**МИНИСТЕРСТВОТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

**ТЕХНИЧЕ****СКИ****Е
УКАЗАНИЯ****ПО ПРИМЕНЕНИЮ СБОРНЫХ
РЕШЕТЧАТЫХ КОНСТРУКЦИ****Й
Д****ЛЯ УКРЕПЛЕН****ИЯКОНУСОВ И ОТКОСОВ****ЗЕМЛЯН****ОГО ПОЛОТН****А**

            **ВСН181-74**

**МИНТРАНССТРОЙ**

*УтвержденыТехническим управлением Министерства
транспортного строительства 5 февраля
1974 г. приказом № 5*

**МОСКВА 1974**

Приведены варианты решетчатых конструкций из сборных железобетонныхи армированныхцементогрунтовых элементов и их применение для укрепления конусов и откосов земляногополотна в целях защиты от деформации, связанных с нарушением местной устойчивости. Изложены требования к изготовлению сборных элементов и их монтажу на поверхности откосов, а также содержание укрепленных откосов в периодэксплуатации. В приложениях даны характеристика нарушений местной устойчивости, методика определения расчетных характеристик ирасчет экономической эффективности.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Существующиеспособы укрепления откосов путем создания травяного покрова в определенных условияхнеэффективны. В ряде районов травосеяние затруднено или невозможно из-занеблагоприятныхклиматических условий и отсутствия растительного грунта.

Применениесборных бетонных, железобетонных и асфальтобетонных плит для укрепления неподтапливаемых откосов, а также в случае временногоили постоянного подтопления нецелесообразно и неэффективно из-за их высокойстоимости и значительной трудоемкости работ по их изготовлению имонтажу.

Всвязи с этим в Союздорнии и ЦНИИС были исследованы возможности использования сборныхрешетчатых конструкций для укрепления конусов и откосов.

«Техническиеуказания по применению сборных решетчатых конструкций дляукрепления конусов и откосов земляногополотна» разработаны на основе теоретических исследований, анализа опытныхработ, проектных данных и результатов обследования состояния конструкций укрепленияиз сборных элементов в процессе эксплуатации конусов и откосов земляногополотна автомобильных и железных дорог вразличных природных условиях.

«Техническиеуказания» предназначены для руководства проектным и строительным организациям при назначениирешетчатых конструкций для укрепления конусов и откосов, изготовлении сборных элементов и производстве укрепительных работ (дляновостроек).

«Техническиеуказания» разработаны Союздорнии(канд. техн. наук Ю. Л. Мотылевым, В. Д. Казарновским,инж. Ю. М. Львовичем и В. И. Чуевым), ЦНИИС (канд. техн. наук П. Г. Пешковым) с участиемспециалистов Союздорпроекта (канд. техн. наукБ. Ф. Перевозникова, инж. И. Ф. Бушинской), ТюМИСИ (канд. техн. наук А. В. Линцера, В. А.Юрченко, инж.С. И. Матейковича), Тюмендорстроя (инж. Ю. В. Юшкова и Б. Ф. Илясова), Мосгипротранса.

Предложения и замечания по настоящим Техническим указаниямпросьба направлять по адресу: 143906, Московская область, Балашиха, Союздорнии.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Министерство транспортного строительства | Ведомственные строительные нормы | ВСН 181-74 |
| Технические указания по применению сборных решетчатых конструкций для укрепления конусов и откосов земляного полотна | Минтрансстрой |
| Вновь |

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1.Настоящие «Технические указания» предусматривают применение сборных решетчатыхконструкций для укрепления конусов и откосов земляного полотна в целях ихзащиты от деформаций, связанных с нарушением местной устойчивости (табл. [1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i288247), [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i315296) иприложение [1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i226444)).

1.2.Выбор и назначение решетчатых конструкций для укрепления конусов и откосовследует осуществлять на основе конкретных данных о конструкции земляногополотна (высоте и крутизне откосов, наличии полок, дренажей и т.п.), погодно-климатических и гидрогеологических условиях, свойствах грунтов ихарактере изменения их прочности подвоздействием попеременного набухания-высушиванияи промерзания-оттаивания. Кроме того, необходимы данные о сроках строительстваучастка дороги и особенностях проекта его организации.

1.3. В каждом конкретном случае указанные конструкции укрепленияследует назначать с учетом области их рационального применения.

| Внесены Государственным всесоюзным дорожным научно-исследовательским институтом (Союздорнии) и Всесоюзным научно-исследовательским институтом транспортного строительства (ЦНИИС) | Утверждены Техническим управлением Министерства транспортного строительства 5 февраля 1974 г. Приказ № 5 | Срок введения - 1 мая 1974 г. |
| --- | --- | --- |

Таблица 1

**Формы нарушения местной устойчивости неподтапливаемых откосов**

| Название и форма нарушения | Воздействующие факторы |
| --- | --- |
| а) Эрозионные деформации |  | Движение воды по поверхности откосов |
| б) Локальные деформации скольжения |  | Промерзание-оттаивание, набухание-высушивание |
| в) Деформации пластического течения |  | Промерзание-оттаивание, набухание-высушивание |
| г) Оплывины и сплывы |  | Промерзание-оттаивание, набухание-высушивание, влажность |
| д) Выносы |  | Силовое воздействие грунтовых вод |

Таблица 2

**Формы нарушения местно****й****устойчивостиподтапливаемых откосов**

| Название и форма нарушения | Воздействующие факторы |
| --- | --- |
| а) Потери устойчивости откосов, сплывы |  | Силовое воздействие ветровых и судовых волн |
| б) Размывы подошвы откосов насыпей |  | Движение речных вод вдоль насыпи |
| в) Деформации откосов (частичные или сплошные) |  | Ледоход и корчеход |
| г) Потери устойчивости откосов, сплывы и оплывины |  | Длительное подтопление с периодическим колебанием уровня |
| д) Выносы и сплыви в нижней части насыпи |  | Силовое воздействие фильтрационных вод |

Условныеобозначения:

Р. Г. В. В. - расчетныйгоризонт высоких вод;

Г. В. Л. - горизонтвысокого ледохода;

Р. Г. П. В. - расчетный горизонт паводковых вод.

2. РЕШЕТЧАТЫЕКОНСТРУКЦИИ ИЗ СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

2.1. Решетчатые конструкции состоят из сборных железобетонных илиармированных цементогрунтовых элементов, которые после объединенияв стыках образуют на поверхности конуса или откоса решетку с ячейками заданногоразмера. Решетку присоединяют к поверхностным слоям грунта конуса или откоса металлическими штырями или железобетонными свайками,забиваемыми в узлах стыков.

Сборныеэлементы могут иметь диагональное или прямоугольное расположение в конструкцииукрепления (табл. [3](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i85101) и приложение [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i356616)).

2.2.В нижней части, возле подошвы земляного полотна, расположен бетонный илижелезобетонный упор, который воспринимает сдвигающее усилие от собственноговеса решетчатой конструкции.

Упорымогут быть монолитными сечениями30×40, 30×15 *см*или из сборныхблоков сечением 20×20×34 *см.*В качестве такого упора вопределенных случаях могут служить сами сборные элементы, образующие нижний пояс. Упор выполняютв виде сплошного ленточного нижнего пояса или прерывистый, устанавливаемый только перед стыками нижних элементов по типуотдельных упорных зубьев или железобетонных сваек.

2.3.Длину штырей и сваек назначают в зависимости от предполагаемоймощности зоны поверхностных слоев откоса, где прочность грунта может бытьнарушена в результате циклических воздействийпромерзания-оттаивания, увлажнения (набухания)-высушивания, а такжесиловых воздействий текучих или паводковых вод (подтапливаемые конусы и откосы), но не менее 0,5 и не более 1,5 *м*.

Металлическиештыри выполняют из арматуры периодического профиля диаметром 20-30 *мм*; железобетонные свайки (вариант № 1, а, б) - диаметром30-80 *мм*.

2.4.Стыки объединения сборных элементов могут иметь жесткое замковое соединение (табл. [3](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i85101), варианты № 1-3, 5) или гибкое соединение с помощью арматурных петель (табл. [3](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i85101), варианты № 4, 6).

2.5. Для заполнения ячеек следует применять:

засевтрав по растительному грунту методом гидропосева или механизированным методом;

местныйморозостойкий (непучинистый)грунт с последующим засевом трав методомгидропосева;

гравийно-песчаные смеси;

торфо-песчаные смеси;

щебеньразмером 40-70 *мм*;

каменнуюнаброску с размером камня 50-100 *мм*;

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

песчаныйасфальтобетон;

монолитныйцементобетон, в том числе тощий и песчаный.

