

## Часть II

7А. КОНСТРУКЦИИ ПОСТОЯННЫХ КРЕПЛЕНИЙ,  
ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЕ С ЧАСТИЧНОЙ МЕХАНИЗАЦИЕЙ

ИНВ. № 750

Г А Б И О Н Ы

У44

Назначение габионов - защита откосов насыпей и берегов рек от воздействия быстро и бурно текущей воды.

Габионные укрепления могут применяться в любых климатических условиях при скоростях течения 4-6 м/сек.

Габионную кладку рекомендуется делать в потоке, несущем достаточное количество наносов, при плохих грунтах основания и при низкой воде.

Материалом габионной одежды служит оцинкованная гибкая проволока  $d=2,0-4,2$  мм для плетения сетки и прутковое железо  $d=6-8$  мм для устройства каркаса. Иногда габионы устраиваются без каркаса в виде проволочного мешка. Прочность габиона определяется прочностью проволочной сетки. Срок службы габиона (в неагрессивной среде) из оцинкованной проволоки 8-12 лет, из простой - 3-5 лет. За этот период габионная кладка обычно настолько уплотняется и кальмируется, что более не нуждается в этой сетке. Выбор между оцинкованной и простой проволокой производится в зависимости от ожидаемой интенсивности кальматажа габионной кладки и интенсивности коррозии проволоки в данной среде.

Заполняются габионные ящики камнями твердых, преимущественно тяжелых и слабовеетривающихся водостойких пород, размерами не менее ячейки габионной сетки, но не менее 0,04 м. Лицевые камни должны быть наиболее крупными и выступать из ячеек; внутрь габиона укладываются мелкие камни.

Габионы соединяются между собой вязальной отожженной проволокой  $d=5$  мм, длиной 0,30-0,35 м на расстоянии 0,15-0,20 м один от другого.

Под габионы укладывается щебеночная или гравийная подготовка слоем толщиной 0,20-0,40 м. Верхний слой подготовки устраивается из наиболее крупных камней.

Нижние габионы закрепляются в земле забитыми по углам стержнями (железными)  $d=16-19$  мм.

Габионы делятся на три вида: габионные ящики, габионные тюфяки и габионы цилиндрической формы. Габионные ящики служат для устройства защитных стенок в подводной части откоса, размеры их указаны на чертеже.

Габионные тюфяки отличаются от ящиков меньшей высотой 0,25-0,50 м и применяются в качестве одежды откосов, а также в качестве основания стенок из габионных ящиков. Покрытие откосов из габионных тюфяков должно иметь надежный упор из габионных ящиков или продолжаться в пологой части откоса.

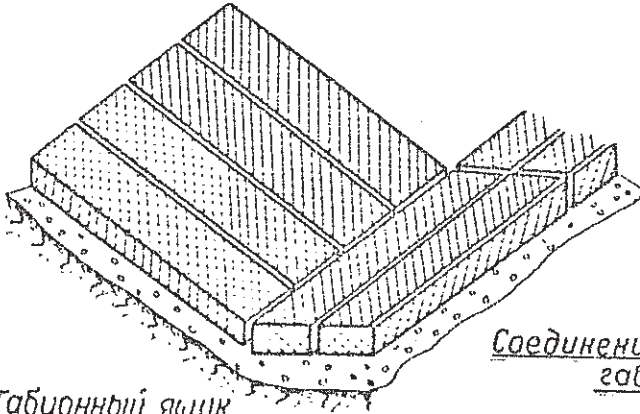
Габионы цилиндрической формы применяются главным образом в тех случаях, когда высокое или слишком быстрое течение воды не позволяет вести правильную кладку габионов. Во время водоборьбы они скатываются в воду после заполнения их камнем на краю откоса.

Габионную кладку можно производить в любое время года.

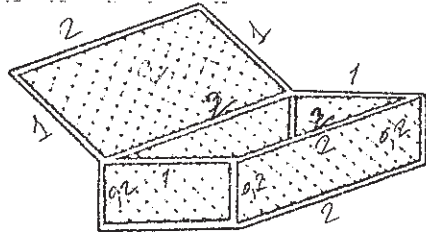
Размер ящиков габионного укрепления и взаимное расположение их в габионной кладке устанавливается проектом.

2x1x0,2 м.

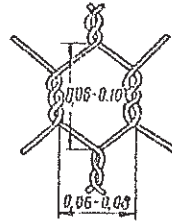
Укрепление откоса насыпи или бермы



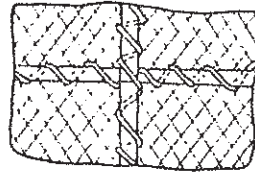
Габрионный ящик



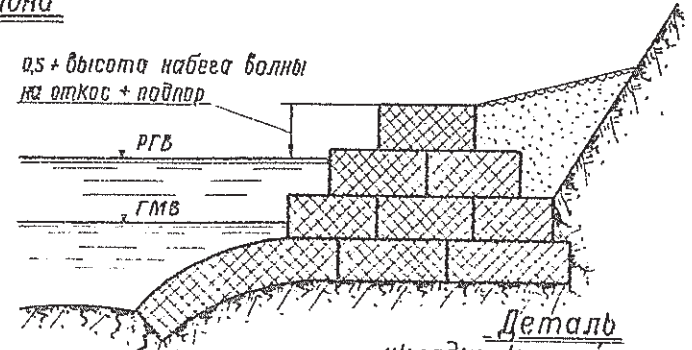
Деталь скрутки сетки габриона



Соединение 4-х смежных габрионов

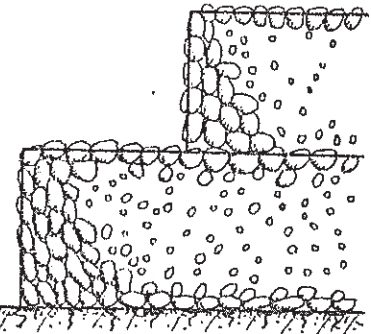
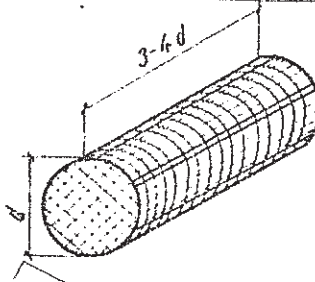


Укрепление берега



Цилиндрические габрионы

Деталь укладки камней у наружных граней габриона



Расход материалов на устройство одного габриона

Размеры габрионов	При сетке из проволоки толщиной 8 мм								
	2,5 мм			3,0 мм			4,0 мм		
	Площадь 8 м <sup>2</sup>	Объем 8 м <sup>3</sup>	Вес проволоки кг	Площадь 8 м <sup>2</sup>	Объем 8 м <sup>3</sup>	Вес проволоки кг	Площадь 8 м <sup>2</sup>	Объем 8 м <sup>3</sup>	Вес проволоки кг
Габрионные ящики 3x1x1 м	14,0	3,0	18,1	14,0	3,0	24,1	14,0	3,0	36,6
Тюфяки габрионные 3x1x0,5 м	10,0	1,5	13,7	10,0	1,5	17,6	10,0	1,5	24,5
Тюфяки габрионные 4x2x0,5 м	22,0	4,0	27,4	22,0	4,0	36,1	22,0	4,0	55,0
Тюфяки габрионные 2x1x0,25 м	5,5	0,5	8,1	5,5	0,5	10,3	5,5	0,5	15,5

2x1x0,2 м 5,2 7,7

Размеры в метрах

Конструкции креплений откосов земляного полотна		
Габрионы	750	Лист 83

Дерновка сплошная плашмя

Назначение сплошной дерновки плашмя — предохранить откосы земляного полотна от разрушающего действия дождевых и талых вод, ветра и других вредных атмосферных воздействий.

Применяется сплошная дерновка плашмя для укрепления:

- а) откосов насыпей и берм, периодически подтопляемых на короткий период времени, при высоте волн не более 0,20 м и скоростях течения воды до 1 м/сек.,
- б) откосов мокрый выемок.

Для дерновки следует применять свеженасезанный луговой дерн, заготавливаемый в местах, где грунтовые условия одинаковы с условиями укрепляемого откоса.

Перед нарезкой дерна трава должна быть скошена. Толщина дерна принимается от 0,06 до 0,12 м в зависимости от качества его и глубины залегания корней. Длина и ширина дернины и дерновых лент могут быть различными в зависимости от назначения, способа заготовки, укладки и транспортировки дерна: 0,25х0,40, 0,30х0,50, 0,70х0,70 м.

Нарезка дерна может производиться дернорезом-дерноукладчиком, представляющим собой сменное оборудование к гравитационному экскаватору Э-153, состоящее из двух отдельных частей: одна из них предназначена для нарезки полос дерна, другая — для разрезки полос на отдельные карты и укладки их в транспортные средства или на откосы.

Ширина нарезаемой полосы дерна при этом 0,70 м, размер дерновых карт 0,70х0,70 м. Толщина срезаемого дернорезом слоя регулируется в зависимости от требуемой толщины дерна, но не более 0,12 м.

