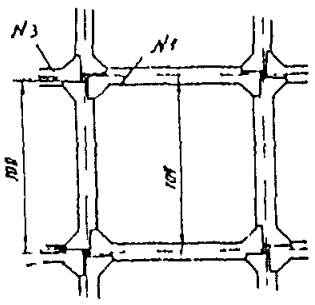
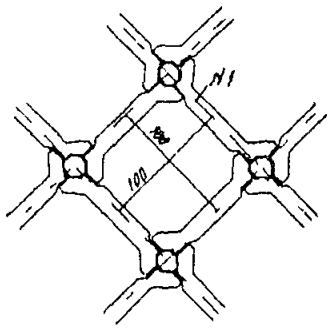
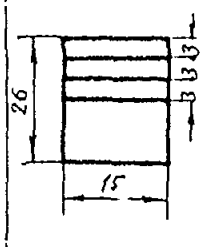
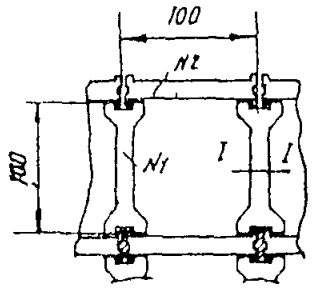
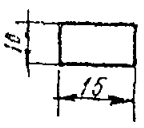
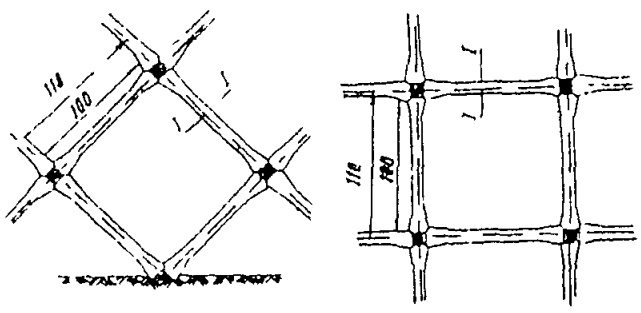
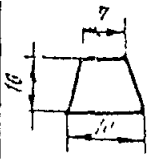
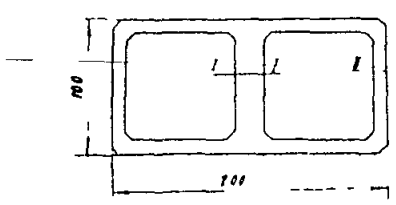
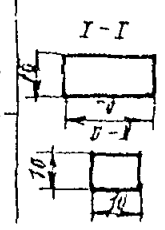
г) откосов выемок в глинистых грунтах, при наличии мест с локализованными выходами горизонтов грунтовых вод в случаях, когда имеется опасность возникновения выносов, сплывов и оплывин (см.табл.1,г,д);

д) откосов, сложенных глинистыми грунтами, в стесненных условиях, когда необходимо увеличить их крутизну до большей величины, чем это определено расчетом на местную устойчивость (приложение 1), но не более крутизны, назначаемой из условия обеспечения общей устойчивости;

е) конусов путепроводов (вместо сборных плиток и монолитных конструкций);

ж) во всех случаях, когда необходимо срочно укре-

Варианты решетчатых конструкций

Номер варианта	Тип решетчатой конструкции	Конструкция	Количество элементов, шт., на 100 м²	Длина сборных элементов, см	Сечение элементов, см	Вес, кг: одного элемента	Вес, кг: общий на 100м²	Расход бетона, м³: на один элемент	Расход бетона, м³: на 100м²	Расход металла кг/100м
I		Облегченная с диагональным расположением элементов	Элемент № I-I0 Элемент № 2-80	260 160		34 23	2180	0,0135 0,0096	0,91	Ø 4мм-8 Ø 6мм-2
2		С прямоугольным расположением элементов	Элемент № I-I57 Элемент № 2-25 Элемент № 3-25	I00		26,I 23,4 27,8	5380	0,0104 0,0093 0,0III	2,I6	I0I
3		Усиленная с диагональным расположением элементов	Элемент № I-I95	94		50	9750	0,0I99	3,87	-
4		Усиленная с прямоугольным расположением элементов	Элемент № I-88 Элемент № 2-I05	I00		48,8 39,8	8370	0,0195 0,0159	3,40	79
5		Универсальная (любое расположение элементов) "ригель-стойка"	Элемент № I - 94 (I95)	I00 (I50)		37,8 (27,0)	3560 (5210)	0,0I08	I,08 (2,08)	54 (74,3
6		Рамная	50	Длина-200, ширина-I00		I80	9000	0,072	5	35

пить откосы в связи с вероятностью внезапных ливней или таяния мощных снеговых отложений, при наличии дочетвертичных грунтов и т.д.

14. Для подтапливаемых откосов решетчатые конструкции из сборных элементов рационально применять:

а) при укреплении низовых откосов пойменных насыпей, а также внутренних откосов регуляционных сооружений в случаях, когда травосеяние невозможно в связи с неблагоприятными климатическими и грунтовыми условиями или неэффективно, одерновка неприменима из-за отсутствия дерна, а фашинные конструкции и хворостяные выстилки требуют значительных трудозатрат;

б) при укреплении верховых откосов пойменных насыпей на подходах к мостам через реки, водоемы, каналы, водохранилища, а также для защиты берегов набережных и других сооружений, когда по характеру расчетных гидрометеорологических условий применение сборных плит или монолитных конструкций экономически нецелесообразно, в случаях:

- воздействия небольших ветровых или судовых волн (см.табл.2,а);
- движения речных вод с относительно малыми скоростями течения (см.табл.2,б);
- незначительного ледохода (см.табл.2,в);

в) при укреплении откосов пойменных насыпей в случае их длительного (более 20 суток) подтопления, когда по другим гидрометеорологическим условиям применение сборных плит и монолитных конструкций экономически нецелесообразно, а использование фашинных конструкций, плетневых заборов и т.п. сопряжено с большими трудозатратами;

г) при укреплении верхней части низовых и верховых откосов, подверженных размыву только в нижней части и укрепляемых в этих местах сборными плитками или монолитными конструкциями;

д) во всех прочих случаях, когда расчетные гидрометеорологические условия позволяют применять решетчатые конструкции при наличии местных каменных и других материалов, рекомендуемых для заполнения ячеек (п.10);

е) для архитектурного оформления поверхности откосов высоких пойменных насыпей на подходах к мостам через широкие реки, каналы и водоемы, возводимых вблизи городов и населенных пунктов, когда это экономически целесообразно и эффективно при расчетных гидрометеорологических данных.

Принципы назначения решетчатых конструкций в зависимости от характера ожидаемых деформаций конусов и откосов

15. При назначении решетчатых конструкций для защиты откосов от деформаций, связанных с нарушениями местной устойчивости, необходимо учитывать в каждом конкретном случае наиболее рациональное сочетание конструктивных параметров укрепления, к которым относятся: собственный вес конструкции, размер ячеек, материал заполнения ячеек, расположение сборных элементов (прямоугольное или диагональное) на поверхности откоса, целесообразность устройства упора и т.д.

16. При укреплении конусов путепроводов, высоких откосов насыпей набережных и т.д. необходимо учитывать эстетические требования и назначать решетчатые конструкции с диагональным расположением элементов и заполнением ячеек цветными материалами (цветным щебнем, синтетическими материалами, посевом специально подобранных трав и т.д.).

Неподтапливаемые откосы

17. Для укрепления конусов путепроводов и откосов земляного полотна неподтапливаемых насыпей, а также сухих выемок, сложенных глинистыми или песчаными

грунтами, опасными с точки зрения развития эрозионных деформаций, рекомендуется назначать варианты решетчатых конструкций № 1 и 5 (см.табл.3). При этом вариант №1 предусматривает только диагональное расположение элементов, а вариант №5 как диагональное, так и прямоугольное. Ячейки решетчатых конструкций следует заполнять растительным грунтом с последующим посевом трав методом гидропосева. В наиболее неблагоприятных условиях (п.13,а) ячейки рекомендуется заполнять местными (не привозными) естественными материалами: песчано-гравийными или торфо-песчаными смесями, мелким камнем и т.п., а при их отсутствии - грунтовыми смесями на основе органических, минеральных или комбинированных вяжущих.

18. Для укрепления откосов насыпей и сухих выемок из глинистых грунтов, опасных с точки зрения развития деформаций локального скольжения или пластического течения, необходимо назначать варианты решетчатых конструкций № 2, 3, 4. Ячейки следует заполнять: во II и III дорожно-климатических зонах - местным морозостойким (непучинистым) грунтом с последующим посевом трав методом гидропосева, в IУ зоне - растительным грунтом с последующим гидропосевом.

При необходимости увеличения веса назначаемой конструкции (для обеспечения устойчивости защищаемых поверхностных слоев грунта откосов) ячейки рекомендуется заполнять местным (не привозным) камнем, а при его отсутствии - грунтами, обработанными вяжущими.

19. Для укрепления откосов, грунты которых склонны к образованию сплывов и оплывин, рекомендуется назначать варианты решетчатых конструкций № 1,2, 5. Ячейки следует заполнять:

при сооружении земляного полотна из пылеватых грунтов - морозостойким (непучинистым) местным грунтом с последующим гидропосевом;

при разработке выемок в переувлажненных грунтах

(коэффициент консистенции $B \geq 0{,}5$), а также при возведении насыпей в осенне-зимний период - каменной наброской, гравием, песчано-гравийными смесями и другими местными материалами.

20. Для укрепления откосов выемок в случае выклинивающихся горизонтов грунтовых вод периодического действия с незначительным дебитом ($< 0{,}1$ л/сек) рекомендуется назначать варианты конструкций № 2, 3, 4. Ячейки рекомендуется заполнять щебнем или гравием размером 40-70 мм. При этом такие конструкции целесообразно устраивать не на всю высоту откоса, а только от подошвы выемки до границы выхода горизонтов грунтовых вод + 0,5м. Верхнюю, оставшуюся часть откоса укрепляют посевом трав по растительному грунту.

Если горизонты грунтовых вод находятся в нижней части выемки, то следует назначать вариант решетчатой конструкции № 6 с аналогичным заполнением ячеек.

21. Для укрепления откосов насыпей и выемок из глинистых грунтов при необходимости увеличения их крутизны в стесненных условиях рекомендуется назначать варианты решетчатых конструкций № 2, 3, 4. Ячейки заполняют местным камнем или грунтом, обработанным вяжущими материалами.

Подтапливаемые откосы

22. Определяющими факторами при выборе того или иного варианта решетчатых конструкций для укрепления подтапливаемых откосов и конусов являются: общий вес $1 м^2$ конструкции, тип стыкового соединения между элементами, размер ячеек, а также высота ребер отдельных элементов.

Границы применения того или иного варианта следует устанавливать в зависимости от вида материала для заполнения ячеек и соответствующих ему допускаемых (предельных) гидрологических условий.

23. С учетом максимального использования местных

материалов и средств малой механизации рекомендуется назначать типы заполнения ячеек решетчатых конструкций для укрепления конусов и откосов насыпей по рис. 1 и табл.4.