Таблица 3

**Варианты решетчатых конструкции**

| № варианта | Конструкция | Схема конструкции | Сечение элементов (1-1),*см* | Количество элементов на 1000 *м2*, шт. | Длина элемента,*см* | Вес, *кг* | Расход бетонной смеси, *м**2* | Расход металла, кг/100 *м**2* |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| одного элемента | общий на 100*м**2* | на один элемент | общий на 100*м**2* |
| 1 | Треугольная и ромбическая сдиагональным расположением элементов |  |  | 8460 | 200 | 27 | 22751625 | 0,011 | 0,910,69 | 12087 |
| 2 | Облегченная с диагональным расположением элементов |  |  | № 1 - 10 | 260 | 34 | 2180 | 0,0135 | 0,91 | Диаметром 4 *мм* - 80 |
| № 2 - 80 | 160 | 23 | 0,0096 | Диаметром 6 *мм* - 232 |
| 3 | С прямоугольным расположением элементов и диагональным |  |  | № 1 - 157 | 100 | 26,1 | 5380 | 0,0104 | 2,16 | 101 |
| № 2 - 25 | 23,4 | 0,0093 |
| № 2 - 25 | 27,8 | 0,0111 |
| 4 | Универсальная (любое расположение элементов) «ригель -стойка» |  |  | 19994 | 100150 | 37,827,0 | 35805210 | 0,0108 | 1,422,08 | 94143 |
| 5 | Усиленная с прямоугольным расположением элементов |  |  | № 1 - 88 | 100 | 48,8 | 8370 | 0,0195 | 3,40 | 79 |
| № 2 - 105 | 39,8 | 0,0159 |
| 6 | Рамная |  |  | 50 рам | 200 | 180 | 9000 | 0,072 | 3,6 | 505 |

3. ПРИМЕНЕНИЕРЕШЕТЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ

3.1.Решетчатые конструкции из сборных элементов для неподтапливаемых откосов рационально применять при укреплении:

а) конусови откосов, сложенных легкоразмываемыми песчаными и глинистыми грунтами,склонными к эрозионным деформациям вслучаях:

когдатравосеяние неэффективно в связи с опасностью развития эрозионных деформаций в период образования корневой системы трав, а одерновка нецелесообразна из-забольших трудозатрат;

когдатравосеяние невозможно или неэффективнов связи с неблагоприятными климатическими и почвенными условиями, а одерновка неприменима из-за отсутствия дерна;

б)конусов путепроводов вместо сборныхжелезобетонных плиток или монолитныхоблицовок;

в)откосов, сложенных глинистыми грунтами (преимущественно тяжелымисуглинками или жирными глинами четвертичного и болеераннего периода), склонными к развитию локальных деформаций скольжения илипластического течения (табл. [1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i35636), *б*, *в*) с последующим образованием сплывов и оплывин, в случаях:

разуплотняющихсяпри снятии бытовой нагрузки глинистых грунтов (в выемках);

набухающихи усадочных грунтов при α > 10, μ < 0,4 (см. приложение [1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i226444));

грунтов,опасных по химическому выветриванию;

г)откосов в случаях, когда имеется опасность быстрого перехода грунтаповерхностных слоев в текучее состояние с образованием сплывов и оплывин, а именно:

приразработке выемок в пылеватыхгрунтах исооружении насыпей из них;

приразработке выемок в переувлажненных грунтах(коэффициент консистенции *B* > 0,5);

приналичии водонеустойчивых грунтов, переходящих при незначительномувеличении влажности в текучее состояние (грунты с числом пластичности меньше 12);

д)откосов выемок из глинистых грунтов при наличии мест слокализованными выходами горизонтов грунтовых вод в случаях, когда имеетсяопасность возникновения выносов, сплывов и оплывин (взамен присыпных откосныхдренажей);

е)откосов, сложенных глинистыми грунтами в стесненных условиях, когда необходимо увеличить их крутизну до величиныбольшей, чем это определено расчетом на местную устойчивость (см. приложение [1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i226444)), но не более крутизны,назначаемой из условия обеспечения общей устойчивости;

ж)во всех случаях, когда необходимо срочно укреплять откосы в связи свероятностью развития деформаций, в результате внезапных ливней, таяния мощныхснегов, наличия дочетвертичных отложений грунтов идругих опасных условий.

3.2.Подтапливаемые откосы земляного полотна железных дорог ниже границы волновоговоздействиясборными решетчатыми конструкциями не укрепляют.

Дляподтапливаемых откосов земляного полотна автомобильных дорог решетчатые конструкциииз сборных элементов рационально применять:

а)при укреплении низовых откосов пойменных насыпей, а также внутреннихоткосов регуляционных сооружений в случаях, когда травосеяние невозможно в связис 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 кмостам через реки, водоемы, канавы, водохранилища, а также для защиты откосов набережных и других сооружений, когда по характерурасчетных гидрометеорологических условий применение сборных плит или монолитныхконструкций экономически нецелесообразно, в случаях:

воздействиянебольших ветровых или судовых волн (см. табл. [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i42751));

движенияречных вод с относительно малыми скоростями течения (см. табл. [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i42751), *б*);

наличиянезначительного ледохода (см. табл. [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i42751));

в)при укреплении откосов пойменных насыпей в случае их длительного (более 20 суток) подтопления, когда по другим гидрометеорологическим условиям применениесборных плит и монолитных конструкцийэкономически нецелесообразно, а использованиефашинных конструкций, плетневых заборов и т.п. сопряжено с большимитрудозатратами;

г)при укреплении верхней части низовых и верховых откосов, подверженныхразмыву только в нижней части;

д)во всех прочих случаях, когда расчетные гидрометеорологические условияпозволяют применять решетчатые конструкции, при наличии местных каменных идругих материалов, рекомендуемых для заполнения ячеек (п. [2.5](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i77161));

е)для архитектурного оформления поверхности откосов высоких пойменных насыпей наподходах к мостам через широкие реки, каналы и водоемы, возводимые вблизи городов и населенных пунктов, когда этоэкономически целесообразно и эффективно при расчетных гидрометеорологическихданных.

4. ПРИНЦИПЫ НАЗНАЧЕНИЯРЕШЕТЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ

4.1.Решетчатые конструкции для защиты откосов от деформаций, связанных с нарушениями местной устойчивости, необходимо назначать на основе:

данныхо наличии деформаций поверхностных слоев конусови откосов, находящихся в аналогичных грунтовых, гидрогеологических иклиматических условиях с проектируемым объектом;

результатовполевых и лабораторных исследований изменения свойств и состояния грунта под воздействием процессов физико-химического выветривания;

результатовоценки местной устойчивости откосов с учетом мощности активной зоны,опасной с точки зрения развития сплывов и оплывин (см. приложение [1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i226444));

технико-экономическогосравнения решетчатых конструкций с другимимероприятиями по обеспечению местной устойчивости откосов.

4.2.При окончательном решении о назначении решетчатых конструкций для укрепления конусов и откосов следуетучитывать в каждом конкретном случае наиболее рациональное сочетание конструктивных параметров: собственный весрешетки, размер ячеек, материал их заполнения,расположение сборных элементов (прямоугольноеили диагональное) на поверхности откоса; целесообразность устройства и т.д.

4.3.При укреплении конусов путепроводов, высоких откосовнасыпей, набережных и т.д. необходимо учитыватьэстетические требования и назначать решетчатыеконструкции с диагональным расположениемэлементов и заполнением ячеек цветными материалами: цветным щебнем,синтетическимиматериалами, посевом специальноподобранных трав и т.д.

**Неподтапливаемыеоткосы**

4.4.Для укрепления конусов путепроводов и откосов земляного полотна неподтапливаемыхнасыпей, а также сухих выемок в целях защиты их от развития эрозионных деформацийрекомендуются варианты решетчатых конструкций№ 1, б, 2, 4. Ячейки следует заполнятьрастительным грунтом с последующим посевомтрав методом гидропосева, а в неблагоприятных для прорастания травы условиях (п. [3.1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i102107), а)местными (непривозными) естественными материалами: гравийно-песчаными,торфо-песчаными смесями, мелким камнем и т.п.

Длинуметаллических штырей в конструкциях вариантов № 2 и 4 назначают равной0,5 *м*,а размер ячеек - 150×150 *см*. Длинужелезобетонных сваек (вариант № 1, б) -1 *м*.

4.5.При укреплении откосов земляного полотна, глинистые грунты которыхсклонны к быстрому переходу в текучее состояние в весенний период собразованием сплывов и оплывин глубиной 0,5 *м*, назначают решетчатые конструкциивариантов № 1, а и 4. Длину металлическихштырей в варианте № 4 назначают равной 0,8 *м*, размер ячеек - 100×100 *см*. Длину железобетонных сваек (вариант1, а) - 1 *м*.

Ячейкизаполняют:

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

-каменной наброской (вариант № 4), гравием, гравийно-песчаными смесями и другимиместными материалами при разработке выемок в переувлажненных грунтах(коэффициент консистенции *B* ≥ 0,5), а также при возведениинасыпей из влагоемких грунтов в осенне-зимний период.

4.6.Откосы насыпей и сухих выемок из глинистых грунтов (п. [3.1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i102107)), опасных с точки зрения развития деформацийлокального скольжения или пластического течения на всей глубине зоны воздействияпогодно-климатических факторов, необходимо укреплять при помощи решетчатыхконструкций варианта № 3 (приложение [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i356616),рис. [3](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i376609)).

Длинуметаллических штырей принимают равной 1-1,5 *м*.

Ячейкизаполняют местным морозостойким (непучинистым) и ненабухающим грунтом споследующим посевом трав методом гидропосева.

4.7.При укреплении откосов выемок в случае выклинивающихся горизонтовгрунтовых вод периодического действия с незначительным дебитом (менее 0,1 *л/**сек*на *1 м* водоносного горизонта) рекомендуются конструкции вариантов № 3 и 4 (приложение[2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i356616), рис. [3](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i376609), [4](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i383942)).

Ячейкизаполняют щебнем или гравием размером 40-70 *мм*, длину штырей принимают равной - 1 *м*.

Приэтом конструкцию целесообразно устраивать не на всю высоту откоса, а толькоот подошвы выемки и до границы выхода горизонтов грунтовых вод +0,5 *м*. Верхнюю оставшуюся часть откосаукрепляют посевом трав по растительному грунту.