Перевозить дерн можно на автосамосвалах, боковых машинах, прицепах, и специальных поддонах.

Дернорезом может производиться разгрузка и укладка дерна на откосы при высоте их до 4,0 м.

Укладка дернин производится снизу от подошвы откоса сразу по всей его длине горизонтальными рядами. Дерн укладывается на откос с перевязкой швов.

Закрепляется дерн деревянными спицами длиной 25-30 см, толщиной 2-2,5 см. Спицы забиваются в расстоянии 5-6 см от края дернины, по углам ее и вдоль краев на расстоянии не более 40 см друг от друга.

Лучшим временем для производства работ является ранняя весна (после оттаивания снежного слоя) и осень, а также дождливые периоды лета.

Нарезанный дерн хранить более 3-х дней не рекомендуется. При необходимости хранения дерн следует складывать в грабли травой к траве, корнями к корням и при жаркой сухой погоде поливать.

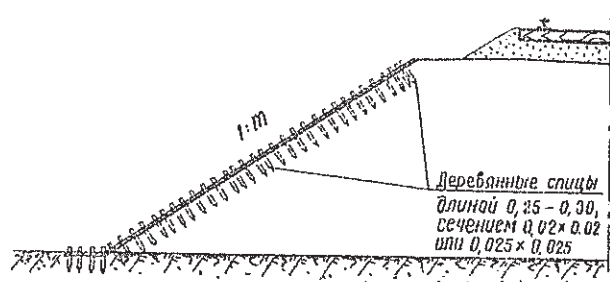
Применение данного способа крепления целесообразно при наличии дернорезов-дерноукладчиков и местного дерна.

Учитывая относительно небольшой радиус действия дерноукладчика, применять его целесообразно преимущественно для укрепления земляного полотна автодорог.

При значительных площадях укрепления применять одерновку не рекомендуется, особенно ручную, вследствие значительной трудоемкости работ.

## Укрепление откосов:

а) неподтопляемой насыпи



б) выемки

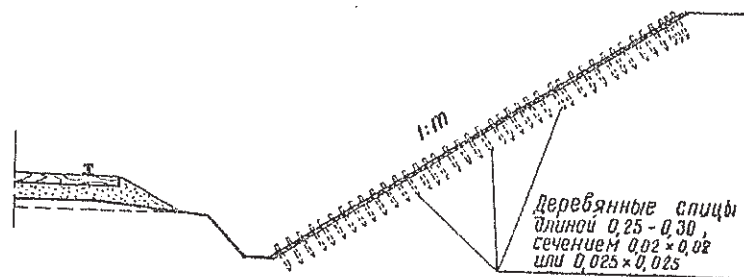
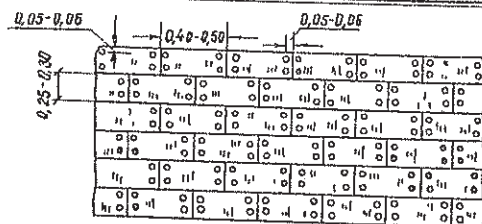


Схема укрепления дернин  
деревянными спицами



Расход материалов на 100 м<sup>2</sup> укрепления

№ п/п	Наименование материала	Измеритель	Количество	Основание
1	Дрова для спиц	м <sup>3</sup>	1,02	СН и П IX - 10
2	Дёрн	м <sup>2</sup>	111	

Размеры в метрах

Конструкции креплений откосов земляного полотна		
Дерновка сплошная плашмя	750	Лист 84



Дерновка сплошная плашмя с посадкой ивовых кольев.

Назначение этого типа укрепления - защита периодически подтопляемых насыпей от размыва.

Сплошная дерновка плашмя с рассадкой ивовых кольев применяется для укрепления откосов насыпей и берм при скоростях течения воды на 15-20% выше допускаемой для сплошной дерновки плашмя - до 1,20 м/сек.

Технические требования, предъявляемые к сплошной дерновке плашмя, и способ проведения работ указаны в описании к листу 84.

Дернины, кроме спиц, закрепляются живыми ивовыми кольями длиной 0,75-1,5 м, диаметром 0,04-0,06 м, располагаемыми через 0,5-1,0 м один от другого, в шахматном порядке.

Колья для посадки должны применяться свежесрубленные местных ивовых пород.

Ассортимент древесно-кустарниковых пород, в зависимости от климатических и почвенных условий, указан на листе 128.

Помимо ивовых пород при непродолжительном затоплении и малых глубинах могут применяться кустарники других местных видов пород.

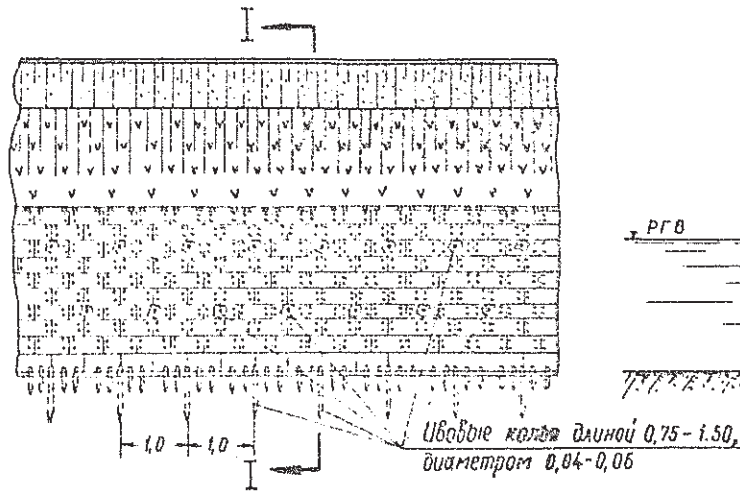
Колья должны заготавливаться из двух-трехлетних побегов, здоровых и сильных.

Колья следует сажать в заранее приготовленные сажальной пикой или ломом углубления.

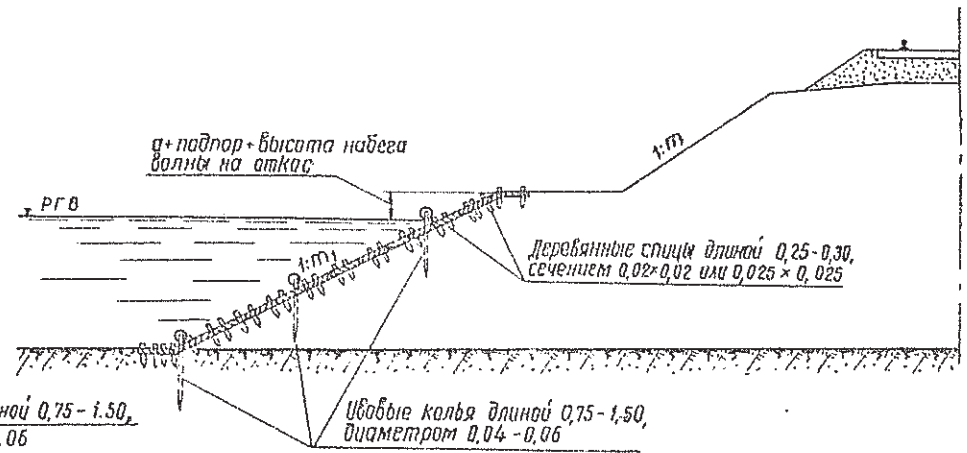
Посадку рекомендуется производить ранней весной до начала сокотдвижения или осенью, после его прекращения, но до замерзания почвы.

Укрепление откоса насыпи или бермы  
при кратковременном их подтоплении

Вид откоса



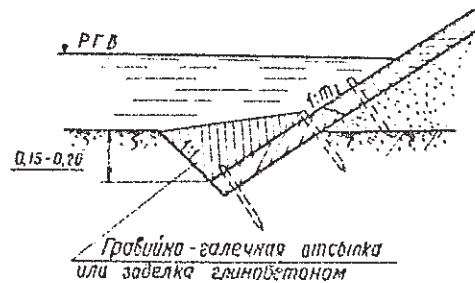
Поперечный разрез I-I



Расход материалов  
на 100 м<sup>2</sup> укрепления

№ п/п	Наименование материалов	Ед. изм.	К - во
1	Дёрн	м <sup>2</sup>	111
2	Дрова для спиц	м <sup>3</sup>	1,02
3	Колья ивовые - саженцы	шт.	100
основание: СН и П		IV-10	

Вариант  
укрепления подшвы откоса



Значение „а“ принимается не менее:

0,5м - для железнодорожных и автодорожных насыпей и мостов через большие и средние реки.

0,25м - для железнодорожных насыпей и мостов на малых водотоках и у труб, для насыпей автомобильных дорог, для незащитаемых регуляционных сооружений и берм.

Размеры в метрах

Конструкции креплений откосов земляного полотна		
Дерновка сплошная плашмя с посадкой ивовых кольев	750	Лист 85

Дерновка в клетку

Назначение дерновки в клетку — предохранить неподтопляемые откосы земляного полотна от разрушающего действия дождевых и талых вод, ветра и температурных воздействий.