24. Для укрепления конусов и откосов пойменных насыпей, берегов набережных и других земляных сооружений следует назначать варианты решетчатых конструкций № 2, 3,4,6 ;

- вариант № 2 рекомендуется для наиболее легких гидрологических условий в местах укрепления низовых откосов пойменных насыпей, внутренних откосов траверс , регуляционных сооружений и т.п. при незначительном волнобое (высота волны до 0,3м) и скорости течения воды, не вызывающей размыва подошвы насыпей;

- варианты № 3, 4, 6 рекомендуется назначать для наиболее тяжелых гидрологических условий, пределами которых являются:

максимальная скорость течения воды - не более 4м/сек;

высота волны с набегом - не более 1,5м;

толщина льда - не более 0,6 м;

корчеход с размерами отдельных деревьев - не более 5-6м в длину и 0,3м в диаметре;

максимальная глубина размыва подошвы насыпи - не более 2м;

ледоход с размером льдин не более 5х7 м.

25. Для рационального примене -

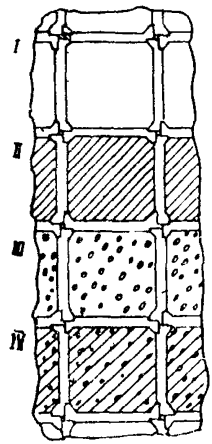


Рис.1. Рекомендуемые типы заполнения ячеек решетчатых конструкций : I-растительный грунт с засевом трав(h = 10см); II- грунт, обработанный 8% битума (h =10см); III-каменная наброска(размером 70-200мм); IУ-монолитный бетон марки "200" (h =10см) на песчаной или щебеночной подготовке(h =10см)

Условия применения рекомендуемых

Типы заполнения решетчатых конструкций (см.рис.1)	Длительность подтопления, сутки	Скорость течения, м/сек	Высота волны с набегом, м
I	Менее 20	Не более 0,5–0,6	До 0,3
II	Менее 20	Не более 1,0–1,2	Не более 0,5
III	20 и более	В зависимости от крупности камня, но не более 1,5–2,0	Не более 0,7
IУ	20 и более	2,0÷4,0	Не более 1,5

Таблица 4

типов заполнения ячеек решетчатых конструкций

Толщина льда, м	Ледоход	Корчеход
Не более 0,3	Отсутствует	Отсутствует
Не более 0,3	Слабый в виде отдельных льдин размером не более 10 м	Отдельные деревья не более 3-4м в длину и 0,1-0,2 м в диаметре
0,4-0,5	То же	То же
Не более 0,6	Со средней интенсивностью при размерах отдельных льдин не более 5х7м	Наличие деревьев не более 5-6м в длину и 0,3м в диаметре

ния решетчатых конструкций их следует назначать дифференцированно, по зонам подтопления конусов и откосов, в зависимости от характера гидрологических условий в этих зонах (рис.2).

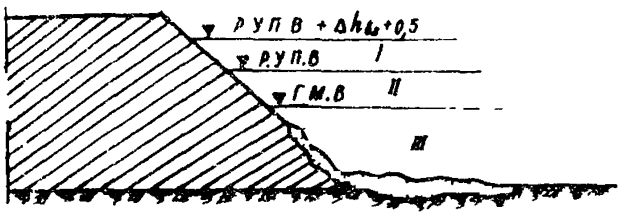


Рис.2. Схема определения зон укрепления откосов подтопляемых насыпей: I-зона паводкового волнового воздействия; II-зона паводкового подтопления; III-зона постоянного уровня подтопления;

Комбинированные конструкции укрепления целесообразно назначать как по высоте укрепляемого откоса, так и по длине (например, пойменной насыпи в пределах подтопления).

Рекомендуется также заполнять ячейки различными комбинированными материалами в зависимости от изменения гидрологических условий.

26. При назначении решетчатых конструкций необходимо предусматривать рациональное и экономически целесообразное сочетание их с другими конструкциями укреплений, известными в практике транспортного строительства: с бетонными и железобетонными плитами, гибкими покрытиями в виде тюфяков, а также с каменной наброской (рис.3,а,б,в).

27. В случае возможного размыва подошвы насыпи для укрепления откосов рекомендуется также применять конструктивное решение, указанное на рис.3,в; при этом необходимо предусматривать защиту подошвы откоса от размыва.

28. Для защиты подошвы откоса, а также упора, находящегося в зоне размыва, следует использовать:

а) каменную наброску, объем которой должен быть рассчитан на защиту от размыва, а крупность камня

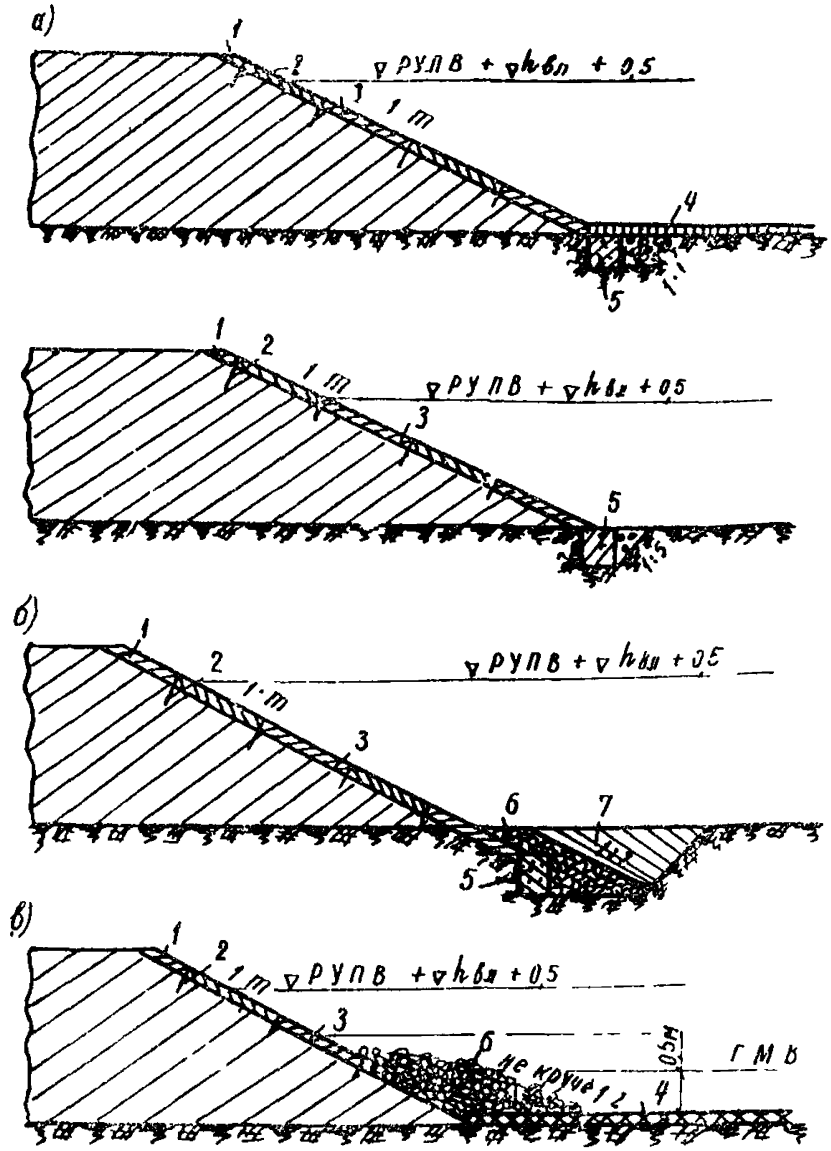


Рис.3. Схемы укрепления откосов пойменных насыпей решетчатыми конструкциями:
а- при отсутствии размывов у подошвы пойменных насыпей и отсутствии меженных вод; б-при размывах у подошвы насыпей и отсутствии меженных вод; в- при отсутствии размыва у подошвы насыпи и при наличии меженных вод;
1-засев трав с плакировкой; 2-сваи металлические; 3-бетонная решетка; 4-гибкое укрепление; 5-бетонный упор 0,3 x 0,4м; 6-каменная наброска; 7-обратная засыпка

должна соответствовать (в зоне размыва) максимальной скорости течения воды при расчетной глубине размыва. При определении объема камня следует принимать уклон откоса воронки размыва равным 1:2, а толщину слоя каменной наброски не менее размера двух камней;

б) гибкие покрытия в виде различных плит или гибких тюфяков, укладываемых на поверхность с уклоном 1:1,5 в сторону воронки размыва. Длину укрепления из гибких конструкций рекомендуется назначать с учетом их опускания в воронку размыва с уклоном 1:2 на расчетную глубину;

в) комбинированные конструкции (см.рис.3,в) в виде гибких покрытий совместно с каменной наброской при небольшой глубине меженных вод.

29. При использовании в нижней части подошвы насыпей гибких укреплений рекомендуется заменять ленточный упор в вариантах решетчатых конструкций № 2, 4, 5, 6 свайным.

30. Откосы пойменных насыпей высотой более 6 м при отсутствии размыва у подошвы насыпи, а также при отсутствии меженных или подпорных вод в период строительства следует укреплять согласно схеме на рис.4; при наличии меженных вод и размывов у подошвы нижнюю часть высоких откосов необходимо укреплять в соответствии со схемой на рис.2,3,в.

31. В случае применения решетчатых конструкций для укрепления высоких откосов, разделенных на ярусы, ширину бермы между ними $l_б$ (см.рис.4) назначают по формуле:

$$l_б = n \cdot l + (b_у + b_с), \qquad (1)$$

где n – количество сборных элементов, определяющих размеры ячеек обрешетки;

l – расстояние между узлами объединения (в осях) сборных элементов решетки;

$b_у$ – ширина основания упора, м;

$b_с$ – проекция скошенной грани упора на его основание, м

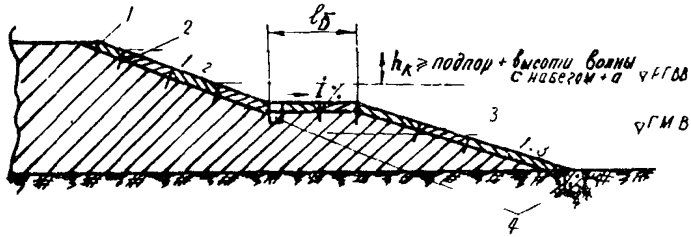


Рис.4. Схема укрепления пойменных насыпей высотой более 8м сборными решетчатыми конструкциями:

1-засев трав с плакировкой; 2-сваи металличес - кие; 3-бетонная решетка; 4-бетонный упор 0,3х0,4м

Упор на берме назначают при необходимости укрепления откоса, расположенного выше бермы, с длиной образующей не менее 3м.

Ширину бермы без упора определяют по формуле

$$l_б = n \cdot b$$

Технология изготовления сборных элементов

32. Сборные элементы могут быть изготовлены из железобетона (в том числе и из песчаного бетона) и армированного цементогрунта.

Таблица 5

Прочность бетона на растяже - ние	Марка бетона решетчатых конструкций из сборных элементов для откосов	
	подтапливаемых	неподтапливаемых
При изгибе	"50"-"45"	"50"-"25"
При сжатии	"400"-"350"	"400"-"200"

33. Требования к бетону сборных элементов должны соответствовать ГОСТ 8424-63 "Бетон дорожный". Марки бетона назначают по табл.5.