Еслигоризонты грунтовых вод находятся в нижней частивыемки, то следует назначать решетчатую конструкцию варианта № 6, а и б с аналогичным заполнением ячеек (приложение [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i356616), рис.[5](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i391201)).

4.8.Для укрепления откосов насыпей и выемок из глинистых грунтов принеобходимости увеличения их крутизны встесненных условиях принимают решетчатыеконструкции варианта № 5 (приложение [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i356616),рис. [4](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i383942)).

Ячейкизаполняют местным камнем или грунтом, обработанным вяжущими материалами;длину штырей принимают равной 1 *м*.

**Подтапливаемые откосы**

4.9.При укреплении подтапливаемых откосов вариант решетчатых конструкций следует устанавливать в зависимостиот вида материала для заполнения ячеек исоответствующих ему допускаемых (предельных) гидрогеологических условий потабл. [4](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i127269).

4.10.Для укрепления конусов и откосов пойменных насыпей, набережных и другихземляных сооружений следует назначать решетчатые конструкции вариантов № 3,5, 6 (приложение [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i356616), рис. [3](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i376609), [4](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i383942), [5](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i391201)):

а)конструкция № 3 рекомендуется для наиболее легких гидрогеологических условий в местах укрепления низовых откосов пойменных насыпей, внутренних откосовтраверс, регуляционных сооружений и т.п. принезначительном волнобое (высота волны до 0,3 *м*) и скорости течения воды, не вызывающей размыва подошвы насыпей;длина штырей - 1 *м*;

б)конструкции № 5, 6 применяют для наиболее тяжелых гидрогеологических условий,пределами которых являются:

максимальнаяскорость течения воды - не более 2,5 *м**/сек*;

высотаволны с набегом- не более 0,5 *м*;

толщинальда - не более 0,6 *м*;

корчеходс размерами отдельных деревьев - не более 5-6 *м* в длину и 0,3 *м* вдиаметре;

максимальнаяглубина размыва подошвы - не более 2 *м*;

ледоходс размером льдин- не более 5×7 *м*.

Длинаштырей в конструкциях № 5, 6 - 1,5 *м*.

Таблица 4

**Условия примен****е****ния типов заполнения ячеекрешетчатых конструкций**

| Типы заполнения решетчатых конструкций | Длительность подтопления, сутки | Скорость течения,*м/сек* | Высота волны, *м* | Толщина льда,*м* | Ледоход | Корчеход |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I - растительный грунт с засевом трав | Менее 20 | Не более 0,5 | Отсутствует | Не более 0,3 | Отсутствует | Отсутствует |
| II - грунт, обработанный вяжущим (8-15 %) | Менее 20 | Не более 0,8-1,0 | Не более 0,2-0,3 | Не более 0,3 | Слабый в виде отдельных льдин размером не более 10*м* | Отдельные деревья не более 3 *м*в длину и 0,1-0,2 *м*в диаметре |
| III - каменная наброска | 20 и более | В зависимости от крупности камня, но не более 1,0-1,5 | По расчету | 0,4-0,5 | То же | То же |
| IV - монолитный бетон | 20 и более | 1,5-2,5 | Не более 0,5 | Не более 0,6 | Со средней интенсивностью при размерах отдельных льдин не более 5×7 *м* | Наличие деревьев не более 5-6 *м*в длину и в диаметре до 0,5 *м* |

4.11. Для рационального применения решетчатых конструкций ихнеобходимо назначать дифференцированно, по зонам подтопленияконусов и откосов, в зависимости от характерагидрогеологических условий в этих зонах (рис. [1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i131342)).



Рис. 1. Зоны укрепленияподтопляемых откосов:

*I* - зона постоянного уровня подтопления; *II* - зона паводкового подтопления; *III* - зона паводкового волнового воздействия; *Р. У.**П.В.* -расчетный уровень паводковых вод; *Г. М.**В.*- горизонт меженных вод; Δ*h**вл* - высота волны

Целесообразноприменять комбинированные конструкции для укрепления как по высоте, так и подлине откоса (например, пойменной насыпи в пределах подтопления).

Такжерекомендуется заполнять ячейкиразличными материалами, комбинируя их в зависимости от изменения гидрогеологических условий.

4.12.При назначении решетчатых конструкций необходимопредусматривать рациональное и экономическицелесообразное сочетание их с другимиконструкциями укреплений, известными в практике транспортного строительства: сбетонными и железобетонными плитками, гибкими покрытиями в виде тюфяков, атакже с каменной наброской (рис. [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i143757)). В случае возможного размыва подошвынасыпи необходимо предусматривать защитуподошвы откоса от размыва.

4.13.Для защиты подошвы откоса, а также упора (п. [2.1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i67383)), находящегосяв зоне размыва, следует использовать:

а)каменную наброску, объем которой должен быть рассчитан на защиту отразмыва, а крупность камня должна соответствовать (в зоне размыва) максимальнойскорости течения воды при расчетной глубинеразмыва. При определении объема камня следует принимать уклон откоса воронкиразмыва, равным 1:2, а толщину слоя каменной наброски- не менее размера двух камней;

б)гибкие покрытия в виде различных плит илигибких тюфяков, укладываемых на поверхность с уклоном 1:1,5 в сторону воронки размыва. Длину укрепления из гибкихконструкций принимают с учетом их опускания в воронку размыва с уклоном 1:2 нарасчетную глубину;

в)комбинированные конструкции (см. рис. [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i143757),а) в виде гибких покрытийсовместно с каменной наброской при небольшой глубине меженных вод.

4.14.При использовании в нижней части подошвы насыпей гибких укрепленийрекомендуется заменять ленточный упор в решетчатых конструкциях вариантов № 3,5, 6 свайными.



Рис. 2. Назначение укреплений подтопляемыхоткосов:

*а* - при отсутствии размывов у подошвы и отсутствии меженных вод; *б* - при размывах у подошвы и отсутствии меженныхвод; *в* - то же, но при наличии меженных вод; *1* - засевтрав; *2* - металлические штыри: *3* - решетчатаяконструкция; *4* - гибкое укрепление; *5*- бетонный упор; *6* - каменная наброска; *7* - обратнаязасыпка

4.15.Откосы пойменных насыпей высотой более 6 *м*при отсутствии размыва у подошвы насыпи, а также при отсутствии в периодстроительства меженных или подпорных вод следует укреплять по схеме рис. [3](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i157733); при наличии меженных вод и размывов уподошвы нижнюю часть высоких откосов укрепляют по схемам рис. [1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i131342), [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i143757).



Рис. 3. Назначение укреплений откосов пойменных насыпейвысотой более 6 *м*:

*1* - засев трав; *2* - стальныештыри; *3* - решетчатая конструкция; *4*- бетонный упор

4.16.В случае применения решетчатых конструкций для укрепления высоких откосов,которые разделены на ярусы, ширину бермы между ними (см. рис. [3](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i157733)) определяют по формуле

*l**б* = *n* · *l* + (*by* + *b**c*) *м*,                                                     (1)

где *п* - количествосборных элементов, определяющих размеры ячеек обрешетки;

*l* -    расстояние между узлами объединения (восях) сборных элементов решетки, *м*;

*b**y* -  ширина основания упора, *м*;

*b**с* -  проекция скошенной грани упора на его основание, *м*.

Упорна берме назначают при необходимости укрепления откоса, расположенного вышебермы, с длиной образующей не менее 3 *м*.

Ширинубермы без упора находят по формуле

*l**б* = *п* · *l* *м*.                                                                  (2)

5. ТЕХНОЛОГИЯИЗГОТОВЛЕНИЯ СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

5.1.Сборные элементы могут быть изготовлены изжелезобетона (в том числе и из песчаного) иармированного цементогрунта.

5.2.Требования к бетону из сборных элементов должнысоответствовать ГОСТ 8424-72 «Бетон дорожный».Марки бетона назначают по табл. 5.

Таблица 5

| Прочность бетона на растяжение при | Марка бетона решетчатых конструкций из сборных элементов для откосов |
| --- | --- |
| подтапливаемых | неподтапливаемых |
| Изгибе | 50-45 | 50-25 |
| Сжатии | 400-360 | 400-200 |

Для сборных элементов бетон дополнительно должен удовлетворятьтребованиям ГОСТ 4795-68, предъявляемым к гидротехническомубетону с точки зрения устойчивости против агрессивных вод.

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

5.3.Песчаный бетон для сборных элементов приготавливают изцемента, воды и песка с обязательным введением добавок поверхностно-активных веществ, способствующих повышению долговечностиконструкций.

Дляприготовления песчаного бетона следует использовать цементы,отвечающие требованиям ГОСТ 8424-63 и ГОСТ10178-62\* п. 16.

Вкачестве заполнителя, в песчаных бетонах применяют природныекварцевые, кварцево-полевошпатовые и искусственные пески из горных пород, «фракционированные и нефракционированные, удовлетворяющиетребованиям ГОСТ 10268-70 «Заполнители для тяжелого бетона» и ГОСТ 8736-67 «Пески для строительных работ».

Проектированиесостава песчаных бетонов, приготовление смесей и уход за готовымиизделиями следует осуществлять в соответствиис «Техническими указаниями по применению мелкозернистых (песчаных) цементных бетонов в дорожном строительстве» ВСН 171-70.

5.4.Цементогрунт для сборных элементов может быть двух видов: обычный цементогрунт и цементогрунт автоклавноготвердения.