Применяется дерновка в клетку для укрепления откосов неподтопляемых насыпей и выемок крутизной не более 1:1,5, при незначительных площадях укрепления (вследствие трудоемкости работ, выполняемых вручную) при производстве ремонтных работ и наличии дерна в районе работ.

Размеры клеток обычно принимаются не более 1,5х1,5 м. Клетки заполняются растительной землей заподлицо с лентой и засеваются семенами трав.

В условиях влажного климата для невысоких откосов насыпей и выемок при заполнении клеток растительной землей, богатой гумусом, и хорошем качестве дерна, обеспечивающем самостоятельное обсеменение и быстрое прорастание, промежутки между клетками разрешается не засевать. Размер клеток при этом принимается не более 1,0 х 1,0 м.

Для устройства клеток применяется дерновые ленты шириной 0,25 м, длиной 2–3 м или штучные дернины шириной 0,20–0,30 м, длиной 0,30–0,50 м. Толщина дерна — 0,06–0,10 м.

Технические требования, предъявляемые к дерну, и сезон выполнения работ указаны в описании к листу 84.

Дерновые ленты укладываются на откосе по двум взаимно перпендикулярным направлениям под углом 45° к горизонтальной поверхности откоса. Вдоль бровки насыпи укладывается одна дерновая лента, подошва откоса насыпи и выемки укрепляется тремя дерновыми лентами.

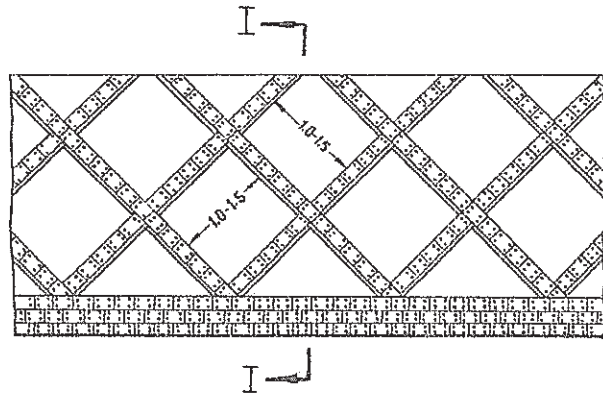
Нижняя дерновая лента должна врезаться в грунт основания на 0,10 м и заделываться местным грунтом с тщательным трамбованием, заподлицо с поверхностью земли.

При песчаных грунтах и жирных глинах под дерном следует укладывать растительную землю слоем толщиной не менее 0,10 м или хорошо разможившийся торф слоем толщиной 0,10 м при наличии торфа в районе работ.

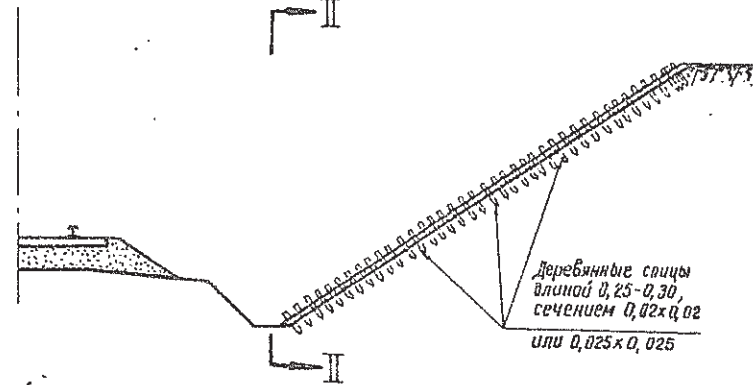


## Укрепление откосов насыпей и выемок

Вид сбоку II-II

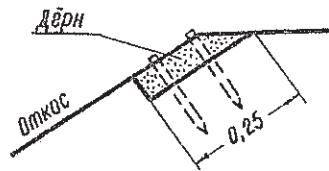


Поперечный разрез I-I

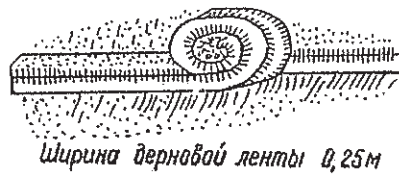


### Укрепление бровки земляного полотна дерновой лентой:

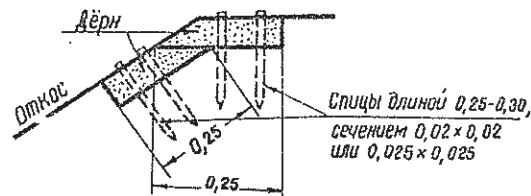
а) в один ряд для бровки насыпи



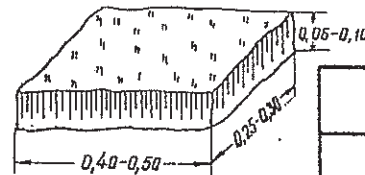
Ленточный дерн



б) в два ряда для бровки бермы



Штучный дерн



Расход материала на 100 м<sup>2</sup> укрепления

№ п/п	Наименование материалов	Езм.	Количество	Единица измерения
1	Дрова	м <sup>3</sup>	0,36	СН П IV-10
2	Семена трав	кг	0,80	
3	Дерн	м <sup>2</sup>	40	

Примечание: Расход дерна повышен при размерах клетки 1,5x1,5; при клетке размером 1,0x1,0 следует увеличить расход материалов в 1,1 раза. Количество растительной земли устанавливается проектом.

Размеры в метрах:

Конструкции креплений откосов  
земляного полотна

Дерновка в клетку

750

Лист  
86

Посадка кустарника сплошная

Назначение сплошной посадки кустарника — защита периодически подтопляемых откосов насыпей и берегов от воздействия текущей воды, при скорости течения до 3 м/сек, и волнобоя, а также откосов выемок и насыпей, сложенных глинистыми грунтами, для предупреждения поверхностных спливов.

При подтоплении насыпей в весенний период в течение более 2,5 месяцев и в летний — более 5-6 дней посадка кустарника неприменима.

Укрепление откосов выемок посадкой кустарника должно производиться с учетом обеспечения условий видимости и незаносимости земляного полотна снегом.

Кустарниковые насаждения принимаются на откосах любой крутизны, но предпочтительнее их применять на откосах более пологих, чем полуторные.

Кустарниковые породы, применяемые для насаждений, должны иметь густую наземную поросль и мощную корневую систему.

Они должны быть быстрорастущими и неприхотливыми, не требующими тщательного ухода и могущими произрастать на самых разнообразных почвах.

Породы, применяемые для укрепления пойменных насыпей, должны быть влаголюбивыми и выдерживать более или менее длительное затопление. Этим требованиям больше всего удовлетворяют ивовые породы. Ассортимент рекомендуемых ивовых пород, в зависимости от климатических и почвенных условий, приведен на листе 128.

При непродолжительном затоплении посадок, небольших скоростях течения воды и малых глубинах могут применяться и другие местные кустарниковые породы, как например: черная смородина, желтая акация, лох, гребенчук, шиповник, боярышник, бузина, козья жимолость, барбарис, ежевика, бересклет и различные сорта ракитника.

Для укрепления откосов, подверженных спливам, также рекомендуется посадка местных пород кустарниковых ив. Густота посадок определяется расчетом. Посадка производится черенками, кольями и прутьями.

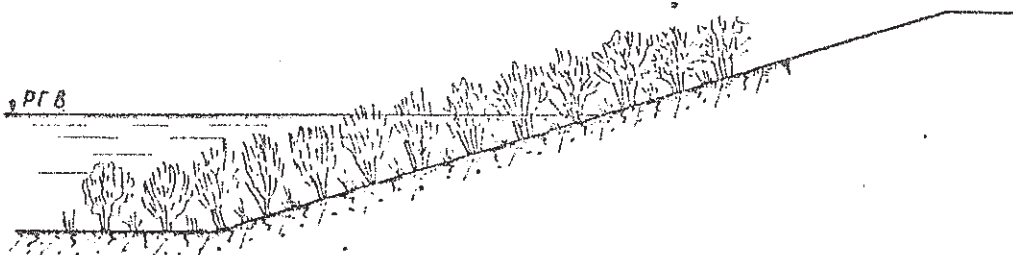
Применяется несколько видов посадки. Вид посадки выбирается, исходя из требуемой по расчету густоты посадки и местных гидрологических условий (скоростей течения, длительности затопления и др.).

Одиночная посадка черенками — применяется при скорости течения воды до 1 м/сек. Посадка производится в лунки или щели, располагаемые по откосу наклонными рядами под углом 35-40° к горизонту. Черенки располагаются в рядах в шахматном порядке. Минимальное расстояние между рядами принимается 0,8 м между черенками в ряду — 0,4 м, глубина посадки 0,45-0,60 м, в выемках — до 1,0 м. Головка черенка должна возвышаться над поверхностью почвы более 1,0 м/сек. и во всех случаях, когда имеется достаточно материала. Рост черенков при гнездовой посадке интенсивнее, чем при одиночной.