Для сборных элементов бетон дополнительно должен удовлетворять требованиям ГОСТ 4795-68 " "Бетон гидротехнический. Технические требования", предъявляемым к гидротехническому бетону с точки зрения устойчивости против агрессивных вод.

В целях повышения морозостойкости бетона следует применять воздухововлекающие и пластифицирующие поверхностно-активные добавки.

34. Песчаный бетон для сборных элементов приготавливают из цемента, воды и песка с обязательным введением добавок поверхностно-активных веществ, способствующих повышению долговечности конструкций.

Для приготовления песчаного бетона следует использовать цементы, отвечающие требованиям ГОСТ 8424-63 "Бетон дорожный" и ГОСТ 10178-62 "Портландцемент, шлако-портландцемент, пуццолановый портландцемент и их разновидности" (п.16).

В качестве заполнителя в песчаных бетонах применяют природные кварцевые, кварцево-полевошпатовые и искусственные пески из горных пород, фракционированные и нефракционированные, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 10268-62 "Заполнители для тяжелого бетона. Технические требования" и ГОСТ 8736-67 "Пески для строительных работ. Общие требования".

Проектирование состава песчаных бетонов, приготовление смесей и уход за готовыми изделиями следует осуществлять в соответствии с "Рекомендациями по применению песчаного бетона в строительстве дорожных покрытий и оснований" (М.,Союздорнии, 1967).

35. Цементогрунт для сборных элементов может быть двух видов: обычный и автоклавного твердения.

36. Обычный цементогрунт должен удовлетворять

требованиям СН 25-64 (1 класс прочности), количество вяжущего при этом должно быть не менее 10-12%. Морозостойкость не менее 50 циклов В качестве заполнителя рекомендуют местные пески и супесчаные грунты.

37. Цементогрунт автоклавного твердения отличается от обычного обработкой при твердении изделий (под давлением насыщенного пара 8-10 ати). Для цементогрунта автоклавного твердения установлены следующие марки по пределу прочности на растяжение при изгибе: "60", "55", "50", "45", "40", "35" и прочности при сжатии "400", "350", "300", "250", "200", "150". Морозостойкость не менее 50 циклов замораживания-оттаивания. Содержание вяжущего 12-25%.

Для приготовления цементогрунтовых смесей применяют портландцемент, шлакопортландцемент, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 10178-62. Наиболее пригодны для цементогрунта автоклавного твердения песчаные и супесчаные грунты с числом пластичности 1÷7.

Состав цементогрунта автоклавного твердения следует проектировать в соответствии с "Временными техническими условиями по приготовлению и применению цементогрунта автоклавного твердения" (Тюмень,1971).

38. Для армирования сборных элементов применяют арматуру из горячекатаной стали периодического профиля марки 25ГС или 35ГС по ГОСТ 8478-66 "Сетки сварные для армирования железобетонных конструкций. Сортамент и технические требования".

39. Сборные элементы изготавливают на базах ЖБК, на стендах и полигонах (в летний период) в металлических или деревянных опалубках (формах). Процесс изготовления включает приготовление бетонных цементогрунтовых смесей, заполнение ими опалубки, установку арматуры и монтажных петель, уплотнение и соответствующий уход за готовыми изделиями в период твердения. Примерные конструкции опалубки приведены в приложении 2.

Для уплотнения можно применять переносные глубинные вибраторы игольчатого типа либо непосредственно виброформы с пригрузом и без него. Для твердения изделия оставляют на воздухе (в летний период) или помещают в пропарочные камеры.

40. Выдерживать сборные элементы из автоклавного цементогрунта в целях их твердения рекомендуется в два этапа. На первом этапе (16–24 час) элементы выдерживают в формах до начала запаривания их в автоклаве. На втором этапе осуществляют тепловую обработку. Ориентировочные режимы запаривания изделий в автоклаве даны в табл. 6.

Таблица 6

Объем изделий, м³	Давление пара в автоклаве, ати	Режим автоклавной обработки, час		
		Подъем давления пара	Выдерживание при постоянном давлении	Спуск давления пара до атмосферного
0,10	9	1	6	1
1,00	9	2	6	2

Технология монтажа решетчатых конструкций из сборных элементов

41. Монтаж решетчатых конструкций из сборных элементов необходимо начинать только после устройства водоотвода, траншейных дренажей, уплотнения и планировки откосов. К укреплению поверхности откосов высоких насыпей (выше 12м) и глубоких выемок (глубже 12м) приступают сразу после сооружения и окончательной отделки каждого яруса.

42. Перед началом монтажа должны быть выполнены разбивочные работы. Сначала разбивают базис-опор –

ную линию для устройства бетонного упора. На базисе размечают размеры сборных элементов укладываемой конструкции и переносят их на поверхность откоса по образующим, перпендикулярным опорной линии, с закреплением осевых линий разбивочными колышками.

Для решетчатых конструкций с диагональным расположением элементов разбивку осуществляют по диагональным размерам ячеек.

43. Бетонный упор устраивают путем укладки блоков размером 30х40х250 см в траншею, подготовленную по опорной линии. Места стыковки сборных бетонных блоков омоноличивают.

В случае устройства монолитного бетонного упора предварительно подготавливают деревянную опалубку.

44. Сборные элементы транспортируют к месту укладки на бортовых автомобилях в специальных кондукторах и разгружают на обочину или на поверхность откоса с помощью автокранов (кассетный способ) (рис.5).

45. Монтаж сборных элементов следует осуществлять снизу вверх. В местах стыковки элементов заби-

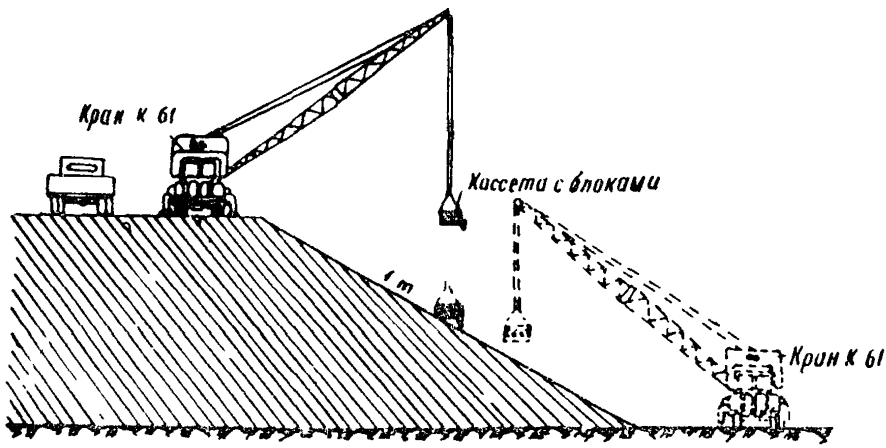


Рис.5. Схема укладки сборных элементов на поверхность откосов краном К-61

вают штыри. Стыки омоноличивают цементным раство - ром. При укладке необходимо следить, чтобы сборные элементы плотно примыкали к поверхности конуса или откоса.

46. Металлические штыри забивают стальной кувал - дой вручную; для железобетонных сваек предварительно бурят отверстия заданного диаметра и глубины с по - мощью мотобура Д-10.

Металлические штыри и монтажные петли элементов перед укладкой необходимо смазать битумом.

47. Укрепление конусов и откосов земляного полот - на решетчатыми конструкциями с заполнением ячеек рас - тительным грунтом рекомендуется начинать с укладки растительного грунта толщиной не менее 10 см, кото - рый одновременно будет служить выравнивающим слоем, затем производить посев трав агрегатом ЦНИИС и мон - таж решетчатой конструкции выбранного варианта.

После окончательной сборки ячейки заполняют расти - тельным грунтом заподлицо с поверхностью сборных элементов.

48. В случае заполнения ячеек решетчатой конструк - ции растительным или морозостойким грунтом с после - дующим посевом трав методом гидропосева сначала сле - дует выполнить сборку самой конструкции (см.л.47), а затем приступить к нанесению мульчи (смеси битумной эмульсии, семян трав, рубленой соломы, опилок и т.д.) методом гидропосева.

При гидропосеве трав непосредственно на грунт от - коса сборные элементы должны быть втоплены в грунт откоса. Для этой цели рекомендуется перед ук - ладкой элементов разрыхлять поверхность конусов и откосов на глубину 10-15 см. Это необходимо и для то - го, чтобы мульча не стекала с поверхности откосов, а образовывала ровный слой.

49. Заполнять ячейки каменной наброской, гравийным материалом, окатанным камнем, щебнем и т.д. следует

после устройства решетчатой конструкции. Подают заполняющий материал на откос краном или экскаватором, оборудованным грейферным ковшом.

Материалы для заполнения ячеек доставляют автомобилями-самосвалами и разгружают на обочине земляного полотна или при необходимости возле подошвы насыпи.

После заполнения всех ячеек поверхность укрепления проверяют по шаблону, досыпая или выбирая лишний материал.

50. При заполнении ячеек грунтом, обработанным вяжущими материалами и монолитным бетоном распределять указанные материалы следует после монтажа решетчатой конструкции. При этом грунт, обработанный минеральными и органическими вяжущими, подают в ячейки автокраном или экскаватором с грейферным ковшом, а бетон – в бадьях. Окончательно распределяют и уплотняют указанные материалы с помощью средств малой механизации.

Техника безопасности

51. Для передвижения рабочих по поверхности откосов и конусов следует применять деревянные переносные трапы и подмости.

52. Не допускается выгружать сборные элементы на обочину или на поверхность откоса навалом. Элементы должны быть выгружены из транспортных средств с помощью автокрана и уложены в намеченные при разбивочных работах места на поверхности откосов

53. Нельзя приступать к укрепительным работам на мокрой, а также мерзлой поверхности откоса.

54. Для сборки решетчатых конструкций рабочие должны быть снабжены защитной спецодеждой и необходимым инструментом. Во избежание травм не допускается переносить и укладывать сборные элементы без рукавиц.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Оценка местной устойчивости

Нарушения местной устойчивости связаны с локальными деформациями в зонах, непосредственно примыкающих к поверхности откоса. Глубина захвата их составит от 0,1 до 2м. Они могут возникать в любой части откоса (по его длине) независимо от степени обеспечения общей устойчивости и носят, как правило, прогрессирующий характер. Возникновение таких деформаций обусловлено снижением прочности грунта поверхностных слоев в результате циклического промерзания-оттаивания, набухания-высушивания, увлажнения, а также силовым воздействием поверхностных и грунтовых вод.

При оценке местной устойчивости следует учитывать:

- тип грунта, слагающего поверхностную зону откоса;
- влияние погодно-климатических факторов (увлажнения, высыхания, промерзания, оттаивания) на прочность грунта;
- условия увлажнения поверхностными и выклинивающимися на откос грунтовыми водами;
- условия залегания различных грунтов в откосе;
- экспозицию откоса;
- климатические особенности района строительства (глубину промерзания, величину снегового покрова , осадки, температуру и т.п.);
- вид земляного полотна: насыпь, выемка;
- высоту откоса.

В результате оценки местной устойчивости устанавливают вероятность возникновения деформаций, уточняют конструкцию земляного полотна, намеченную предварительно на основе оценки общей устойчивости, и выбирают комплекс мероприятий по обеспечению местной устойчивости.