5.5.Обычный цементогрунт должен удовлетворять требованиям СН25-64 (I класс прочности), процентвяжущего при этом должен быть не менее 10-12 %. Морозостойкость неменее 50 циклов. В качестве заполнителя рекомендуется применять местные пески исупесчаные грунты.

5.6.Цементогрунт автоклавного твердения отличается от обычного цементогрунтаобработкой при твердении изделий (под давлением насыщенного пара 8-10 *ати*). Дляавтоклавного цементогрунта установлены следующие марки попределу прочности на растяжение при изгибе «60», «55», «50», «45», «35», «40» и при сжатии«400», «350», «300», «250», «200», «150» *к**Гс/см*2; морозостойкостьне менее 50 циклов; содержание вяжущего 12-25%.

Дляприготовления цементогрунтовых смесей применяют портландцемент, шлакопортландцемент, удовлетворяющиетребованиям ГОСТ 10178-62\*. Наиболее пригодны дляавтоклавного цементогрунта песчаные исупесчаные грунты с числом пластичности 1-7.

5.7.Для армирования сборных элементов применяют арматуру из горячекатаной сталипериодического профиля марки 25ГС или 35ГС по ГОСТ 8478-66.

5.8.Сборные элементы изготавливают на базах ЖБК, на стендах и полигонах (в летний период) в металлическихили деревянных опалубках (см. приложение [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i356616), рис. [7](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i401514), [8](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i414115)).

Производствосборных элементов включает: приготовление бетонных или цементогрунтовых смесей,заполнение ими опалубки, установку арматуры и монтажных петель,уплотнение и соответствующий уход за готовыми изделиями в период твердения.

5.9.Выдерживать сборные элементы из автоклавного цементогрунта в целях их твердениярекомендуется в два этапа. На первом этапе (16-24 *ч*) элементывыдерживают в формах до начала запаривания их в автоклаве. На втором этапеосуществляют тепловую обработку. Ориентировочные режимы запаривания изделий вавтоклаве даны в табл. [6](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i177771).

Таблица 6

| Объем изделий, *м* | Давление пара и автоклаве, *ати* | Режим автоклавной обработки, ч |
| --- | --- | --- |
| подъем давления пара | выдерживание при постоянном давлении | спуск давления пара до атмосферного |
| 0,10 | 9 | 1 | 6 | 1 |
| 1,00 | 9 | 2 | 6 | 2 |

6. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖАРЕШЕТЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

6.1.Монтаж решетчатых конструкцийиз сборных элементов необходимо начинать только после устройства водоотвода, траншейныхдренажей, планировки и уплотнения откосов. К укреплению поверхности откосоввысоких насыпей (выше 12 *м*) и глубоких выемок(глубже 12 *м*) приступают сразу после сооружения и окончательной отделки каждогояруса.

Откосыпланируют экскаватором Э-4010, а высокие (выше 12 *м*) - планировочнойрамой, навесной к стреле экскаватора. Местные неровности устраняют при монтажерешетчатых конструкций.

6.2. Перед началом монтажа должны быть выполнены разбивочные работы. Сначаларазбивают базис - опорную линию для устройствабетонного упора или укладки нижнего ряда элементов. На базисе размечают размерысборных элементов укладываемой конструкции и переносят их на поверхность откоса по образующим,перпендикулярным опорной линии, с закреплением осевых линий разбивочными колышками.

Длярешетчатых конструкций с диагональным расположением элементов разбивку осуществляют по диагональным размерам ячеек.

6.3.Бетонный упор устраивают путем укладки блоков принятого размера в траншею,подготовленную по опорной линии. Места стыковки сборных бетонных блоков омоноличивают.

6.4. Сборные элементы транспортируют к месту укладки набортовых автомобилях. Разгружают на обочину или на поверхность откосаавтокраном кассетным способом.

6.5.Сборные элементы следует монтировать снизу вверх (см. приложение[2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i356616), рис. [9](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i427757)-[12](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i435972)).

Примонтаже треугольной конструкции варианта № 1, а элементы наращиваютрядами; необходимое,удлинение верхних рядовна криволинейных участках компенсируют за счет увеличения зазоров в стыках.Ромбическую конструкцию варианта № 1, б монтируют в диагональном направленииснизу вверх к оси укрепляемой поверхности.

6.6.Металлические штыри и скобы в узлах забивают стальной кувалдой вручную; для железобетонных сваек предварительно бурят отверстия заданного диаметра и глубины мотобуром Д-10.

Металлическиештыри, скобы и монтажные петли элементов перед укладкой необходимо смазатьбитумом.

6.7.После монтажа решетчатой конструкции ячейки заполняют заданнымматериалом, который подают краном или экскаватором, оборудованным грейфернымковшом (см. приложение [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i356616), рис. [12](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i435972)).

Грунт,гравийно-песчаные смеси и щебень разравнивают экскаватором Э-4010 с досыпкой или выборкойлишнего материала вручную.

Укладкув ячейки местного камня, стабилизированных грунтовых смесейосуществляют вручную с помощью средств малой механизации.

6.8.Гидропосев выполняют после завершения монтажа конструкции, заполнения ячеек и устранения неровностейсборных элементов, полученных при укладке.

7. ТЕХНИКАБЕЗОПАСНОСТИ

7.1.При производстве земляных, погрузочно-разгрузочных и укрепительных работ необходимо соблюдать требования по технике безопасности, изложенные в главе СНиП III-А.11-70.

7.2.Для передвижения рабочих по поверхности откосов и конусов следуетприменять деревянные переносные трапы иподмости.

7.3.Не допускается выгружать сборные элементы на обочину или поверхностьоткоса «навалом», т.е. непосредственно автомобилями-самосвалами. Элементыдолжны быть выгружены из транспортных средствс помощью автокрана и уложены в намеченные приразбивочныхработах места на поверхности откоса.

7.4.Нельзя приступать к укрепительнымработам на мокрой, а также на мерзлойповерхности откоса.

7.5.Для сборки решетчатых конструкций рабочие должны быть снабженызащитной спецодеждой инеобходимым инструментом.

7.6.При монтаже решетчатых конструкций запрещается работа в нижней части откоса людей имеханизмов на длине фронта работ плюс 15 *м* в обе стороны.

Наэксплуатируемых линиях при движении поездов монтажные работы должны бытьнемедленно прекращены.

7.7.При одновременном монтаже решетчатых конструкций и бурении скважин разрыв междуучасткамиработ должен быть не менее 15 *м*.

7.8.При выполнении буровых работ станком Д-10необходимо соблюдать соответствующиетребования техники безопасности и правилаэксплуатации станка.

7.9.Запрещается переноска бурового станка с работающим мотором по откосу.

8. СОДЕРЖАНИЕ ОТКОСОВ,УКРЕПЛЕННЫХ РЕШЕТЧАТЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

8.1.При нарушении целостности материала, заполняющего ячейки,его необходимо восстановить.

8.2.При нарушении взаимного расположения сборных элементов последеформации пучения грунтов следует восстановить сплошность самой конструкции иупоров.

8.3.В случае выпучивания железобетонных сваек, установленных в отверстие монтажныхэлементов, на величину более 6 *см*за сезон, свайки удаляют, а взамених в подошве конструкции устраивают упоры.

8.4.При нарушении устойчивости упоров и положения нижних рядов конструкциипри восстановлении укрепления заменяют сплывший и переувлажненный связной грунт дренирующимс увеличением заглубления упора и повторной укладкой элементов нижнего ряда.

8.5.При нарушении общей устойчивости откосов и назначении специальных противодеформационных мероприятий, не требующих применения решетчатыхконструкций для обеспечения местной устойчивости, элементы должны быть собраныдля вторичного использования на других участках.

*Приложение1*

ОЦЕНКА местной устойчивости

Нарушенияместной устойчивости связаны с локальными деформациями в зонах,непосредственнопримыкающих к поверхности откоса. Глубина захвата ихобычно не превышает 2 *м*. Онимогут возникать в любой части откоса (по его длине) независимо от степени обеспечения общейустойчивостии носят, как правило, прогрессирующий характер.Возникновение таких деформаций обусловлено снижением прочностигрунта поверхностныхслоев в результате циклического промерзания-оттаивания, набухания-высушивания, увлажнения, а такжесиловым воздействием поверхностных и грунтовых вод.

Приоценке местной устойчивости следует учитывать:

-тип грунта, слагающего поверхностную зону откоса;

- влияние погодно-климатических факторов (увлажнения,высыхания, промерзания, оттаивания) на прочностьгрунта;

-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.

Врезультате оценки местной устойчивости устанавливают вероятность возникновения деформаций, уточняют конструкции откосов земляногополотна, намеченные предварительно на основе оценки общейустойчивости, и выбирают комплекс мероприятий по обеспечению местнойустойчивости.

*Основные формынар**у**шения м**естн**ой**устойчивости*

 Наблюдения позволили установить следующиеосновные формы нарушения местной устойчивостиоткосов:

эрозионные деформации и размывы, которые обычно характерныдля слабосвязных грунтов и возникают врезультате движения воды по поверхности откоса; опасностьэрозионных деформаций увеличивается с уменьшением сцепления грунта, увеличением крутизны и длины откоса, а также с повышением количества попадающей на откос воды;

вывалы - деформации, характерныедля откосов в скальных, полускальных и другихпородах с резко выраженными цементационными связями; опасность вываловвозрастает с увеличением степенитрещиноватости и подверженности пород выветриванию, а такжестепени их выветрелости при наличии опасногонапластования, увлажнения, динамическоговоздействия (сейсмические условия, взрывы ит.д.);

локальные деформации скольжения, приводящие к полному нарушениюустойчивости поверхностного слоя откоса с образованием явно выраженнойповерхности скольжения, стенки отрыва, а также призмы выпирания; приэтом в первом приближении смещающиеся части откоса можно рассматривать как монолитные блоки;

деформации пластического течения, носящиехарактер медленных перемещении, вызывающих образование трещин, заколов,наплывов, взбугриваний и т.п., связанных спостояннымизменениемконфигурацииоткоса.