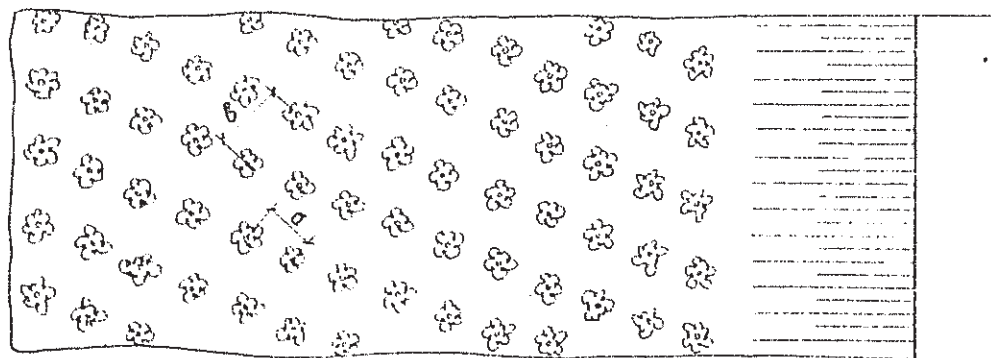
Посадка производится по 5-6 черенков в гнездо. Гнезда располагаются по откосу рядами при расположении по отношению к смежным рядам в шахматном порядке.

## Посадка кустарника сплошная

### Поперечный разрез



### План

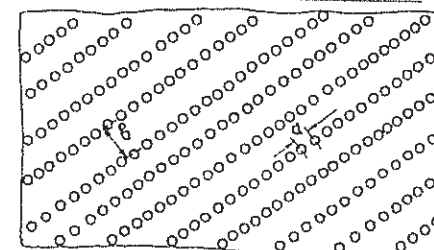


Примечание: Вид и густота посадок для укрепления откосов от размывов продольным течением воды определяется расчетом (см. лист 125).

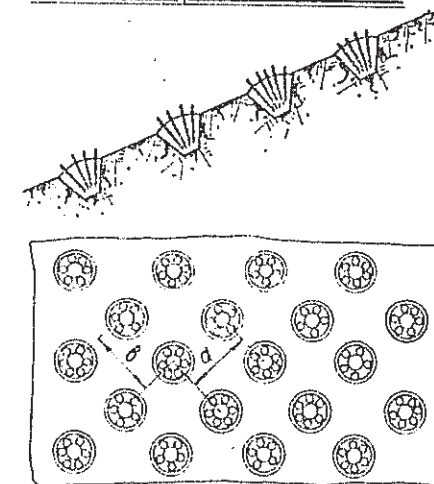
Для укрепления откосов насыпей применяется только в бесснежных и малоснежных районах

## Виды посадок

### а) одиночная посадка черенками



### б) посадка черенков гнездами



Конструкции креплений откосов  
земляного полотна

Посадка кустарника  
сплошная

750

Лист  
87

Минимальные расстояния между посадками принимаются: между рядами - 0,8 м и в рядах - 0,5 м. Лунки делаются глубиной 0,40-0,60 м, диаметром по дну 0,30 м. Черенки должны заготавливаться из свежесрезанных прутьев двух-трехлетних побегов. Нарезка черенков из прутьев должна производиться непосредственно перед посадкой. Длина черенков должна быть 0,50-1,0 м, толщина не менее 0,02 м.

Плетневое прорастающее укрепление применяется при скоростях течения воды более 1,5 м/сек., а также в тех случаях, когда по расчету черенковая посадка оказывается недостаточной или нужно усилить черенковую посадку в местах размыва (в этом случае плетни располагаются через 5-10 рядов кустарника). Прорастающие плетни наиболее устойчивы против размывающего действия потока и раньше других видов посадок начинают проявлять свои гидротехнические свойства, но стоимость их выше, чем остальных видов посадок.

Для плетневой посадки применяются кольца и хлысты. Кольца принимаются длиной 1,0 м, толщиной в комле 0,04-0,05 м, хлысты - длиной более 2 м, толщиной в комле 0,03-0,04 м. Посадка производится в канавку глубиной 0,5-0,6 м, шириной по верху 0,5 м, по дну 0,3 м. В дно канавы устанавливают плетень с наклонной заплёткой живых хлыстов. Концы колец и хлыстов выпускаются наружу, при этом хлысты должны возвышаться над концами колец на 0,30-0,40 м. Канавку и плетень засыпают растительной землей и утрамбовывают.

Минимальное расстояние между плетнями принимается 2 м и в исключительных случаях - 1,5 м. Для экономии посадочного материала посадка может производиться не сплошной, а лентами шириной 0,70-0,80 м или перекрещивающимися лентами (что создает более устойчивое укрепление от сползания). Посадка кустарника должна производиться ранней весной до начала сокодвижения или осенью после его прекращения, но до замерзания почвы. На поймах рек с весенними наводками начало весенней посадки определяется временем освобождения поймы от воды.

Для надежного приживления все посадки нуждаются в 4-5 кратном рыхлении земли вокруг них, уничтожении сорняков и периодической подрезке. Для защиты откосов в период произрастания посадок, при необходимости, применяются временные недорогие укрепления.

Хворостяная прорастающая выстилка является временным типом укрепления в комбинации с посадками и применяется в случаях, когда до прорастания откос не может быть оставлен без укрепления. Материалом для выстилки служит хворост, способный к прорастанию. Хворост укладывается по поверхности откоса равномерно, слоем толщиной 0,20-0,30 м. Хворост укладывается комьями вниз. Для обеспечения прорастания в откосе делают продольные уступы, в которые укладывают комли хвороста и засыпают землей слоем 0,10 м. При большой длине откоса выстилка делается в несколько рядов. Сначала укладывается верхний ряд по всему откосу, затем следующий ряд с напуском на ранее уложенный, примерно на 1/3 средней длины хворостин и таким же образом все последующие. Хворост закрепляется рядами хворостяных канатов, прикрепляющихся к откосу кольями, пробивающими слой хвороста и каната и заглубляющимися в грунт. Канаты укладываются на расстоянии 0,5 м от комлей.

Расстояние между канатами около 1,0 м.



Плетневое прорастающее укрепление

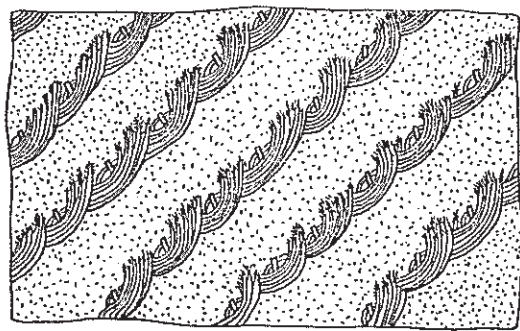
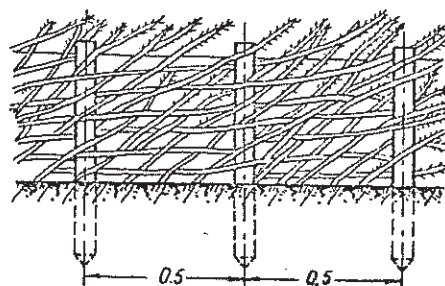
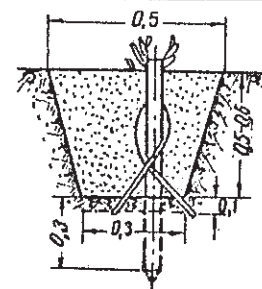


Схема плетневой посадки

Продольный разрез



Поперечный разрез



Хворостяная прорастающая выстилка



Размеры в метрах

Конструкции креплений откосов  
земляного полотна

Лесопосадка плетнями  
и выстилкой

750

Лист  
88

Для укрепления откосов насыпей применяется  
только в бесснежных и малоснежных районах



Лесопосадка продольными полосами

Назначение продольных защитных лесопосадок — предохранить откосы пойменных насыпей от воздействия волн. Лесонасаждения, являясь активным средством гашения волн, уменьшают их высоту, и набег на откос, а также уменьшают скорости течения воды. Применяются продольные лесозащитные полосы как правило, для защиты насыпей, расположенных на широких открытых поймах, в условиях равнинных рек, при скоростях течения воды до 3 м/сек, при отсутствии или наличии слабого ледохода.

Посадка древесно-кустарниковой растительности производится вдоль подошвы откоса насыпей на полосе поймы, прилегающей к земляному полотну, и в необходимых случаях, в нижней части откоса. Лесопосадки в зонах с периодом затопления весной более 2,5 месяцев и летом более 5-6 дней — неприменимы. В зависимости от ожидаемой скорости потока и его глубины посадки производятся кустарником, деревьями с рассадкой в промежутках между ними кустарника или с расстановкой плетней, способствующих замедлению донных течений, задержанию наносов и предохраняющих подошву откоса насыпи от размыва.