Основные формы нарушения местной устойчивости

Наблюдения позволили установить следующие основные формы нарушения местной устойчивости откосов:

эрозионные деформации и размывы которые обычно характерны для слабосвязных грунтов и возникают в результате движения воды по поверхности откоса; опасность эрозионных деформаций увеличивается с уменьшением связности грунта, увеличением крутизны и длины откоса, а также с повышением количества попадающей на откос воды;

вывалы – деформации, характерные для откосов в скальных, полускальных и других породах с резко выраженными цементационными связями; опасность вывалов возрастает с увеличением степени трещиноватости и подверженности пород выветриванию, а также степени их выветрелости при наличии благоприятного напластования, увлажнения, динамического воздействия (сейсмических условий, взрывов и т.д.);

локальные деформации скольжения, приводящие к полному нарушению устойчивости поверхностного слоя откоса, с образованием явно выраженной поверхности скольжения, стенки отрыва, а также призмы выпирания; при этом в первом приближении смещающиеся части откоса можно рассматривать как монолитные блоки;

деформации пластического течения, носящие характер медленных перемещений, вызывающих образование трещин, заколов, наплывов, взбугривания и т.п.

Такой характер деформаций откоса свидетельствует о наличии некоторой зоны пластических деформаций без явно выраженной поверхности скольжения;

оплывины – деформации, характерные для откосов из глинистых грунтов и мелких водонасыщенных песков. Возникают эти деформации в результате резкого

перехода в текучее состояние грунтов в поверхностных зонах с соответствующими оплываниями их по откосу;

сплывы – деформации, по своему происхождению аналогичные оплывинам и отличающиеся от последних большей шириной зоны действия. Опасность возникновения сплывов и оплывин увеличивается в результате постепенного проявления деформаций пластического течения и локальных деформаций скольжения в поверхностных слоях откосов, сложенных глинистыми грунтами. Кроме того, независимо от локальных деформаций скольжения и пластического течения, сплывы и оплывины возникают на откосах, сложенных пучинистыми и набухающими грунтами, особенно при сооружении земляного полотна в зимнее время;

выносы – локальные деформации откосов выемок, происходящие при выходе на откос водоносных горизонтов, представленных песчаными разностями, способными выноситься фильтрационным потоком грунтовых вод.

Опасность таких деформаций увеличивается с повышением содержания в породе частиц размером от 0,005 до 0,25 мм (пылеватые и мелкопесчанистые фракции); с повышением однородности песка; с уменьшением содержания в породе глинистых фракций; с увеличением окатанности зерен и уменьшением плотности породы.

Оцечка степени местной устойчивости откосов может быть выражена качественно, когда при определенных условиях достаточно иметь данные о составе и состоянии грунтов, чтобы судить о характере поведения поверхностных слоев откоса в тех или иных условиях, и количественно на основе разработанных расчетных методов.

Качественная оценка

Качественная оценка основывается на накопленном ранее опыте проектирования и строительства земляного полотна автомобильных дорог в данном конкретном рай-

оне. Она должна предшествовать количественной оценке на стадии проектного задания. На основе качественной оценки устанавливается необходимость назначения специальных мероприятий по обеспечению местной устойчивости (в частности, применение решетчатых конструкций из сборных элементов для укрепления откосов).

Исходя из имеющегося в настоящее время опыта могут быть выделены следующие региональные условия, для которых характерны деформации в поверхностных слоях откосов, приводящие к оплывинам и сплывам:

– Молдавия и юго-западные районы УССР. Глинистые грунты третичного и четвертичного периода, слагающие откосы, весьма чувствительны к воздействию погодно-климатических факторов, прочность их постоянно снижается практически до нуля под воздействием циклического промерзания-оттаивания, набухания-высушивания, в результате чего возникают локальные деформации скольжения и пластического течения с последующим сплывообразованием;

– районы Восточной и Западной Сибири. Пылеватые глинистые грунты, в основном распространенные в этих районах и служащие единственным материалом для сооружения земляного полотна насыпей и выемок, приобретают весной, в период оттаивания, повышенную влажность в поверхностных слоях откосов за счет процессов зимнего перераспределения влаги (пучения), что приводит к резкому снижению прочности, переходу грунта в текучее состояние и сплыванию его по откосу;

– запад и северо-запад европейской части СССР. Глинистые грунты моренного происхождения, используемые для сооружения насыпей и выемок, снижают свою прочность под воздействием циклического увлажнения – высушивания, промерзания-оттаивания. Сплывы и оплывины образуются в период оттаивания.

Количественная оценка

Количественную оценку местной устойчивости проводят для уточнения принятой конструкции откоса. Расчетную схему и метод расчета назначают в зависимости от ожидаемых деформаций в поверхностных слоях откосов. Для проведения расчетов необходимы следующие данные:

- конструкция откоса, назначенная на основе оценки общей устойчивости;
- глубина активной зоны – зоны активного воздействия погодно-климатических факторов в поверхностных слоях откоса (по длине его образующей);
- силы, действующие в пределах активной зоны откоса (в том числе и на его поверхности);
- расчетные значения прочностных характеристик грунта активной зоны (угол внутреннего трения φ_{wN} сцепления c_{wN}) с учетом ожидаемых воздействий основных погодно-климатических факторов (на что указывает индекс N).

Количественная оценка необходима в случае проявления деформаций локального скольжения, пластического течения и выносов.

Расчеты по недопущению развития эрозионных деформаций не проводят в связи с назначением типа укрепления поверхности откосов уже на стадии качественной оценки.

Методы расчета и условия их применения

В основу количественной оценки местной устойчивости откосов с учетом возможности развития в пределах активной зоны деформаций локального скольжения или пластического течения положены следующие критерии:

1) недопущение полного нарушения устойчивости поверхностных слоев (в пределах активной зоны) откоса с образованием некоторой поверхности скольжения;

2) ограничение пластических деформаций в поверхностных слоях активной зоны.

Расчет по недопущению полного нарушения устойчивости

Расчет осуществляется по схемам:

а) единичного элемента;

б) единичного элемента с упорной призмой.

По схеме единичного элемента следует оценивать степень местной устойчивости откосов насыпей, сложенных глинистыми грунтами.

Коэффициент запаса местной устойчивости K определяют по формуле

$$K = \frac{\gamma_w h \cdot tg\,\varphi_{wN} + c_{wN}}{\gamma_w h \cdot tg\,\alpha}, \qquad (1)$$

где h – максимальная глубина активной зоны;

γ_w – объемный вес;

φ_{wN}, c_{wN} – расчетные значения угла внутреннего трения и сцепления при расчетной влажности;

α – угол наклона откоса к горизонту.

При оценке местной устойчивости откосов выемок из глинистых грунтов необходимо учитывать в расчетной схеме влияние упорной призмы. В этом случае коэффициент запаса местной устойчивости вычисляют по формуле:

$$K = \beta\left(tg\,\varphi_{wN}\ \cos\alpha + \xi\right) + c_0; \qquad (2)$$

где β – коэффициент, $\beta = h/H$;

H – высота откоса или его яруса при заданном заложении;

C_0 – величина приведенного сцепления, $C_0 = \frac{C_{wN}}{\gamma_w H}$;

ξ – коэффициент пассивного отпора, определяемый по формуле

$$\xi = tg^2\left(45^\circ + \frac{\psi}{2}\right); \qquad (3)$$

ψ – угол сдвига, который находят по формуле

$$\psi = arctg\left(\frac{\tau_{pwN}}{\gamma h}\right) = arctg\left(tg\varphi_{wN} + \frac{C_{wN}}{\gamma h}\right), \qquad (4)$$

τ_{pwN} – сопротивляемость грунта сдвигу с учетом воздействий погодно-климатических факторов.

При заданном заложении откоса и его высоте (или высоте яруса) целесообразно определять безопасную длину откоса $l_{без}$ (до зоны предполагаемого выпора):

$$l_{без} = \frac{1}{\gamma_w \cdot \sin\alpha}\left(\tau_{pwN} + \gamma h \xi\right) \qquad (5)$$

Расчет по условию ограничения пластических деформаций

Степень обеспечения местной устойчивости по второму критерию выражают через коэффициент стабильности $K_{стаб}$, представляющий собой отношение величины порога ползучести с учетом воздействия основных погодно-климатических факторов (промерзания–оттаивания, набухания–высушивания) к величине касательных напряжений τ, которые являются функцией крутизны откоса:

$$K_{стаб} = \frac{\tau_{lim\,(N)}}{\tau}; \qquad (6)$$

$$\tau_{lim(N)} = \gamma \cdot z_i \operatorname{tg} \varphi_{wN} + c_{cN},$$

где $\tau_{lim\,N}$ – порог ползучести;

c_{cN} – часть общего сцепления, обусловленная наличием невосстанавливающихся связей;

z_i – текущая координата рассматриваемого горизонта активной зоны h от поверхности откоса по нормали к ней.

Минимальное значение коэффициента стабильности $K_{стаб}$ устанавливают путем графического построения зависимости $K_{стаб} = f(z)$, точки которой вычисляют по выражению (8) для различных горизонтов z в зависимости от расчетных значений φ_{wN}, c_{cN} на этих горизонтах (определяемых с учетом всех влияющих факторов, в том числе и напряженного состояния).

Приближенно минимальное значение коэффициента стабильности можно определить по формуле:

$$K_{стаб}^{min} = \frac{\operatorname{tg} \varphi_{wN} + \frac{c_{cN}}{\gamma_w h}}{\operatorname{tg} \alpha}. \qquad (7)$$

В тех случаях, когда еще нет данных о φ_{wN}, c_{cN} для сугубо ориентировочных расчетов, рекомендуется формула

$$K_{стаб}^{min} = \frac{\operatorname{tg} \varphi_w}{\operatorname{tg} \alpha}, \qquad (8)$$

где φ_w – значение угла внутреннего трения при расчетной влажности (но без учета погодно-климатических факторов).

Условие отсутствия пластических деформаций соблюдается в любой точке активной зоны, если $K_{стаб}^{min} > 1$.

Учет силового воздействия подземных вод

Силовое воздействие подземных вод для откосов выемок учитывают при наличии:

а) трещиноватых глинистых грунтов;

б) выклинивающихся горизонтов подземных вод на поверхность откоса.

В первом случае оценка местной устойчивости производится в предположении развития сплывов и оплызин в пределах активной зоны h при величине возможного напора $h_в$.

Величину коэффициента запаса определяют по следующим формулам, соответственно для единичного элемента и при учете пассивного отпора:

$$K = \frac{\left(1 - \frac{\Delta_в}{\gamma_w} \cdot \frac{h_в}{h}\right) tg\,\varphi_{wN} + \frac{c_{wN}}{\gamma_w h}}{tg\,\alpha}; \qquad (9)$$

$$K = \beta\left\{\left[\left(\cos\alpha - \frac{\Delta_в}{\gamma_w} \cdot \frac{h_в}{h}\right)\right] tg\,\varphi_{wN} + \xi\right\} + c_0; \qquad (10)$$

где

$$\xi = tg^2\left(45° + \frac{\varphi_{pв}}{2}\right); \qquad (11)$$

$\Delta_в$ –объемный вес воды.