Такойхарактер деформаций откоса свидетельствует о наличии некоторой зоныпластических деформаций без явно выраженной поверхности скольжения;

Деформациилокального скольжения и пластического течения развиваются в откосах выемок, сложенных тяжелыми глинистыми грунтами,и являются переходной стадией к развитию сплывови оплывин;

оплывины - деформации,характерные для откосов из глинистых влагоемких грунтов и мелких водонасыщенных песков. Возникают эти деформации в результате резкого(без предварительной подготовки) перехода в текучее состояние грунтовв поверхностных зонах с соответствующимиоплываниями их по откосу;

сплывы - деформации, по своему происхождениюаналогичные оплывинам и отличающиеся от последнихбольшей шириной зоны действия. Опасность возникновения сплывов и оплывин увеличивается в результате постепенного проявления деформацийпластического течения и локальных деформаций скольжения в поверхностных слояхоткосов, сложенных глинистыми грунтами. Крометого, независимо от локальных деформаций скольжения и пластического течения, сплывы и оплывины возникают на откосах, сложенныхпучинистыми инабухающими грунтами, особенно при сооружении земляного полотна взимнее время;

выносы -локальные деформацииоткосов выемок, происходящие при выходе на откосводоносных горизонтов, представленныхпесчаными разностями, способными выноситься фильтрационным потоком грунтовых вод.

Опасностьтаких деформаций увеличивается с повышением содержания впороде частиц размером от 0,005до 0,25 *мм*(пылеватые и мелкопесчанистые фракции);с повышением однородности песка; уменьшением содержания в породе глинистых фракции; увеличениемокатанности зерен и уменьшениемплотности породы.

Оценкастепени местной устойчивостиоткосов может быть выражена качественно, когда при определенных условиях достаточно иметь данные о составе и состоянии грунтов, чтобы судить о характереповедения поверхностных слоев откоса в тех илииных условиях, и количественно на основеразработанных расчетных методов.

*Качественная о**ц**енка*

Качественная оценка местной устойчивости основывается:

- нанакопленном ранее опыте проектирования, строительства и эксплуатациивысоких откосов в данном конкретном районе;

- наинтерпретации физических свойств глинистых грунтов, слагающих поверхностные слои высоких откосов.

Врезультате качественной оценки устанавливают:

-вероятность и характер возникновениядеформаций в поверхностных слоях высоких откосов;

-необходимость назначения специальных мероприятий по обеспечениюместной устойчивости, в данном случае - применение решетчатых конструкций.

Дляпроведения качественной оценки необходимы следующие данные физическихсвойств грунтов, слагающих поверхностные слои откосов:

*W*e -         естественная влажность (дляоткосов выемок);

*W*опт -       оптимальная влажность (для откосовнасыпи);

*W*т, *W*р -   пределы пластичности;

*W*у -         влажность на границе усадки;

*V*у -          объемная усадка (на пределеусадки).

Зерновойсостав (количество песчаных, пылеватых, глинистых частиц).

Указанные данные позволяют быстро(в полевых условиях или в лаборатории на стадии проектного задания) определять простейшие показатели, необходимые для качественной оценки. К таким показателямотносятся:

 - коэффициент консистенции;

 - коэффициент относительной влажности в пределе усадки.

Коэффициентконсистенции *B* показывает, в каком состоянии(степень пластичности) будут находиться грунты поверхностных слоев при *W*е (естественнойвлажности), полученной в полевых условиях. При помощи этого показателя может бытьосуществлен ориентировочный прогноз изменения консистенции грунтаповерхностных слоев. Для этой цели определяют *B*1 с учетомрасчетной влажности, которой может обладать грунт R поверхностныхслоях после набухания или оттаивания.

,

где  - расчетная влажность, устанавливаемая влаборатории (см. раздел «Определение расчетных параметров»).

Коэффициентотносительной влажности на пределе усадки  позволяетклассифицировать глинистые грунты по степени их усадочности. Для этой цели можноиспользовать зависимости μу = *f*(*W*т - *W*р), приведенную нарис. [1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i247599). По значению μу глинистые грунты подразделяют:

- намалоусадочные и безусадочные

μу = 0,7 ÷ 1;

-усадочные и среднеусадочные

μу = 0,4 ÷ 0,7;

-сильноусадочные

μу = 0,4 ÷ 0,1.

График(см. рис. [1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i247599)) дает такжевозможность по значению (*W*т - *W*р) определятьвеличину *W*y и *V*y.

Наиболее опасными, с точки зрения развития сплывов и оплывин, являются грунты сμу = 0,7 ÷ 0,1. Для малоусадочных и безусадочных грунтов имеется вместе стем опасность развития эрозионных деформаций.

Настадии качественной оценки должна бытьопределена глубина активной зоны *h* воздействия погодно-климатических факторов на грунты поверхностных слоев высоких откосов. Ее определяют по результатам наблюдений задеформациями откосов на ранее построенных иэксплуатируемыхучастках земляного полотна.

Ориентировочноза глубину активной зоны может быть принята глубина промерзания (рис. [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i255485)) или глубина высушивания,определяемая по формуле

 *м*,                                                                (1)

где *h*и -    величина испарения (см.Климатический атлас СССР);

*a* -     показатель изменения объема глинистых грунтов при высушивании, *а*= 0,111;

 -   обобщенный показатель набухания и усадкиглинистых грунтов,

,                                                            (2)

*V*наб, *V*° - объем образцагрунта соответственно после набухания и послеусадки (по данным лабораторных испытаний).



Рис. 1. Зависимость коэффициента относительной влажности на пределе усадки μу от величиныотносительной объемной усадки *V*у (1) и от числа пластичности (2)

Прогнозывероятности развития деформаций, связанныхс резким переходом глинистых грунтов в текучее состояние, осуществляют взависимости от расчетных воздействующих факторов на основе сопоставления:

а)расчетной величины опасногонабухания *a*оп и свободного набухания *a*н (расчетныйвоздействующий фактор - набухание-высушивание);

б)расчетной влажности *Waf* после оттаивания(с учетом предварительного набухания-высушивания) с влажностью грунта (поверхностного слоя) на пределе текучести (расчетныйвоздействующий фактор - промерзание-оттаивание).



Рис. 2. Карта глубин сезонного промерзания

Величину *a*оп находят поформуле

,                                            (3)

где *W*т - влажностьгрунта (поверхностного слоя) на пределе текучести;

γск - объемный вес скелета грунта(для выемок - поданным инженерно-геологических изысканий, длянасыпей- плотность при оптимальной влажности и коэффициенте уплотнения, равном 0,85-0,9), *г/см*3;

*n* -   пористость грунта,соответствующая γск;

*G* -  коэффициент водонасыщения;

γв-  объемный весводы, *г/с**м*3.

Величинусвободного набухания *а*н определяют влабораторных условиях (см. раздел «Определение расчетных характеристик»).



Рис. 3. Пример зависимости относительной величины набуханияот нормальных напряжений прирасчетнойвлажности *W*1, *W*2 и объемном весе грунтаγ1, γ2

Если *a*оп ≤ *а*н, то имеетсяопасность перехода грунта, некоторой частиповерхностного слоя в текучее состояние. Глубину слоя, который может перейти в текучее состояние, находят по выражению

 *м*,                                                      (4)

где *Р* -  величина нормальныхнапряжений, определяемая по графику (рис. [3](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i267005));при значении *a*нр = *a*опнаходятвеличину набухания *a*нр приданном *Р*.

Величину*Wa**f*определяют в лаборатории илиориентировочно, с учетом известной ранее величины *a*нр и относительной величиныморозного пучения *f*, принимаемой по табл. [1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i288247),по следующей формуле:

,                                    (5)

где *Gf* -   коэффициентводонасыщения после оттаивания, равный 0,95÷1.

Дляопределения мощности слоя, которыйможет перейти в текучее состояние, на основелабораторных испытаний или по формуле ([5](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i278988))строят график *Wa**f* = *f*(*P*) с учетом затуханиявеличинынабухания при увеличении значений нормальныхнапряжений *P* (см. рис. [3](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i267005)).

Пример. По данным инженерно-геологических изысканий грунт после вскрытия откоса обладает следующимихарактеристиками:

γск=1,56 *г/см*3;*n* = 0,425; *W*т = 32,0%; *a*н = 12 %;

;

*a*оп (6 %)< *a*н (12 %) - грунт находится в текучем состоянии.

Пографику (см. рис. [3](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i267005)) находим, что при*a*нр = *a*оп = 6 %,

*Р**=* 0,043 *к**гс/см*2.

Толщинасплывоопасного слоя грунтаравна

 *м*.

Вероятностьвозникновения сплывов, оплывин и выносов при наличии водоносных горизонтов, которые выклиниваютсяв пределах активной зоны, устанавливают по данным инженерно-геологических изысканий.