Ширина продольной полосы лесопосадки, при которой происходит затухание волны и ее снижение до безопасной для неукрепленного откоса (до величины 0,15м), принимается в зависимости от высоты волны. Материалом для посадки служат черенки и прутья быстрорастущих местных ивовых пород.

Ассортимент древесно-кустарниковых пород, в зависимости от климатических и почвенных условий, приведен на листе 128. Помимо ивовых пород при непродолжительном затоплении, небольших скоростях течения и малых глубинах воды могут применяться кустарники других местных видов пород.

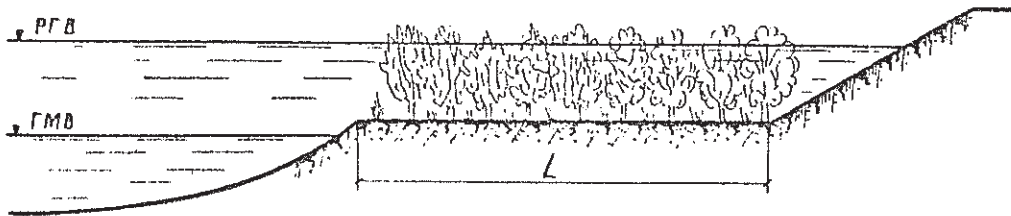
Посадка древесно-кустарниковых пород может производиться одиночными черенками, рассадкой черенков гнездами и рассадкой прорастающих плетней в канавах. При одиночной посадке расстояние между рядами для деревьев и кустарников принимается 0,8м, в исключительных случаях — 0,7 м, между растениями в ряду для деревьев — 0,8м, и для кустарников — 0,4м. При гнездовой посадке расстояния между рядами для деревьев и кустарников — 0,8м, между растениями в ряду для деревьев — 1,0м, для кустарников — 0,5м. Ширина междурядий назначается в проектах в зависимости от крутизны укрепляемой поверхности и способа посадки лесных полос. При механизированной посадке лесных полос ширина междурядий принимается в зависимости от количества машин в агрегате, но не менее 1,5м.

Черенки заготавливаются длиной 0,50-0,60м, диаметром в верхнем конце — для посадки деревьев — не менее 0,03м, для кустарников — не менее 0,02м.

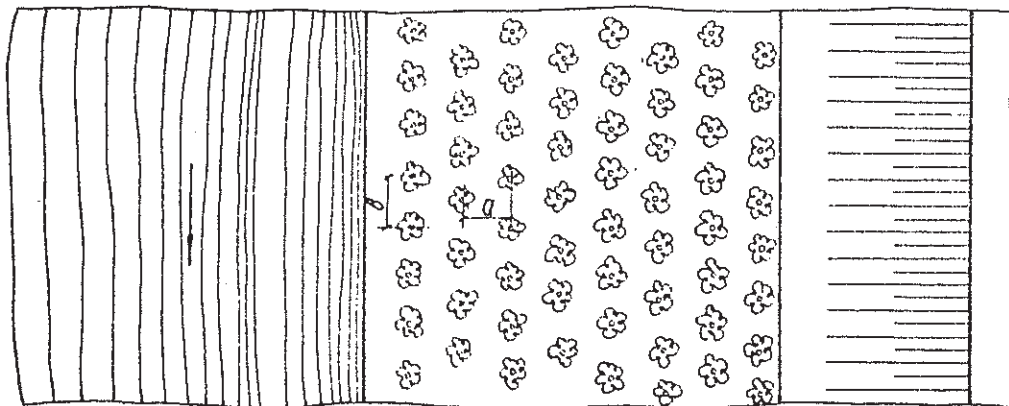
Описание способов и сроков посадки указано в описании для листов 87-88.

При посадке лесонасаждений в местах, где они будут подвергаться воздействию потоков воды со скоростями течения более 1,0-1,5 м/сек., должны устраиваться временные, недорогие защитные сооружения.

Поперечный разрез



План



Примечание:

Ширина волногасящей полосы - L принимается по расчету в зависимости от высоты волны.

Рекомендуемые расстояния  
между посадками

Породы и способы посадки	Расстояние в м	
	между рядами "А"	в рядах "Б"
<u>Одиночная посадка</u>		
Древовидные ивы	0,8	0,6
Кустарники	0,8	0,4
<u>Посадка гнездами</u>		
Древовидные ивы	0,8	1,0
Кустарники	0,8	0,5
<u>Примечание:</u> Ширина междурядий при механизированной посадке лесных полос должна приниматься не менее 1,5 м		

Конструкции креплений откосов  
земляного полотна

Лесопосадка продольными полосами	750	Лист 89
-------------------------------------	-----	------------

Б. КОНСТРУКЦИИ ВРЕМЕННЫХ ЗАЩИТ И КРЕПЛЕНИЙ  
ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЕ С ЧАСТИЧНОЙ МЕХАНИЗАЦИЕЙ

ИНВ. № 750

Волнозащитный поплавок предназначается для защиты неукрепленных откосов и берегов от разрушения волновыми воздействиями.

Поплавок применяется при высоте волны  $h$  до 0,7 м и длине волны  $\lambda$  до 8h

Для устройства поплавок применяются бревна диаметром 22 см и длиной 6,5 м, используемые для продольной части, и бревна и брусья размером 12х16х300 и 12х12х150 см, укладываемые в поперечном направлении. Бревна и брусья соединяются между собой болтами, образуя разреженную конструкцию.

В продольной части поплавок тремя продольными бревнами образован волногасящий козырек.

Вдоль всех поплавков, образующих волнолом, прокладывается трос-лежень прикрепляемый к каждому поплавку двумя накладками.

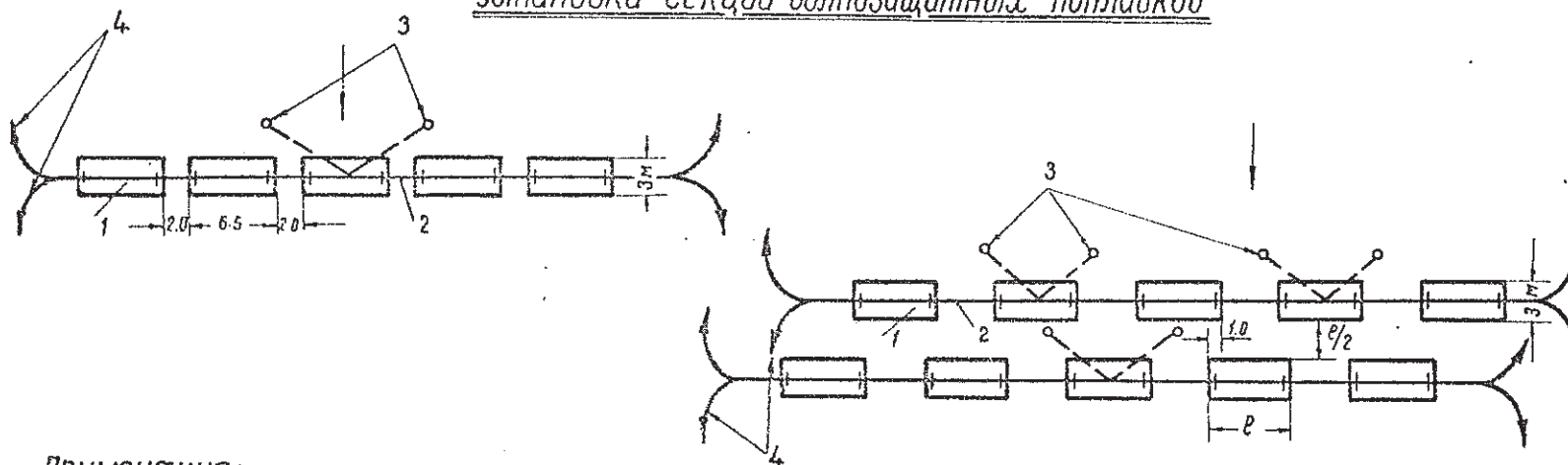
Вся продольная нагрузка воспринимается тросом-лежнем.

Для предотвращения уноса поплавков ветром и течением они закрепляются тросами на донные опоры (винтовые якоря, бетонные блоки, отдельные камни, кусты свай и т.п.)

Конструкция и схема размещения волнозащитных поплавков и спецификация к ним приведены на чертежах.

Основание: "Альбом гипсовых конструкций наплавных сооружений для лесных рейдов, подверженных волновому воздействию", Гипролестранс, 1956 г. и "Альбом типовых конструкций наплавных сооружений для лесных рейдов", ЦНИИ лесосплава, 1957 г.