Фиктивный угол внутреннего трения, входящий в выражение $\varphi_{pв} = arc\,tg\,F_{pв}$, вычисляют по формуле

$$\varphi_в = \frac{\gamma_w^{в,в}}{\gamma_w} \cdot \varphi_{wN} \qquad (12)$$

Безопасную длину откоса с учетом силового воздействия подземных вод определяют по формуле

$$L_{без} = \frac{h\left[\left(\cos\alpha - \frac{\Delta_в}{\gamma_w} \cdot \frac{h_в}{h}\right) \cdot f_N + \xi\right] + \frac{c_{wN}}{\gamma_w h}}{\sin\alpha}. \qquad (13)$$

Во втором случае оценка местной устойчивости производится в предположении развития деформаций в виде выносов (при наличии в откосе выемки водоносных песчаных или супесчаных слоев или прослоек). Значение коэффициента запаса рекомендуется определять по формуле Н.Н.Маслова (Маслов Н.Н. Основы механики грунтов и инженерной геологии. М.,1968)

$$K = \frac{\cos\alpha \cdot tg\varphi_{wN}}{\sin\alpha \cdot \frac{\Delta\beta}{\gamma_w^{взв}}} . \qquad (14)$$

Максимальный угол наклона участка откоса, в пределах которого возможно развитие деформаций в виде выносов, рекомендуется определять по формулам, предложенным Ю.А.Соболевским (Соболевский Ю.А. Устойчивость откосов мелиоративных каналов. Минск, 1965):

а) для случая направления фильтрации вдоль поверхности откоса:

$$tg\alpha = \frac{\gamma_w^{взв}}{\gamma_w} \cdot tg\varphi_{wN}; \qquad (15)$$

б) для случая выхода фильтрационного потока под углом δ к нормали откоса

$$tg\alpha = tg\varphi_{wN} \frac{\gamma_w^{взв}}{\gamma_w + \frac{\Delta\beta \cdot tg\varphi_{wN}}{tg\delta}}; \qquad (16)$$

в) для случая фильтрации параллельно поверхности водоупора

$$tg\alpha = \frac{\gamma_w}{2\Delta\beta \cdot tg\varphi_{wN}} \left(\sqrt{1 + \frac{4\gamma_w^{взв}}{\gamma_w^2} \cdot \Delta\beta \cdot tg^2\varphi_{wN}} - 1 \right). \qquad (17)$$

Требуемые минимальные значения коэффициентов запасов местной устойчивости при различных методах расчета приведены в таблице.

Метод расчета	Однородный сухой откос, сложенный глинистыми грунтами на прочном основании	Прочие случаи
Метод единичного элемента	1,25	1,3
Метод единичного элемента с учетом пассивного отпора	–	1,2
Расчет по условию ограничения пластических деформаций	1,0 (коэффициент стабильности)	1,0 (коэффициент стабильности)

Определение расчетных характеристик

Расчетные характеристики следует определять в соответствии с общими положениями, изложенными в "Предложениях по расчету устойчивости высоких насыпей и глубоких выемок" (Союздорнии, 1967). Сдвиговые параметры (угол внутреннего трения и сцепления) определяют по методике плотности – влажности на одноплоскостном сдвиговом приборе при расчетной влажности испытываемых образцов.

Расчетная влажность образцов $W_{расч}$ должна соответствовать расчетной влажности грунта поверхностных слоев откосов с учетом циклического промерзания-оттаивания или набухания-высушивания и может быть определена по формуле

$$W_{расч} = W_{нач} + \frac{n}{\gamma_{ск}}, \qquad (18)$$

где $W_{нач}$ – начальная влажность грунта, определяемая для выемок при изысканиях, а для насыпей – в лаборатории и соответствующая $W_{опт.}$ при плотности, равной 0,8–0,85 от максимальной;

n – максимальная величина относительного пучения или величина набухания, определяемая в лаборатории с учетом циклического промерзания-оттаивания или набухания-высушивания;

$\gamma_{ск}$ – объемный вес скелета грунта, соответствующий начальной влажности;

$$n = \frac{\Delta h}{h},$$

Δh – величина пучения или набухания образца грунта с учетом циклического воздействия промерзания-оттаивания или набухания-высушивания;

h – первоначальная высота образца.

Величину Δh определяют в лаборатории на одном – двух образцах. Образцы замораживают при температуре (–3)÷(–5); оттаивают при комнатной температуре. Высушивают в термостатах до влажности, соответствующей пределу усадки. Промерзание и набухание образцов должно быть свободным, т.е. без нагрузки. Для определения максимальной величины относительного пучения или набухания в процессе испытаний строят график $n = f(N)$, где N – число циклов того или иного воздействия.

В зависимости от конкретных условий, наличия водоносных горизонтов и т.п., промерзание образцов в лаборатории осуществляют с подтоком или без него, но после полного влагонасыщения.

Для учета циклического промерзания-оттаивания или набухания-высушивания при определении сопротивляемости грунтов сдвигу необходимо одновременно со стандартными сдвиговыми испытаниями провести испытание на сдвиг образцов грунта по фиксированной плоскости

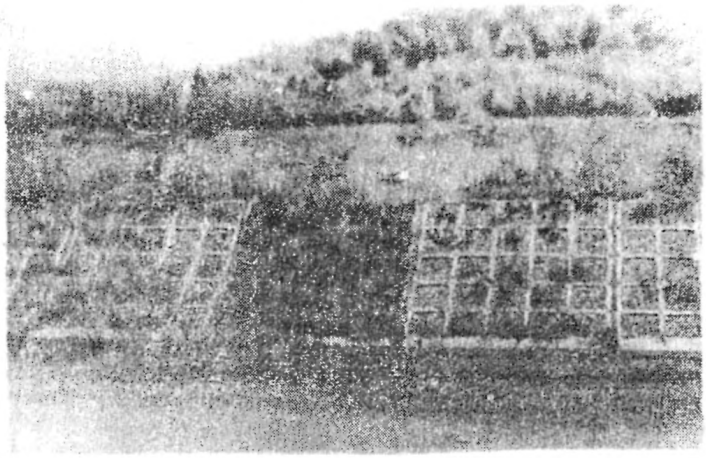
С этой целью после осуществления обычного сдвига каждого образца грунта его разрезают на две половинки (плашки) по плоскости сдвига, зачищают поверхность, затем соединяют обе половинки, устанавливают в обойму сдвигового прибора и сдвигают под той же нагрузкой. Обработка результатов аналогична стандартной.

В качестве расчетных с учетом воздействий погодно-климатических факторов принимают значения φ_{WN}, C_{WN}, C_{CN}, получаемые в сдвиговых испытаниях по фиксированной плоскости при расчетной влажности, определяемой по формуле (18). Все сдвиговые испытания проводят при нормальных напряжениях от 0,05 до 1 кгс/см^2.

Приложение 2

Примеры укрепления, проектирования, изготовления, монтажа решетчатых конструкций из сборных элементов

а)



б)

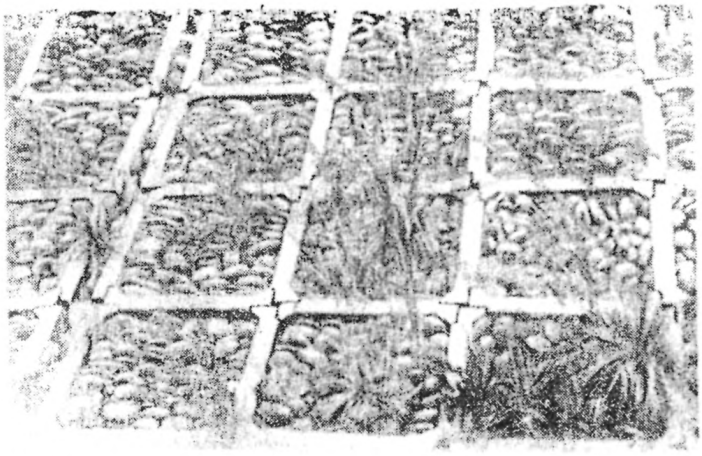


Рис.1. Укрепление откосов выемки решетчатыми конструкциями на автомобильной дороге в районе Северного Кавказа : а–общий вид; б–секция с ячейками, заполненными местным камнем

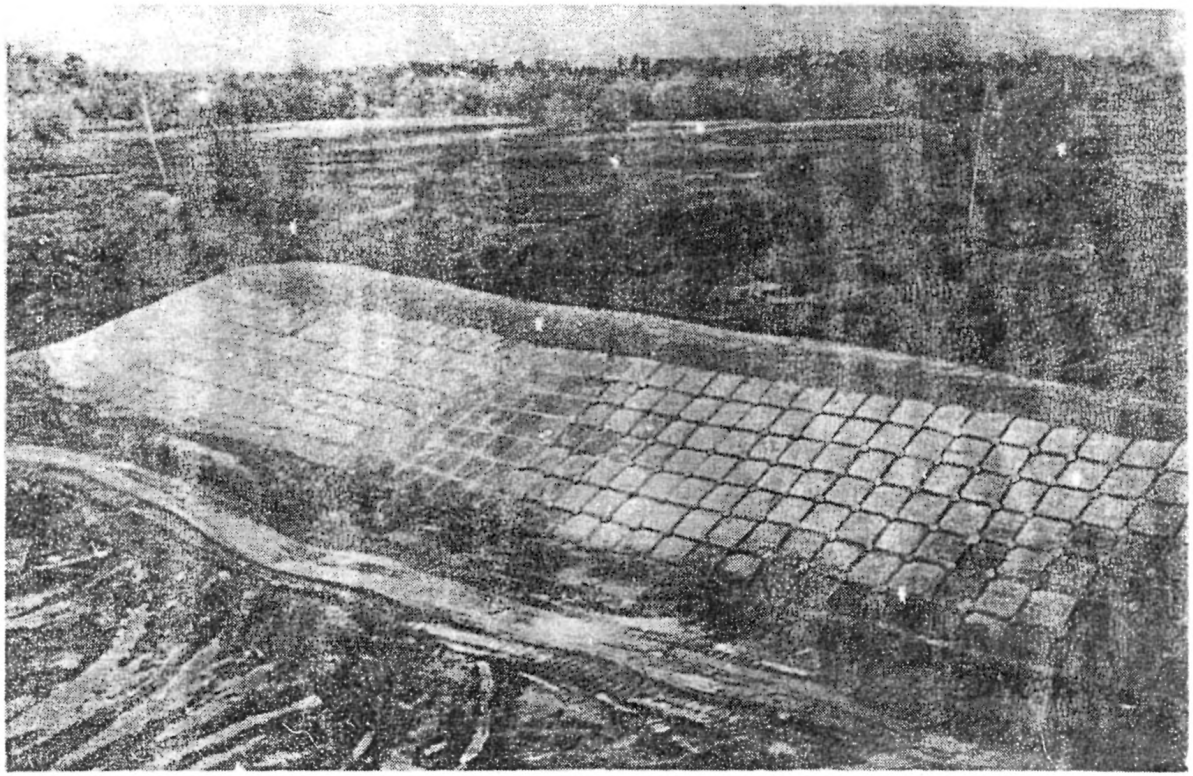
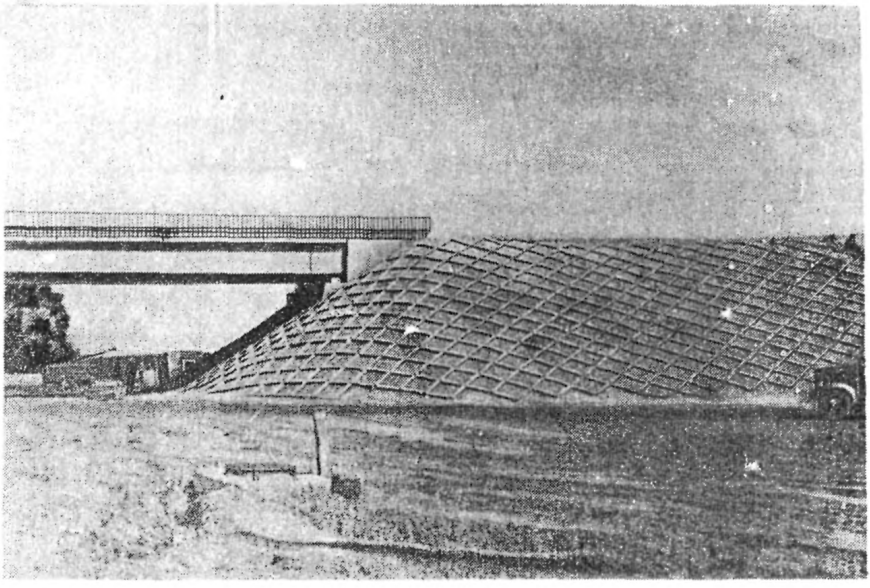