*К**оличественнаяоценка*

Количественнуюоценку местной устойчивости проводят для уточнения принятой конструкции высоких (выше 12 *м*) откосов насыпей и сухих выемок, сложенных глинистыми грунтами, а также выемок глубиной не менее 3 *м*приналичии водоносных горизонтов. Расчетную схему и метод расчета назначают в зависимостиот ожидаемых деформаций в поверхностных слояхоткосов.

Дляпроведения расчетов необходимы следующие данные:

- конструкцияоткоса, назначенная на основе оценки общей устойчивости;

- глубинаактивной зоны -зоны активного воздействия погодно-климатических факторов в поверхностныхслоях откоса (по длине его образующей);

-силы, действующие в пределах активной зоны откоса (в том числе и на егоповерхность);

-расчетные значения прочностныххарактеристик грунта активной зоны угол внутреннего трения φ*WN* исцепления c*WN* с учетоможидаемых воздействий основных погодно-климатических факторов (начто указывает индекс *N*).

Таблица 1

Ориентировочные значения величины относительного пучения *f* в зависимости от числа пластичности (*W*т -*W*р) и расчетной влажности в зоне промерзания

| *W*т - *W*р | Значения *f* при влажности, % |
| --- | --- |
| 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 |
| 1 | 0,015 | 0,018 | 0,021 | 0,025 | 0,028 | 0,031 | 0,034 | 0,037 | 0,041 | 0,044 | 0,047 |
| 2 | 0,022 | 0,025 | 0,029 | 0,032 | 0,035 | 0,038 | 0,041 | 0,045 | 0,048 | 0,051 | 0,054 |
| 3 | 0,034 | 0,037 | 0,040 | 0,044 | 0,047 | 0,050 | 0,053 | 0,056 | 0,060 | 0,063 | 0,066 |
| 4 | 0,050 | 0,054 | 0,057 | 0,060 | 0,063 | 0,066 | 0,070 | 0,073 | 0,076 | 0,079 | 0,082 |
| 5 | - | 0,075 | 0,078 | 0,081 | 0,084 | 0,088 | 0,091 | 0,094 | 0,097 | 0,100 | 0,103 |
| 6 |   | 0,097 | 0,100 | 0,104 | 0,107 | 0,110 | 0,113 | 0,116 | 0,120 | 0,123 | 0,126 |
| 7 |   |   | 0,130 | 0,133 | 0,136 | 0,139 | 0,143 | 0,146 | 0,149 | 0,152 | 0,155 |
| 8 |   |   | 0,164 | 0,167 | 0,170 | 0,173 | 0,176 | 0,170 | 0,183 | 0,186 | 0,189 |
| 9 |   |   |   | 0,205 | 0,208 | 0,212 | 0,215 | 0,218 | 0,221 | 0,224 | 0,227 |
| 10 |   |   |   | 0,248 | 0,251 | 0,254 | 0,258 | 0,261 | 0,264 | 0,267 | 0,270 |

Примечание.Объемный вес скелета грунта γск принят равным 1,6 *г/**см*3. Интенсивность пучения *f*γп для других значений γпопределяют по формуле

.

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

Расчетыпо недопущению развитияэрозионных деформаций не проводят в связи с назначением типа укрепленияповерхности откосов уже на стадии качественной оценки.

*Методы расчета иусловия их пр**и**менения*

Воснову количественной оценки местной устойчивостиоткосов с учетом возможности развития в пределах активной зоныдеформаций локального скольжения или пластическоготечения положены следующие критерии:

1)недопущение полного нарушенияустойчивости поверхностных слоев (в пределах активной зоны) откоса с образованиемнекоторой поверхности скольжения;

2)ограничение пластических деформаций в поверхностных слояхактивной зоны.

*Расчет понедопущению полного нарушения устойчивости*

Расчетосуществляется по схемам:

1) единичногоэлемента;

2)единичного элемента с упорной призмой;

3) круглоцилиндрической поверхностискольжения.

1.По схеме единичного элемента следует оценивать степень местной устойчивостиоткосов насыпей, сложенных глинистыми грунтами.

Коэффициентзапаса местной устойчивости определяют по формуле

,                                                          (6)

где φ*WN*, *cWN* -   расчетные значенияугла внутреннего трения и сцепления прирасчетной влажности с учетом погодно-климатических воздействий;

*h* -   максимальнаяглубина активной зоны, *м*;

α -   уголнаклона откоса к горизонту.

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

*K* = β (tgφ*WN* ·cosα + ξ) + *c*0,                                                     (7)

где β -     коэффициент, равный ;

*Н* -      высотаоткоса или его яруса при заданном заложении, *м*;

*c*0 -     величина приведенного сцепления, ;

ξ -       коэффициент пассивного отпора, определяемый по формуле

;                                                     (8)

ψ -      угол сдвига, которыйнаходят по формуле

,                                   (9)

τ*р**WN* -  сопротивляемость грунта сдвигу с учетомвоздействий погодно-климатических факторов, *к**гс/см*2.

Призаданном заложении откоса и его высоте (или высоте яруса) целесообразно определять безопасную длину откоса *L*без (до зоны предполагаемого выпора):

 *м*.                                                  (10)



Рис. 4. График для определения коэффициентов *A*и *B*:
значения *A* - сплошная линия; значения *В* - пунктирная линия; , *H* - высота откоса, *h* - глубина активной зоны

3. В случае использования в качестве расчетной схемы круглоцилиндрической поверхности скольжения впределах активной зоны *h* коэффициент запаса местной устойчивости вычисляют по формуле

,                                     (11)

где *A* и *B* -  коэффициенты,принимаемые по графику (рис. [4](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i296207)) взависимостиот отношения  и показателязаложения *m*.

*Расчет по условиюогранич**е**ния пластических деформаций*

Степеньобеспечения местной устойчивости по второмукритерию выражают через коэффициент стабильности *K*стаб, представляющийсобой отношение величины порога ползучести с учетом воздействий основных погодно-климатических факторов (промерзания-оттаивания, набухания-высушивания) квеличинекасательных напряжений, которые являются функциейкрутизны откоса:

;                                                     (12)

;                                               (13)

где τlim(*N*) - порог ползучести;

*cCN* -    часть общегосцепления, обусловленная наличиемневосстанавливающихся связей;

*zi* -       текущаякоордината рассматриваемого горизонта активной зоны*h* *м*от поверхности откоса по нормали кней.

Минимальноезначение коэффициента стабильности*K*стаб =*f*(*z*) устанавливают путем графическогопостроения зависимости, точки которойвычисляют по выражению([13](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i308597)) для различных горизонтов *z* в зависимости от расчетных значений φ*WN*, *cCN* на этихгоризонтах, определяемых с учетом всех влияющих факторов, в том числе инапряженного состояния.

Приближенноминимальное значение коэффициента стабильности можно определить по формуле

;                                                       (14)

Втех случаях, когда еще нет данных о значениях φ*WN*, *cCN* для сугубо ориентировочныхрасчетов рекомендуется формула

;                                                               (15)

где φ*W* -  значение угла внутреннего трения прирасчетной влажности (но без учета погодно-климатических факторов).

Условиеотсутствия пластических деформаций соблюдается в любойточке активной зоны, если .

*Учет силовоговоздействия подземных вод*

Силовоевоздействие подземных вод для откосов выемокучитывают при наличии:

а)трещиноватых глинистых грунтов;

б)выклинивающихся горизонтов подземных вод на поверхностьоткоса.

В первом случае местную устойчивость оценивают впредположении развития сплывов и оплывинв пределах активной зоны *h* при величиневозможного напора *h*в.

Коэффициент запаса определяют по следующим формулам, соответственно для единичного элементаи при учете пассивного отпора:

;                                        (16)

;                                   (17)

.                                                  (18)

Фиктивный угол внутреннего трения, входящий в выражение ψв = arctg*F*рв, вычисляют по формуле

,                                                       (19)

где *F*рв -  коэффициент сдвига;

 -  объемный вес грунта с учетом гидростатического взвешивания.

Безопаснуюдлину откоса с учетом силового воздействия подземных вод определяют по формуле

 *м*.                                    (20)

Во втором случае местную устойчивость оценивают в предположении развития деформаций в виде выносов (при наличии в откосе выемкиводоносных песчаных или супесчаных слоев илипрослоек). Коэффициент запаса рекомендуетсяопределять по формуле Н. Н. Маслова (Н. Н. Маслов. «Основымеханикигрунтов и инженерной геологии», М., 1968).

;                                                    (21)

Максимальныйугол наклона участка откоса, в пределах которого возможно развитие деформаций в виде выносов, рекомендуется определять по формулам,предложенным Ю. А. Соболевским (Ю. А.Соболевский. «Устойчивость откосовмелиоративных каналов», Минск, «Урожай», 1965):

а)для случая направления фильтрациивдоль поверхности откоса

;                                                       (22)

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

;                                             (23)

в)для случая фильтрации параллельно поверхности водоупорного слоя

.                             (24)

Требуемыеминимальные значения коэффициентов запаса местной: устойчивостипри различных методах расчета приведены в табл. [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i315296).

Таблица 2

Требуемые минимальные значения коэффициентов запаса

| 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 |
| Метод круглоцилиндрической поверхности скольжения................................ | 1,5 | 1,5 |
| Расчет по условию ограничения пластических деформаций......................... | 1,0 (коэффициент стабильности*K*стаб) | 1,0 (коэффициент стабильности) |

*Опр**е**делениерасчетных характеристик*

Длякачественной и количественной оценки местной устойчивости должны бытьопределены следующие расчетные характеристики глинистых грунтов в поверхностных слоях высоких откосов:

*W*расч -            расчетная влажность;

*a**н* -                 максимальная величина набухания;

*f*0 -                  максимальная величина пучения;

*cW**N*, *cCN*, φ*WN* -    общее сцепление, невосстанавливающаяся часть сцепления иугол внутреннего трения при расчетной влажности с учетом циклическихвоздействий погодно-климатических факторов.