Схемы  
установки секций волнозащитных поплавок



Примечания:

1. Выбор схемы установки и типа крепления секций поплавок определяется в каждом конкретном случае условиями волнового режима, общей схемой размещения защищаемых сооружений и соображениями экономического характера.
2. Вдоль всех секций поплавок прокладывается трос-лежень, связывающий с помощью специальных сжимов отдельные полавки между собой. Вся продольная нагрузка воспринимается тросом-лежнем.
3. Секции поплавок закрепляются при помощи тросов за донные опоры (винтовые и двуровневые якоря, бетонные блоки, кусты свай и другие) по концам, для предупреждения уноса поплавок течением, и посередине, для предупреждения уноса ветром.
4. Усилие в тросах определяется расчетом, в зависимости от высоты и длины волны, высоты и ширины волнозащитных сооружений по формуле:

$$T = 65 h_0 \left( \frac{h \cdot l}{2.65} \right)^2 \sqrt{b}$$

где:  $T$  — усилие в кс на 1 пог. м длины секции волнолама,  
 $h_0$  — высота сооружения в м,  
 $b$  — ширина сооружения в м,  
 $h$  — высота волны в м,  
 $l$  — длина волны в м. 65 и 2.65 — опытные коэффициенты.

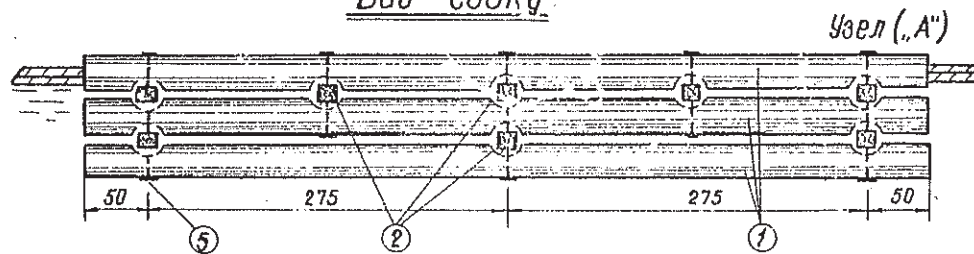
- 1 — Поплавок
- 2 — Трос-лежень
- 3 — Донные опоры
- 4 — Якорь

Размеры в метрах

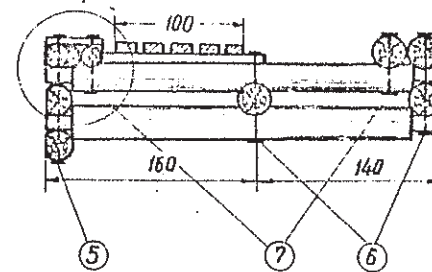
Конструкции временных защит откосов земляного полотна		
Схемы установки секций волнозащитных поплавок	750	Лист 90



Вид сбоку



Вид с торца



План

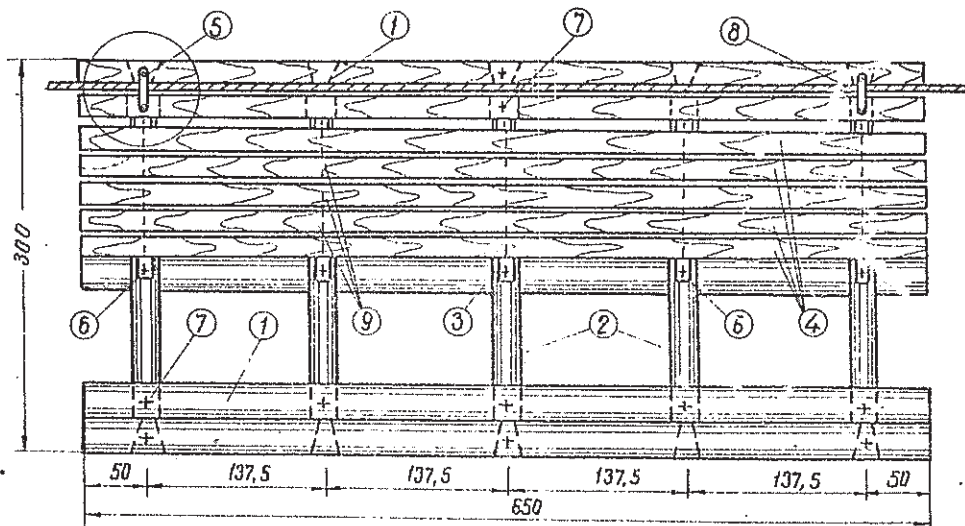


Таблица объемов

№ п/п	Наименование деталей	Измеритель	Объем м <sup>3</sup> Вес кг
1	Бревна	м <sup>3</sup>	3,44
2	"	"	0,86
3	Брусья	"	0,86
4	Доски	"	0,29
5	Болты шпильки с 3 шурупами, 2 шайбами	кг	7,57
6	Болты	"	15,40
7	Болты шпильки с 3 шурупами, 2 шайбами	"	10,12
8	Накладки	"	2,62
9	Гвозди { простые ершеные	"	1,00 0,5

Итого лесоматериала м<sup>3</sup> 5,45  
металла кг 37,24

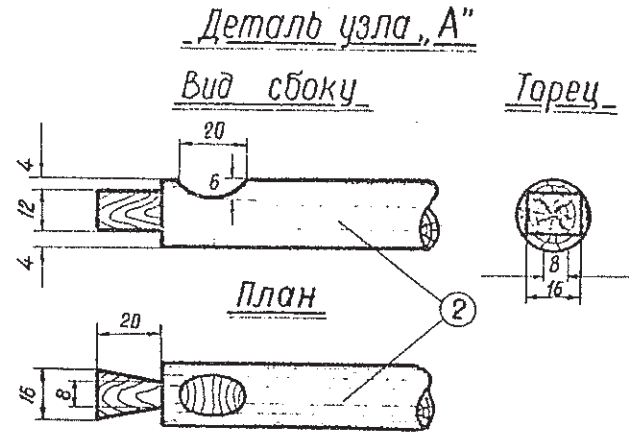
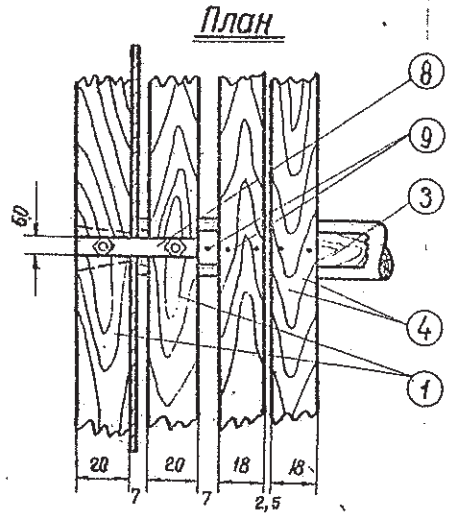
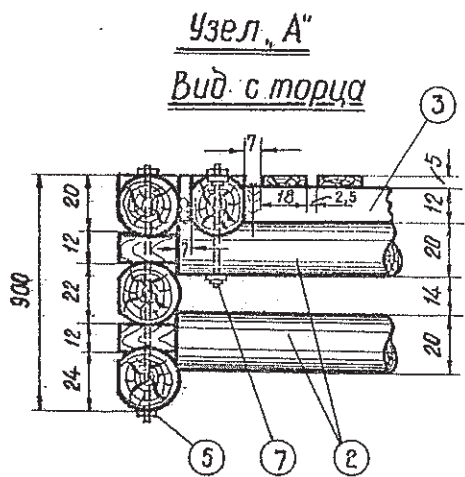
Размеры в сантиметрах

Конструкции временных защит откосов  
земляной полотно

Волнозащитный полотно  
гибкой продольной стеной

750

Лист  
91



Спецификация

№№ П/п	Наименование деталей	Материал	Измер.	Кол-во	Диаметр или сечение	Длина	Объем м³	Вес кг
1	Бревна	сосна	см	8	26	650	3,44	
2	"	"	"	8	20	300	0,85	
3	Брусля	"	"	5	12×12	120	0,86	
4	Доски	"	"	5	5×18	650	0,29	
5	Болты-шпилька с 3-мя гайками, 2-мя шайбами	ст.3	мм	3	20	900	7,57	
6	Болты	"	"	8	20	660	15,40	
7	Болты-шпилька с 3-мя гайками, 2-мя шайбами	"	"	8	18	360	10,12	
8	Накладки	"	"	2	6×60	470	2,65	
9	Гвозди	"	"	50	4,5	120	1,00	
				5	6,5	200	0,5	

Итого лесоматериалов:      м³ 5,45  
металла:      кг 37,24

Размеры в сантиметрах

<u>Конструкции временных защит откосов земляного полотна</u>		
Волнозащитный поплавок гибкой продольной запаню	750	Лист 92

Назначение свайного волнолома - временная защита неукрепленных откосов и берегов от разрушения волновыми воздействиями. Применяется свайный волнолом при глубине воды до 2 м, высоте волны  $H$  до 1,0 м и длине волны  $\lambda$  до  $5H$ . Рекомендуется для применения в местах, защищенных от ледохода, при наличии недорогого леса местных заготовок.

В волноломе применены два ряда свай. Сваи диаметром 20 см и высотой, в зависимости от глубины воды, забивают по линии волнозащиты на глубину 2-2,5 м. Расстояние между сваями в каждом ряду - 1,25 м, а между рядами свай - 2 м. Ряды свай соединяются парными поперечными схватами из пластин, а сваи каждого ряда - продольными насадками из круглого леса диаметром 20 см. Продольные насадки соединяются с головами свай каждого ряда шипами и парными строигельными скобами.