Рис.2. Укрепление откосов дамбы решетчатыми конструкциями с заполнением ячеек цементогрунтом и нефтегрунтом на автомобильной дороге в Тюменской области

а)



б)

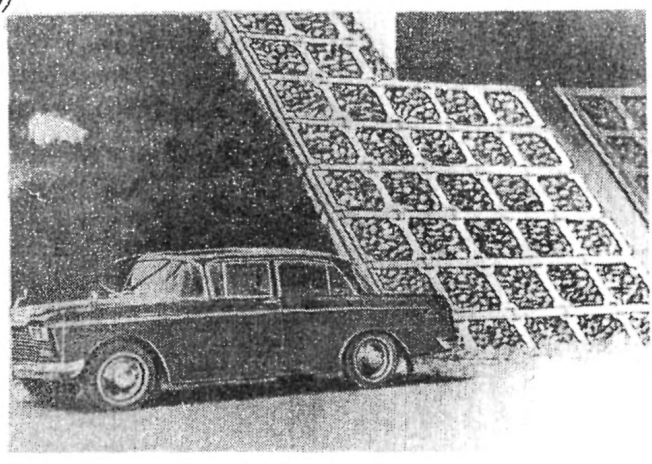


Рис.8. Укрепление конусов путепроводов на автомобильной дороге:
а–в районе г.Киева; б– в Японии

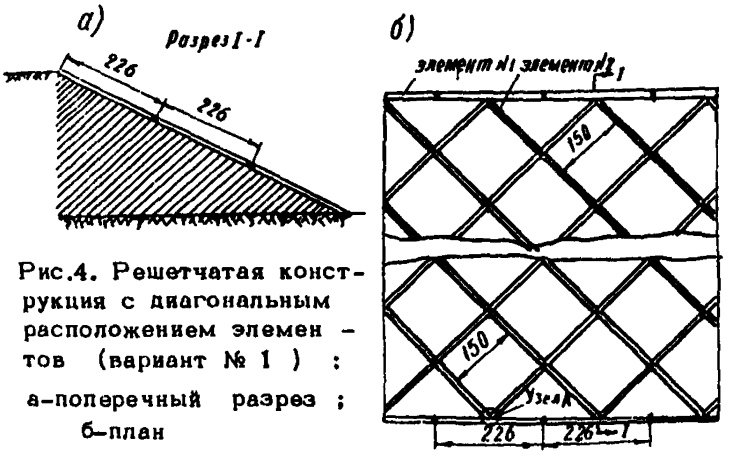


Рис.4. Решетчатая конструкция с диагональным расположением элемен - тов (вариант № 1) :
а-поперечный разрез ;
б-план

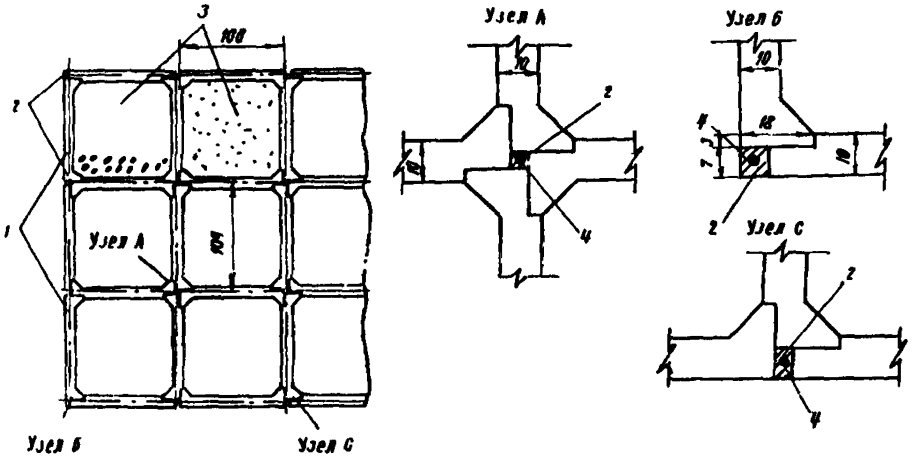
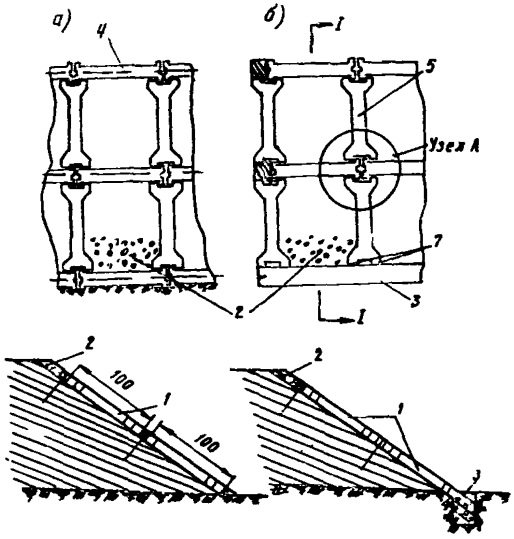
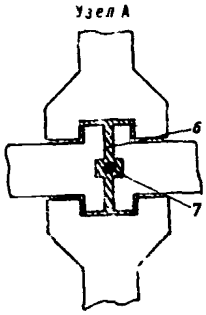


Рис.5. Решетчатая конструкция с прямоугольным расположением элементов (вариант № 2):
1-сборный элемент; 2-омоноличивание цементным раствором ;
3-заполнение ячеек (каменная наброска, посев трав и т.д.);
4-металлическая свая
Материал сборных элементов-бетон марки "200"
(Размеры даны в сантиметрах)





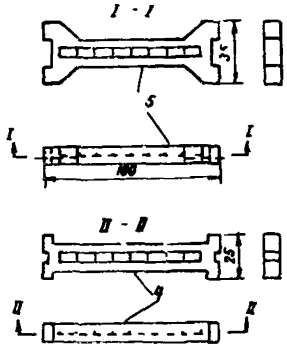


Рис.6. Решетчатая конструкция с прямоугольным расположением элементов (вариант № 4):
а-без упора; б-с бетонным упором; 1-решетчатая конструкция; 2-заполнение ячеек; 3-бетонный упор ; 4-элемент № 1; 5- элемент № 2; 6-омоноличивание цементным раствором; 7-металлический штырь диаметром 25см, длиной 50 см

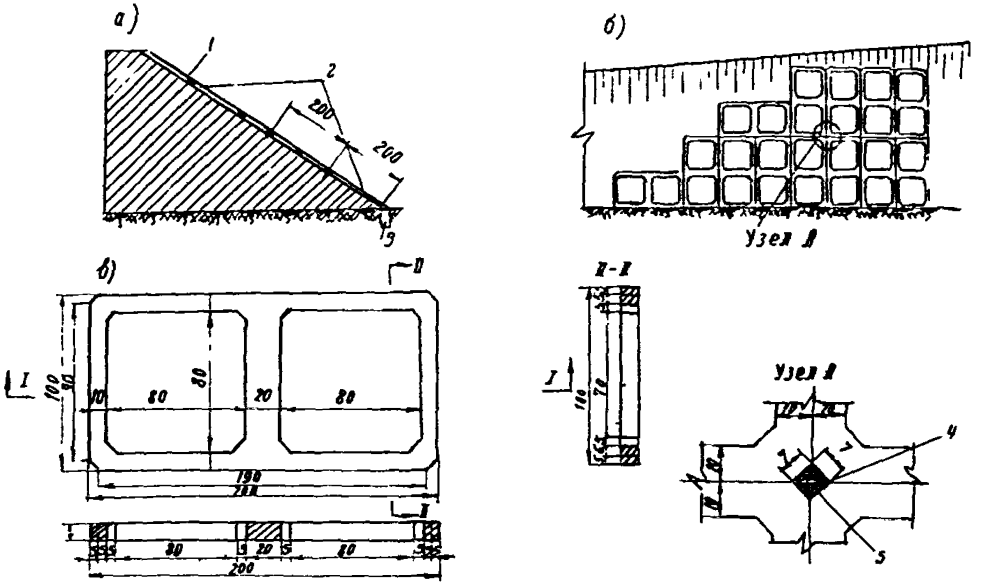


Рис.7. Укрепление откосов железобетонной рамой (вариант №8): а–поперечный разрез; б–план; в–железобетонная рама; 1–заполнение ячеек (засев трав); 2–железобетонные решетки ; 3–бетонный упор (при мокрых и подтопляемых откосах); 4–омоноличивание цементным раствором; 5–металлический штырь.