Расчетные значения максимальных величинотносительного набухания и пучения, а такжесоответствующие им значения *W*расч определяют:

длявыемок на образцах (2-5) грунта с ненарушеннойструктурой, отобранных из глубины активной зоны расчетного контура откоса;

длянасыпей на предварительно подготовленных путем искусственного уплотнения образцахприоптимальной влажности до плотности,равной 0,8-0,9от стандартной.

Дляопределения *a*н образцы грунтапомещают в приборы для набухания (целесообразно использовать приборы предварительного уплотнения); после первого набухания фиксируютпо мессуреустановившуюсядеформацию набухания (*мм*) и вычисляют величинуотносительного набухания *a*0н:

,

где Δ*h*0 -   замер на мессуре, *м**м*;

*h**0* -       исходная высота испытываемого образца грунта, *мм*.

Затемобразцы грунта высушивают сначала на воздухе,при комнатной температуре, далее в термостатах до влажности *W*y на пределе усадки.

Значение *W*y может быть определено по графику (см. рис.[1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i247599)). После высушивания образцынабухают повторно, для них определяют

,

где Δ*h*1 -   деформациянабухания после первого высушивания.

Такимобразом проводят несколько циклов набухания-высушивания. Как правило, максимальная величина относительного набухания соответствует второмуили третьему циклам (по набуханию). Ее находятпутем построения зависимости

*a*н = *f*(*N*),

где *N* -      числоциклов набухания-высушивания.

Приопределении (на стадии качественной оценки) мощности грунта, переходящего в текучее состояние, указанные испытания следует проводить под несколькимибытовыми нагрузками, максимальная из которых должна соответствовать величиненормальных напряжений от веса грунта в пределах всей мощности активной зоны.

Максимальнуювеличину относительного морозного пучения *f*0 определяют в специальных приборах,позволяющих промораживать грунт только сверху припостоянном подтоке воды снизу.

Послекаждого промерзания определяют

,

где Δ*h*0 - деформацияпучения, *мм*;

*h*0 -     исходная высота образца грунта, *мм*.

Максимальноезначение *f*0 и соответствующее ему значение расчетной влажности находят посленескольких циклов (3-5) промерзания-оттаивания путем построения зависимости

*f*0 = *f*(*N*),

где *N* -   число циклов промерзания-оттаивания.

Сдвиговые параметры φ*WN*, *cWN*, *cCN* определяют пометодике плотности-влажности,предложеннойпроф.Н. Н. Масловым.

Учетциклических воздействий погодно-климатических факторов осуществляют следующим образом.

Для малоусадочных, безусадочных и непучинистых глинистых грунтов поверхностныхслоев откосов учитывают только увлажнение жидкими атмосферными осадками иводами снеготаяния. Сдвиговыеиспытания проводят по стандартной методике плотности-влажностис построением итоговыхзависимостей: угла внутреннего трения и величины общего сцепления отвлажности. Расчетные величины получают путем экстраполяции кривых до значений,которые соответствуют расчетной влажности.

Для усадочных,среднеусадочных, сильноусадочных, а также пучинистыхгрунтов (количествопылеватых частиц больше 50 %) циклическиевоздействия (набухание-высушивание или промерзание-оттаивание)моделируют в лаборатории. Для каждой серииобразцов, сдвигаемых по методике плотности-влажности, задают определенное число моделируемых циклов: 1, 5, 10.Результаты обрабатывают путем построения сначала зависимостей сопротивляемостисдвигу от влажности при различном числециклов, а затем зависимостей φ*WN*, *cWN* от числа циклов при расчетной влажности в зоне сдвига.

Вкачестве расчетных принимают минимальные значения φ*WN*, *cWN*, определяемыеграфически.

Подобнуюметодику следует принимать только для наиболееответственных земляных сооружений в сложных условиях.

Вменее сложных случаях целесообразно использовать следующую методику. Сдвиговыеиспытания по методике плотности-влажности для каждого образца грунта осуществляют дважды: сначалапроизводят обычный сдвиг, а затем разрезают образец по плоскости сдвига (фиксированнаяплоскость с искусственно разрушенной структурой), обе половинки («плашки») соединяют вместе, прикладывают первоначальную вертикальнуюнагрузку в течение 2-5 *мин* и осуществляют повторный сдвиг(«плашка по плашке»). По результатам аналогично строят итоговые зависимостиφ*WN*и *cWN* от влажности по данным «плашковых»испытаний. Величины φ*WN* и *cWN* принимаютв качестве расчетных при полученной ранее расчетной влажности, определенной по даннымиспытаний на набухание-высушивание или промерзание-оттаивание.



Рис. 5. Номограмма для определения ориентировочныхзначений угла внутреннего трения φ и сцепления *c*

Величину *cCN* находят как разность междувеличиной сопротивляемости сдвигу при расчетной влажности и величиной«плашковой» прочности при той же влажности.

*c**CN* = τр*WN* - τ*0**p**W**N* *к**Гс/**см*2,                                             (25)

где τ*р**WN* -  сопротивляемостьсдвигу при расчетной влажности;

τ0*р**WN* -  то же по результатам испытаний «плашка по плашке».



Рис. 6. График для определения коэффициента *K*м′ в зависимостиот числа пластичности

Всесдвиговые испытания проводят при нормальных напряжениях от 0,05 до 0,5 *к**гс**/см*2 наодноплоскостном сдвиговом приборе.

При сугубоориентировочных расчетах для некоторых разновидностей пылеватых грунтов Западной Сибири расчетные значения φ*WN* и *cWN* можно определять по выражениям

; φ*WN* = φм -2,

где *c*м и φм-    нормативные значения угла внутреннего трения и сцепления, принимаемые по графику (рис. [5](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i327968)), в зависимости от коэффициентапористости грунта ε при расчетной влажности *W*расч и влажности грунта награнице раскатывания *W*p;

*K*м -   коэффициентморозной чувствительности,

,

*K*м′ определяют по графику (рис. [6](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i338344)) в зависимости от числа пластичности.

*Приложение2*

ПРИМЕРЫ
конструирования, изготовления и монтажа решетчатых конструкций на поверхностиоткосов и конусов



Рис. 1. Элементы решетчатойконструкции (вариант № 1):

*1* -балочки; *2* -монтажная плита (узловое объединение); *3*- железобетонная свайка



Рис. 2. Решетчатая конструкция (вариант № 2):

*а* - поперечныйразрез; *б* - план; *1* - элемент№ 1; *2* - элемент № 2



Рис. 3. Решетчатая конструкция (вариант № 3):

*1* - балочка (сборный элемент); *2* - цементныйраствор; *3* - материал заполнения ячеек; *4* - стальной штырь



Рис. 4. Решетчатая конструкция (вариант № 5):

*а* - без упора; *б* - супором; *1* - решетка; *2* - материалзаполнения ячеек; *3* - упор; *4*-*5*- элементы; *6* - цементный раствор; *7* - стальнойштырь



Рис 5. Железобетонная рама (вариант № 6, а).

*а* -поперечный разрез, *б* - план, *в* - рама;*1* - материал заполнения ячеек; *2* - решетка;*3* - упор;*4* - цементный раствор; *5* - стальнойштырь



Рис. 6. Деревянная опалубка:

*1* - боковой вкладышбез штыря; *2* - поперечный закладной брусок; *3* - боковой вкладыш с пазом; *4* -боковой вкладыш со штырем; *5* -продольный брус; *6* - поперечная лага; *7* - доскаподдона



Рис. 7. Стальная кассета:

*а* - профиль; *б* - план; *в* - поперечный разрез; *1* - винт; *2* - гайка зажимная; *3* -торцевая крышка; *4*- направляющаявтулка; *5* - штырь; *6* - поддон; *7* - пробка; *8* - стенка; *9* - промежуточная стенка



Рис.8. ВибромашинаКупавинского завода ЖБК треста «Центродорстрой»



Рис. 9. Монтаж решетчатой конструкции при укреплении подтопляемых откосов на мостовом переходе через Синганайскую протоку (автомобильнаядорога Нефтеюганск - Сургут, трест «Тюмендорстрой»)



Рис. 10.Укрепление конусов на автомобильной дороге Киев - Борисполь (трест «Киевдорстрой» Минавтодора УССР)



Рис. 11.Укрепление откосов выемки на автомобильнойдороге Преградная- Псемен (трест «Севкавдорстрой»)



Рис. 12. Технологическаясхема монтажа решетчатых конструкций:

*I* - планировкаи распределение растительного грунта; *II*- разгрузкасборных элементов; *III* - устройство сплошногобетонного упора; *IV*-*V* - монтаж сборных элементов; *V**I*-*V**II* - заполнение ячеек; *1* - агрегат ЦНИИС; *2*- автокран; *3* - автомобильдля перевозкисборных элементов; *4* - материал для заполнения ячеек

*Приложение 3*

РАСЧЕТ
экономической эффективности устройства укрепления конусов и откосов решетчатымиконструкциями из сборных элементов

Воснову определения экономической эффективности положены расчеты приведенныхсопоставимых затрат способов укрепления конусов и откосов земляного полотнарешетчатыми и другими видами конструкций, применяемыми в транспортномстроительстве, а также годового экономическогоэффекта от внедрения нового способа укрепления.