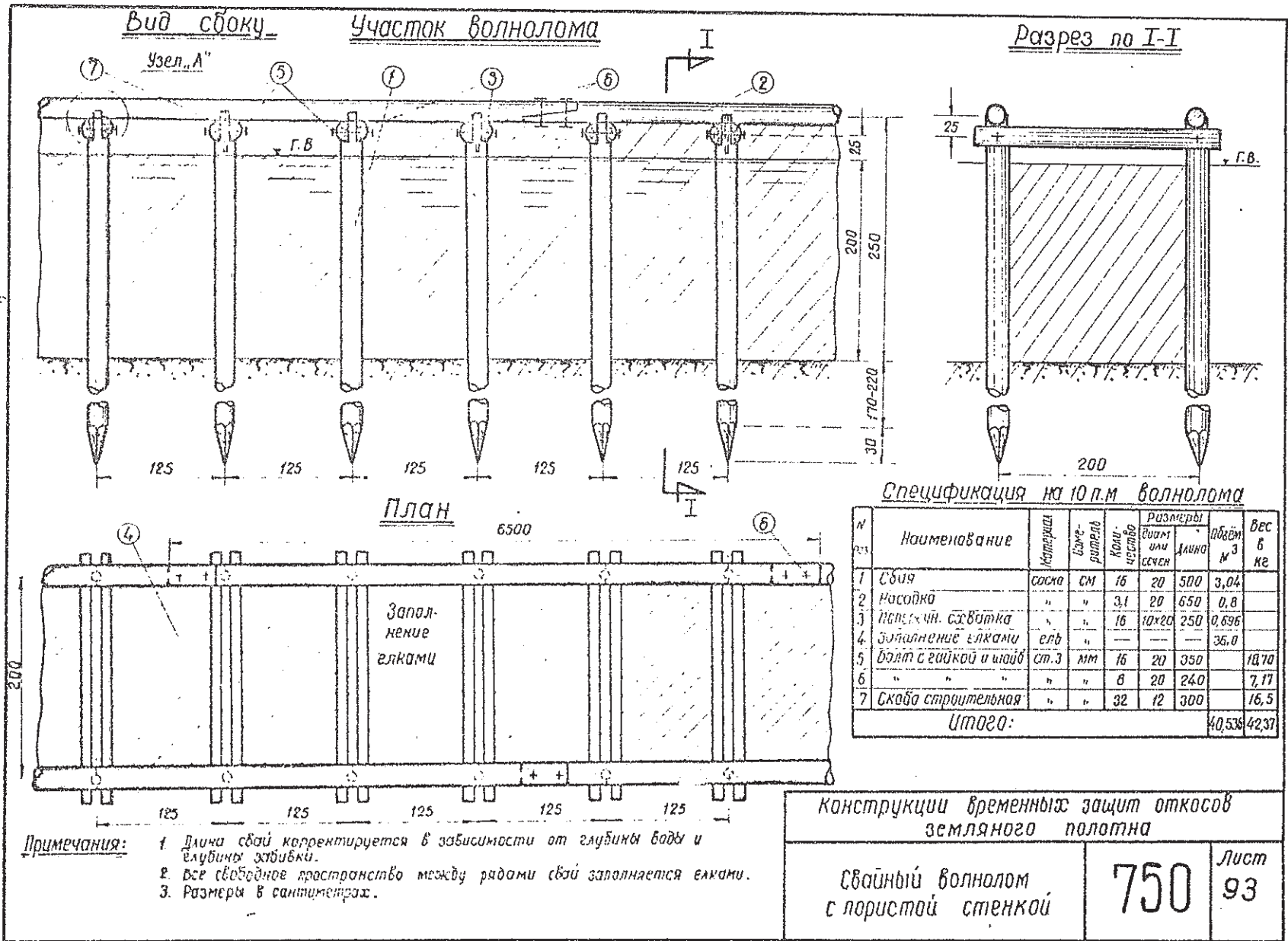
Пространство между сваями заполняется до дна плотно уложенными еловыми ветками и елками, образующими пористую стенку.

Ряд свай, расположенных со стороны противоположной воздействию волн, воспринимает давление пористой стенки и посредством поперечных схваток передает его на сваи переднего ряда и на грунт.

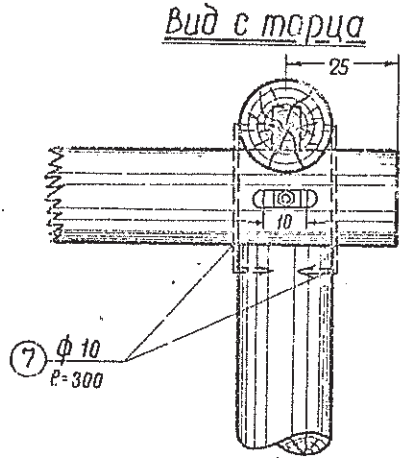
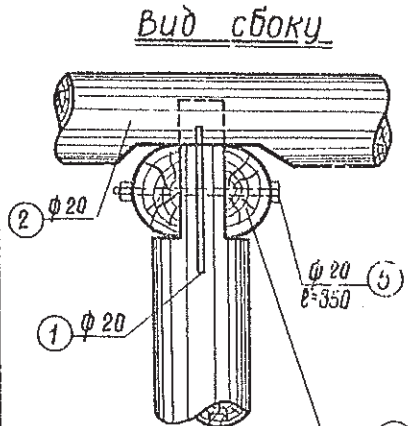
При расположении стационарного свайного волнолома в зоне ледостава, в случае возможного колебания уровня воды в зимний период, следует предусматривать работы по околке льда у сооружения.

-----  
х)

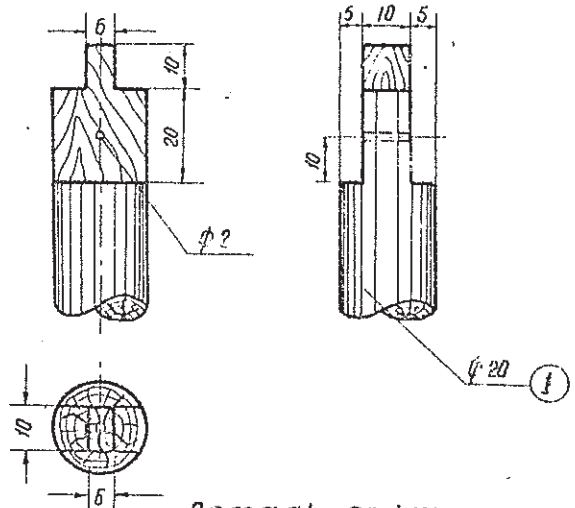
См. "Альбом типовых конструкций наплавных сооружений для лесных рейдов, подверженных волновому воздействию", Гипролестранс, 1956 г.



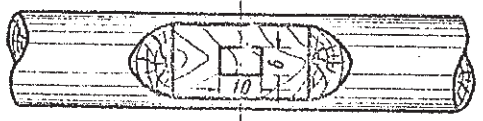
Узел „А“



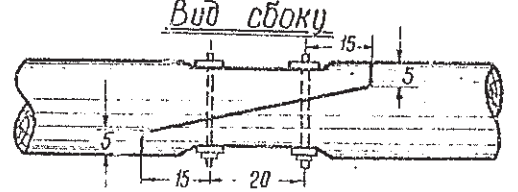
Деталь головки сваи



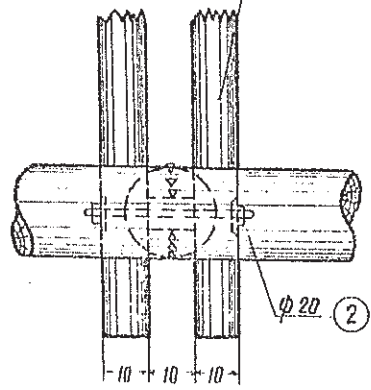
Деталь насадки  
Вид снизу



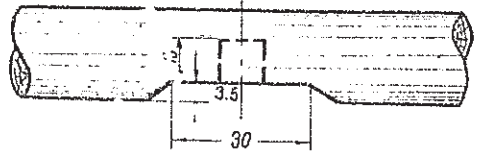
Деталь стыка  
Вид сбоку



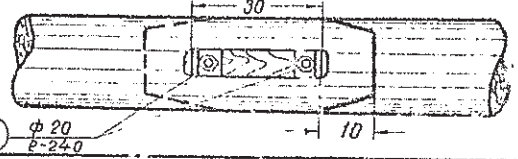
План



Вид сбоку



План



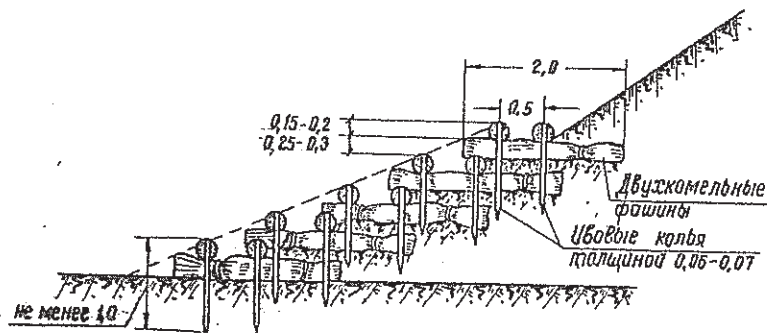
Размеры в сантиметрах

Конструкция временных защит откосов земляного полотна	
свайный Волналом с пористой стенкой, Узлы и детали	Лист 750 94