Конструкции опалубки для изготовления сборных элементов

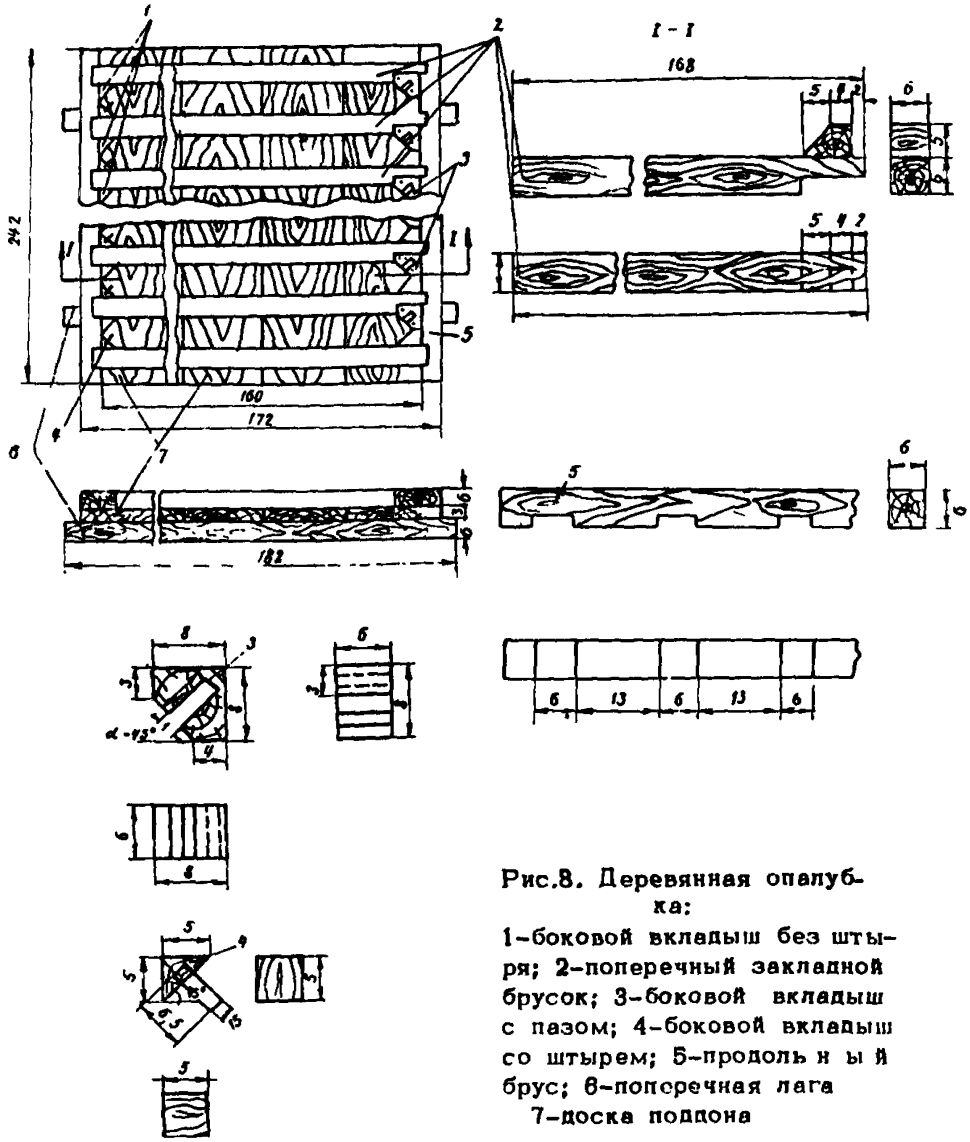


Рис.8. Деревянная опалубка:
1-боковой вкладыш без штыря; 2-поперечный закладной брусок; 3-боковой вкладыш с пазом; 4-боковой вкладыш со штырем; 5-продольный брус; 6-поперечная лага 7-доска поддона

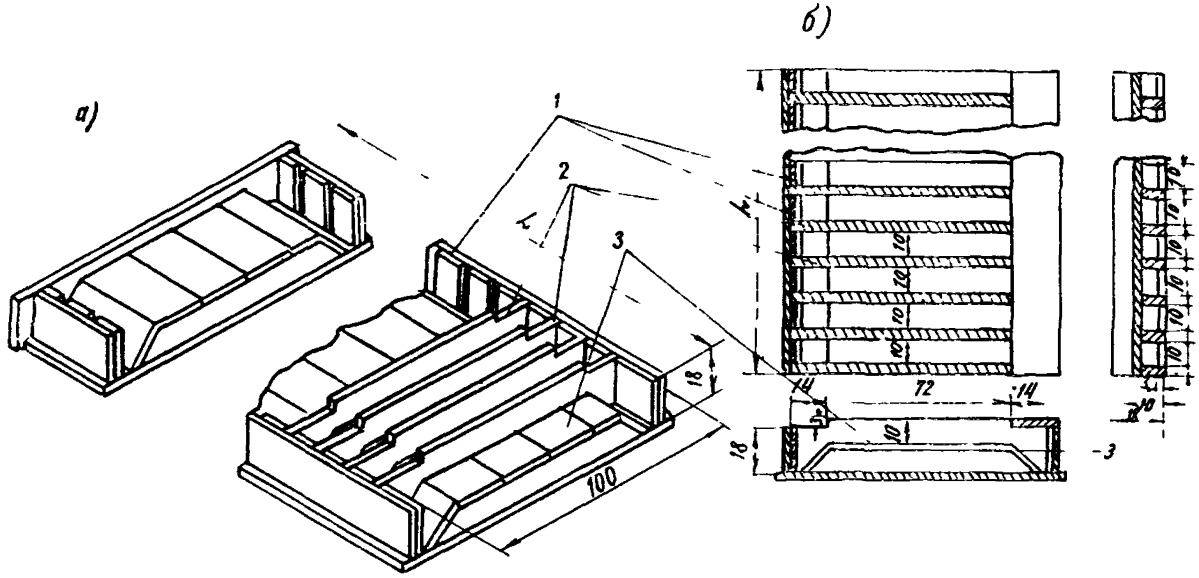


Рис.9. Деревянная кассета для изготовления оборных элементов:
а-общий вид; б-план;

1- деревянный вкладыш; 2-закладные доски; 3-дно кассеты
Кассета изготовляется из досок толщиной 3-5 см

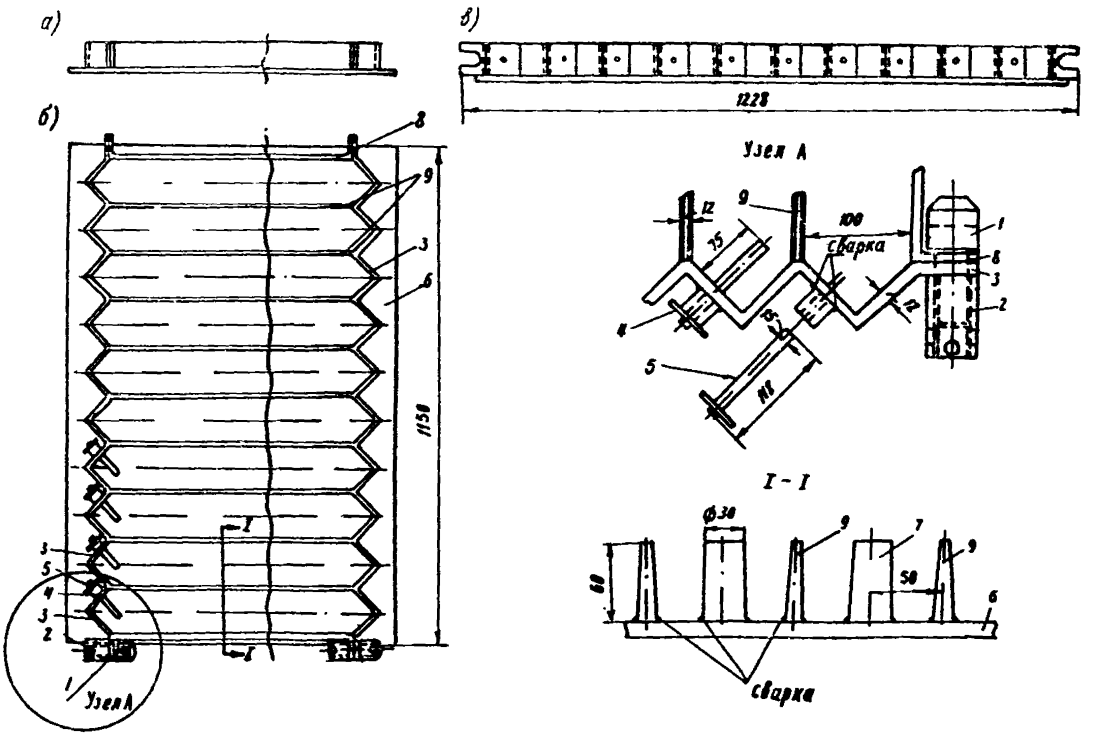


Рис.10. Металлическая опалубка для сборных элементов:

а–профиль; б–план; в–поперечный разрез;
1–винт; 2–гайка зажимная; 3–торцевая крышка формы; 4–направляющая втулка; 5–штырь; 6–поддон; 7–пробка; 8–бортовая стенка формы; 9–промежуточные стенки

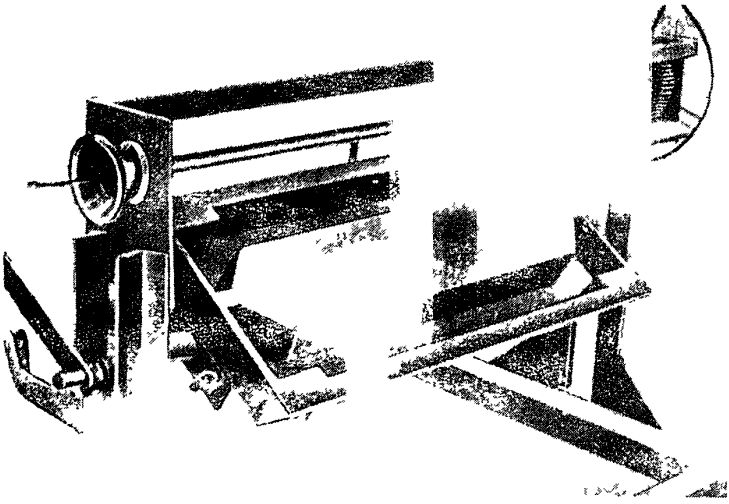


Рис.11. Вибромашина Купавинского завода ЖБК треста "Центрдорстрой"