Общиеположения приведены в [СН423-71](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5154/index.php) и «Типовой методике определенияэкономической эффективности капитальных вложений», разработанной ЦНИИСом и Союздорнии в 1972 г.

Определяющими факторами, влияющими на величину приведенных сопоставимых затрат по укреплению откосов,являются:

- степеньобеспечения местной устойчивости откосов и конусов;

-стоимость эксплуатации машин (в конкретных условиях);

-скорость проведения укрепительных работпри эффекте немедленной защиты откосов отпроявления деформаций;

-стоимость материалов с учетом их транспортировки;

-трудозатраты.

Определяющимифакторами, которые влияют на величину годового экономического эффекта от применения сборных решетчатыхконструкций, являются:

-сроки службы предлагаемого и эталонного вариантов конструкцийукрепления;

-эксплуатационные затраты, данные о которых уточняют по состояниюпостроенных ранее участков дорог в аналогичныхусловиях, в том числе включая сведения о характере ичастоте деформаций и т.п.;

-объем внедрения.

Экономическуюэффективность рассчитывают в следующем порядке.

1.Выбирают эталон, в сопоставлении с которым определяют эффективностьпредлагаемого способа или технологии.

2.Устанавливают номенклатуру основных и дополнительных показателей.

3.Находят величину установленных показателей.

4.Анализируют показатели эталонного варианта и предлагаемого.

*Порядок расчетаэкономической эффективности*

Расчетэкономической эффективности состоит из двух этапов.

Первыйэтап - подготовительный.

Онзаключается в сборе необходимых данных, выбореэталона и оборудования. При этом определяется режим работы основного и вспомогательного оборудования,рассчитывается потребность машин, материалов,рабочей силы по технологии эталона и предлагаемого способа. (Все это находитотражение в технологических схемах производстваработ).

Второйэтап - собственно расчет экономической эффективности.

Расчетэкономической эффективности включает в себя определение общихданных (показателей) и расчет приведенных сопоставимых затрат *R* = *C* + *EK* на единицупродукции (в табличной форме - табл. 1).

Таблица 1

Расчет приведенных сопоставимыхзатрат

| № строки | Показатели | Единицы измерения | I вариант | II вариант |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|   | Общие данные |   |   |   |
| 1 | Расчетная стоимость машин и оборудования. (Оптовая цена +транспортные расходы. Транспортные расходы = 7 % от оптовой цены) | тыс. руб. | А | Б |
| 2 | Производительность отряда: |   |   |   |
|   | а) в год (при *Q* смен)............................................... | *км* | *P*1 × *Q*1 | *P*2 × *Q*2 |
|   | б) в смену.............................................................. | *пог.**м* | *P*1 | *P*2 |
| 3 | Количество рабочих, занятых в смену: |   |   |   |
|   | а) на машинах........................................................ | чел. | *Т*м1 | *Т*м2 |
|   | б) при машинах (26 % от строки 3, а, если это требуется по технологии)............................................................ | » | *Т*м1 | *Т*м2 |
|   | в) на ремонте машин (29 % от строки 3, а).................. | » | *Т*р1 | *Т*р2 |
|   | Итого по строке 3................................................ | чел. | *Т*1 | *Т*2 |
| 4 | Основная заработная плата рабочих в смену | руб. | З1 | З2 |
| 5 | Прямые затраты в смену: |   |   |   |
|   | а) эксплуатация машин............................................ | » | Э1 | Э2 |
|   | б) стоимость материалов......................................... | » | M1 тарифная ставка | M2 тарифная ставка |
|   | в) заработная плата рабочих..................................... | » | *Т*п1 | *Т*п2 |
|   | Итого прямых затрат в смену:................................... | руб. | П1 | П2 |
|   | Показатели на единицу продукции |   |   |   |
| 6 | Прямые затраты..................................................... | » |  |  |
| 7 | Основная заработная плата рабочих.......................... | руб. |  |  |
| 8 | Трудовые затраты................................................... | чел. |  |  |
| 9 | Накладные расходы: |   |   |   |
|   | а) условно-постоянные (10 % от прямых затрат).......... | руб. |  |  |
|   | б) зависящие от основной заработной платы (15 % от основной заработной платы).................................................. | » |  |  |
|   | в) зависящие от трудозатрат (1 руб. 90 коп. на чел.-день)   | » | 1,9Ч1 | 1,9Ч2 |
|   | Итого.................................................................... | руб. | HP1 | HP2 |
| 10 | Сопоставимая себестоимость работ (стр. 6 + стр. 9 итого) | » | C1 | C2 |
| 11 | Удельные капиталовложения в машины (стр. 1; стр. 2, а)   | » | K1 | K2 |
| 12 | Приведенные сопоставимые затраты *R* = *C* + *EK* при *E* = 0,12 (стр.10 + 0,12 × стр. 11)................................................... |   | *R*1÷Q | *R*2 |

Полученные по указанной методике приведенныесопоставимые затраты *R* не учитываютповышение качества работ (увеличение срока службы поверхностных слоев конусов иоткосов). В связи с указанным необходимо проводить расчеты годовогоэкономического эффекта с учетом дополнительных затрат (эксплуатационных) дляприведения выбранного эталона конструкции укрепления к новому качеству (кновому сроку службы).

Окончательносудят об эффективности применения того или иноговарианта на основе сопоставимых затрат с учетом приведения эталоннойконструкции к новому качеству.

Годовойэкономический эффект в этом случае рассчитывают по формуле

Э =*Q*[*R*1 - *R*2] = *Q*[(C1 + *EK*1) μ - (C2 + *EK*2)],

где *Q* -    площадь укрепляемойповерхности откоса, *м*2;

*R*1 и *R*2 -  приведенные сопоставимые затратысравниваемых конструкций укрепления, руб.;

C1 и С2 - сопоставимые себестоимостиработ, руб.;

*E* -   нормируемый коэффициент эффективности капитальных вложений, *E* = 0,12;

*K*1 и *K*2 - удельные капитальные вложения по вариантам, руб.;

μ -   коэффициент приведения к новому качеству (к новому срокуслужбы сооружения) с учетом отдаленности затрат,

;

также μнаходят по табл. [2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i463788) в зависимости от γ и *E*;

,

где γ -     коэффициент увеличения срока службы сооружения или его отдельных конструктивныхэлементов при новом качестве работ;

*E*0 -     нормируемый коэффициентотдаленности затрат; *E*0 = 0,08;

*T*1 и *T*2 -  соответственно сроки службы решетчатой конструкцииукрепления сравниваемого варианта.

Таблица 2

Коэффициент приведения к новому сроку службы сооружения (μ)

| γ | *Т*1, годы |
| --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 | 30 |
| 1,1 | 1,09 | 1,09 | 1,08 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,03 | 1,02 | 1,01 |
| 1,2 | 1,18 | 1,17 | 1,16 | 1,15 | 1,13 | 1,11 | 1,09 | 1,06 | 1,04 | 1,02 |
| 1,3 | 1,28 | 1,26 | 1,24 | 1,22 | 1,19 | 1,16 | 1,14 | 1,10 | 1,07 | 1,03 |
| 1,4 | 1,37 | 1,34 | 1,32 | 1,29 | 1,25 | 1,21 | 1,19 | 1,13 | 1,09 | 1,04 |
| 1,6 | 1,56 | 1,51 | 1,48 | 1,44 | 1,38 | 1,32 | 1,28 | 1,19 | 1,13 | 1,06 |
| 1,8 | 1,74 | 1,68 | 1,63 | 1,59 | 1,51 | 1,42 | 1,37 | 1,25 | 1,17 | 1,09 |
| 2 | 1,93 | 1,85 | 1,79 | 1,73 | 1,63 | 1,54 | 1,47 | 1,32 | 1,22 | 1,10 |
| 3 | 2,78 | 2,59 | 2,42 | 2,25 | 2,03 | 1,83 | 1,69 | 1,42 | 1,22 | 1,11 |
| 4 | 3,57 | 3,22 | 2,92 | 2,65 | 2,28 | 1,99 | 1,79 | 1,45 | 1,28 | 1,11 |
| 5 | 4,31 | 3,75 | 3,32 | 2,94 | 2,44 | 2,08 | 1,84 | 1,46 | 1,28 | 1,11 |

В таблице приведены значения величины μ при *E*0 = 0,08 для значений *Т*1(от 1 до 30 лет) и γ (от 1,1 до 5). Для промежуточных значений следует пользоватьсяинтерполяцией.

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |
| --- |
| [Предисловие](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i16983)[1. Общие положения](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i22491)[2. Решетчатые конструкции из сборных элементов](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i56004)[3. Применение решетчатых конструкций](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i98891)[4. Принципы назначения решетчатых конструкций](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i114479)[5. Технология изготовления сборных элементов](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i167377)[6. Технология монтажа решетчатых конструкций из сборных элементов](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i183866)[7. Техника безопасности](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i197053)[8. Содержание откосов, укрепленных решетчатыми конструкциями](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i201381)[Приложение 1](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i213089)[Оценка местной устойчивости](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i232826)[Приложение 2](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i342837)[Примеры конструирования, изготовления и монтажа решетчатых конструкций на поверхности откосов и конусов](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i361360)[Приложение 3](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i441538)[Расчет экономической эффективности устройства укрепления конусов и откосов решетчатыми конструкциями из сборных элементов](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5684/index.php%22%20%5Cl%20%22i452163) |