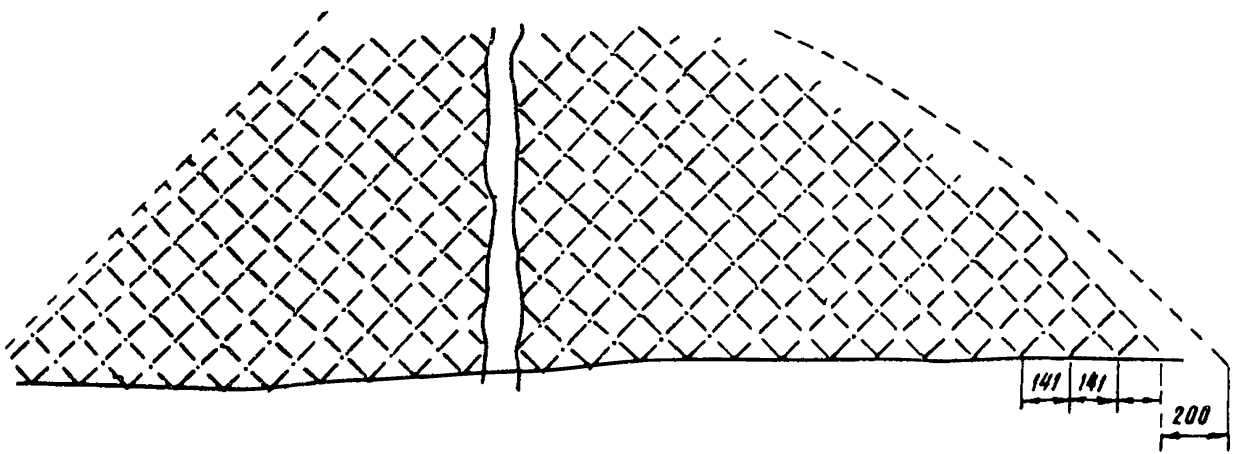


Рис.12. Разбивка откоса выемки под укладку сборных элементов

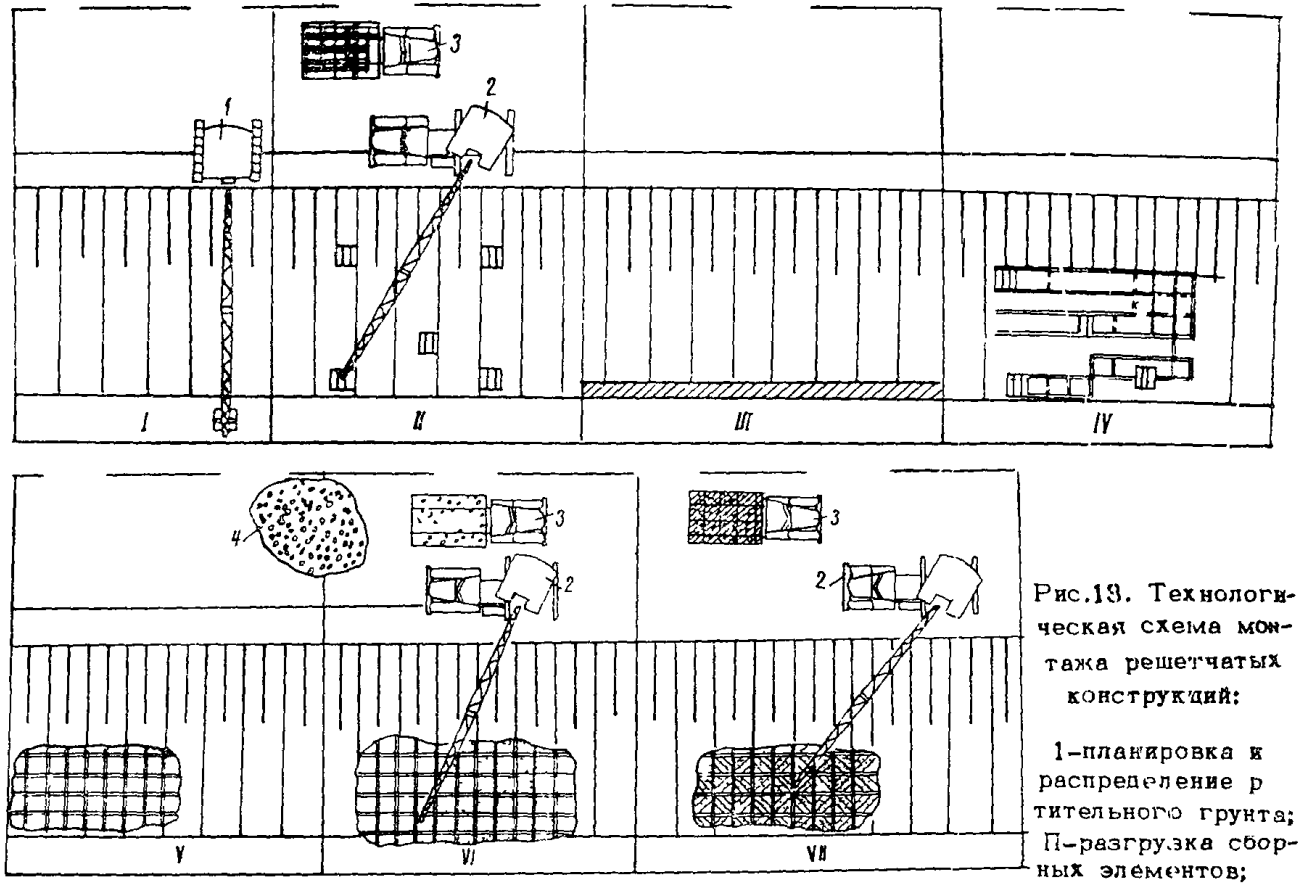


Рис.13. Технологическая схема монтажа решетчатых конструкций:

1-планировка и распределение р тительного грунта; П-разгрузка сборных элементов;

Ш-устройство сплошного бетонного упора; 1У-У - монтаж сборных элементов; У1-УП-заполнение ячеек; 1-агрегат ЦНИИС; 2-автокран; 3-автомобиль для перевозки сборных элементов; 4-материал для заполнения ячеек

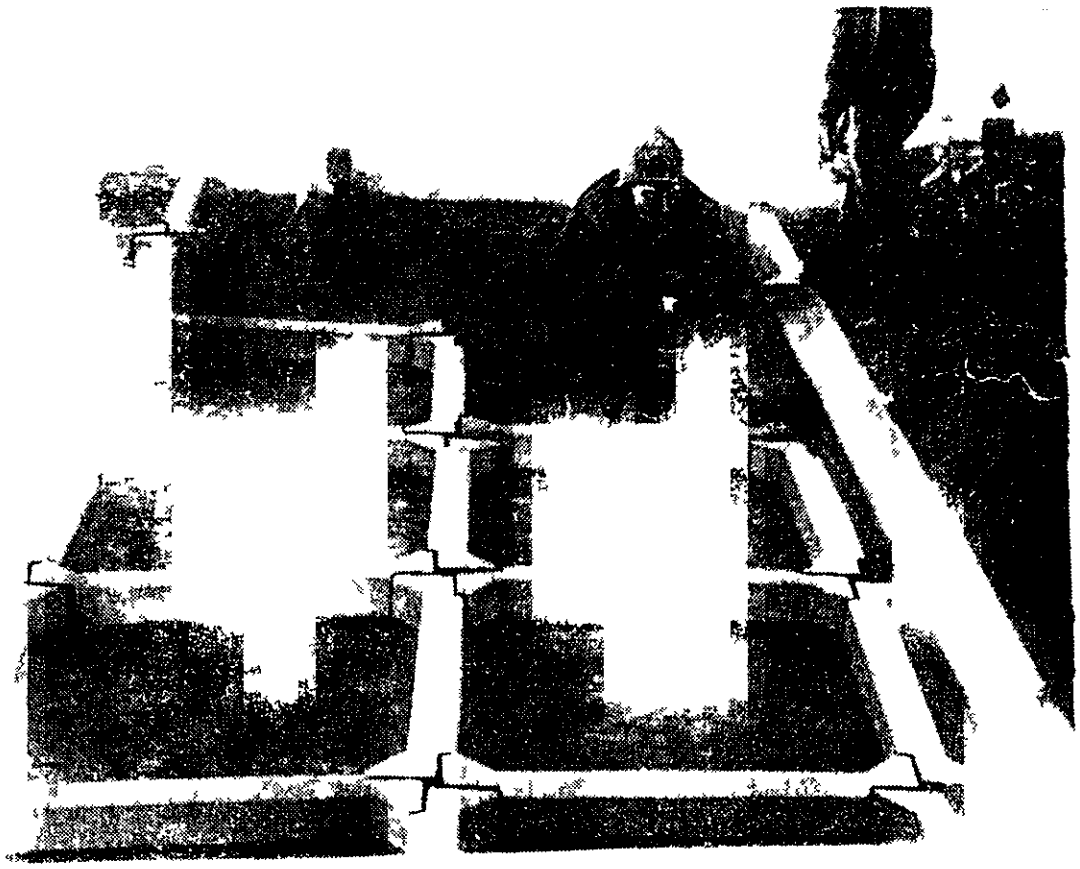


Рис.14. Монтаж решетчатых конструкций на откосе дамбы

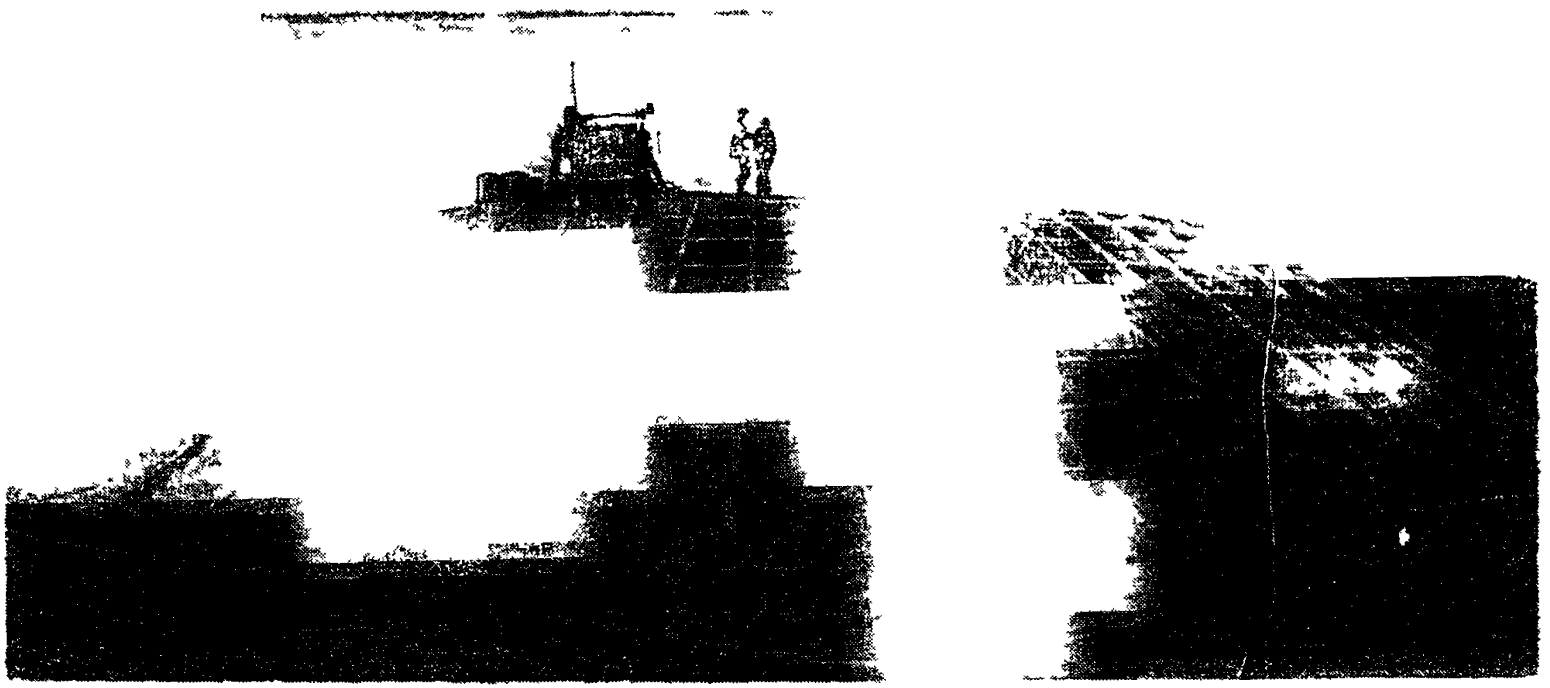


Рис.15. Монтаж решетчатых конструкций на откосе насыпи на автомобильной дороге в г.Тюмени. (Заполнение ячеек цементо- и нефтегрунтом)

gost.e-ecolog.ru