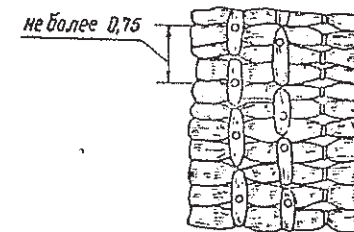


## Укрепление откоса насыпи или бермы

Поперечный разрез



План  
одного ряда



Расход материалов на 100 м<sup>3</sup> кладки

№ № п/п	Наименование материалов	Измеритель	Количество
1	шпалы	м <sup>3</sup>	129
2	фашины	"	0,78

Размеры в метрах

Конструкции креплений откосов земляного полотна		
Кладка легкими фашинами в стенку	750	Лист 95

К листу 95

### Кладка легкими фашинами в стенку

Назначение этого типа укрепления — защита от размыва текущей водой подтопляемых откосов и берегов при скоростях течения, превышающих допускаемые для данных грунтов или более легких типов креплений. Рекомендуется для применения в районах богатых хворостом взамен каменных одежд (при недостатке камня или высокой стоимости его) или других более дорогих видов креплений. В зоне периодического подтопления применяется как временное крепление.

Укрепление откоса фашинами в стенку производится следующим образом: у подошвы откоса укладывается горизонтально поперек откоса первый ряд фашины с незначительным запуском комлей в откос; на уложенный таким образом ряд фашин для связи их между собой укладываются комлями вдоль откоса фашинные канаты, которые прошиваются насквозь ивовыми кольями. На уложенный и скрепленный первый ряд укладывается и скрепляется таким же образом второй ряд фашин. Кладка рядов фашин и их скрепление продолжается подобным образом до требуемой отметки.

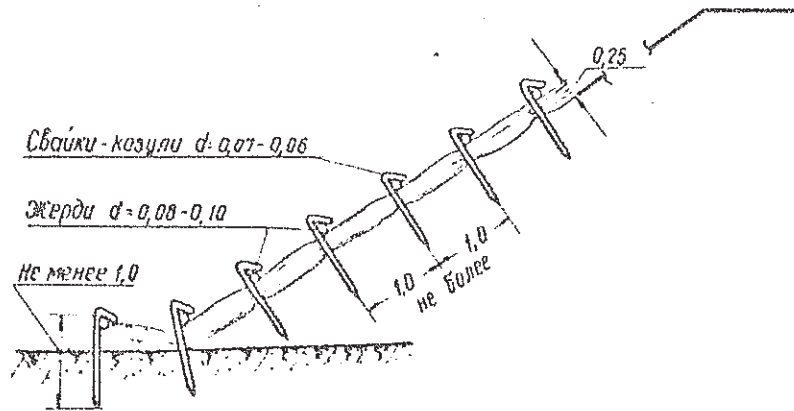
Промежутки между рядами фашин по мере их кладки заполняются камнем, щебнем или местным неразмываемым грунтом с плотной утрамбовкой.

Колья для скрепления хворостяных канатов с фашинами применяются из ивовых пород, толщиной 0,06–0,07 м и длиной 1,0–2,0 м. Расстояние между кольями должно быть не более 0,75 м. Фашины применяются легкого типа (т.е. изготовленные из одного только хвороста) длиной 2,0–3,0 м и толщиной 0,25–0,30 м.

Недостатками фашиновой кладки являются: малый срок службы в зоне переменного увлажнения, значительная трудоемкость и сравнительно высокая стоимость ее.

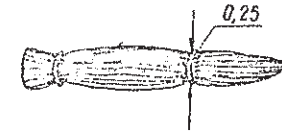
## Укрепление откоса насыпи или бермы

Поперечный разрез



### Типы легких фашин

а) Однокомельные



б) Двухкомельные



### Расход материалов на 100 м<sup>2</sup> укрепления

№ п/п	Наименование материалов	Ед. изм.	Укладка фашин плашмя при толщине фашин 0,25 м
1	Сварест	м <sup>3</sup>	45,0
2	Жерди	м <sup>3</sup>	0,24
3	Верёвка смоляная	кг	30

### Размеры в метрах

Конструкции крепления откосов земляного полотна		
Укладка фашин плашмя	750	Лист 96

Укладка фашин плашмя

Назначение фашинной кладки плашмя — защита от размыва подтопляемых откосов насыпей и берегов. В зоне периодического подтопления откосов применяется как временное. Применяется в местах, богатых хворостом, при отсутствии местного камня или других недорогих по стоимости материалов.

Фашины изготавливаются из гибкого свесжесрубленного хвороста, очищенного от листьев и тонких ветвей, диаметром в комле 0,02-0,03 м, длиной 2,0-4,5 м.

Хворост для фашин должен быть ивовый или из других неломких лиственных пород. Перевязываются фашины вилами, проволокой или просмоленной веревкой, в среднем, через 1,0 м, на расстоянии от концов на 0,80-0,90 м.

По способу раскладки хвороста фашины делятся на однокомельные и двухкомельные, а по способу изготовления — на легкие (исключительно из хвороста) и тяжелые (заполненные камнем).

Для укрепления откосов применяется, в основном, легкий тип фашин, так как тяжелые фашины требуют для своего изготовления большой затраты рабочей силы, громоздки и дороги.

Однокомельные фашины изготавливаются толщиной 0,25-0,30 м, хворост укладывается комлями в одну сторону.

Двухкомельные фашины вяжутся такой же толщины, но длиной около 4 м.

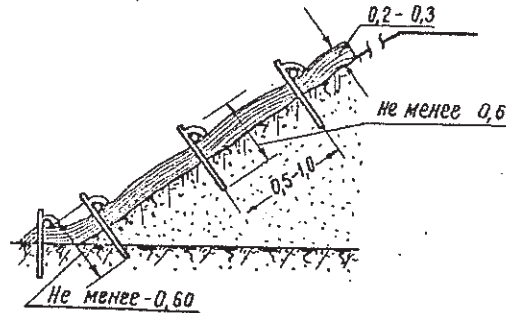
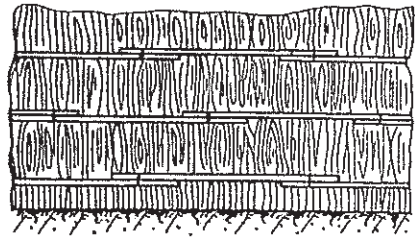
Хворост укладывается в них комлями в разные стороны.

Фашины плашмя укладываются в виде тюфяков своей продольной осью или параллельно линии ската откоса, или перпендикулярно к нему с пришивкой их к откосу ивовыми кольями, способными к быстрому прорастанию.

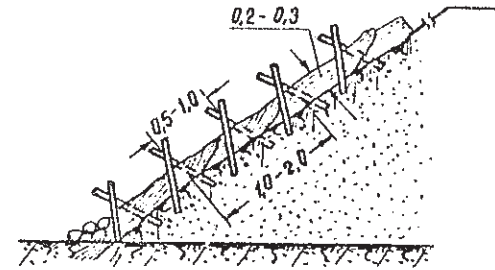
Недостатками фашинной кладки являются: малый срок службы в зоне переменного увлажнения, значительная трудоемкость и сравнительно высокая стоимость ее.

Укрепление откосов насыпи или бермы

а) Жворостяная выстилка с прижимами из жердей



б) Жворостяная выстилка с прижимами из жворостяных канатов и двойными спицами



Расход материалов на 100 м<sup>2</sup> укрепления

№ п/п	Наименование материалов	Измеритель	Количество
1	жворост	м <sup>3</sup>	30,5
2	жерди	"	0,17

Размеры в метрах

Конструкция креплений откосов земляного полотна		
Однослойная жворостяная выстилка	750	Лист 97



К листу 97

Однослойная хворостяная выстилка

Назначение хворостяной выстилки - временное укрепление откосов земляного полотна от размыва при периодическом их подтоплении, а также для укрепления откосов свежесыпанных насыпей, не имеющих еще постоянных креплений.

Рекомендуется для применения в районах богатых хворостом, при отсутствии возможности применения более легких и недорогих креплений.

Хворостяная выстилка состоит из ивовых прутьев, уложенных внахлестку вдоль откоса колыями вниз по слою соломы, сена или камыша.

Укладка хвороста ведется снизу вверх. Каждый укладываемый слой перекрывается предыдущим на длину не менее  $1/3$  средней длины хворостин. Хворостяная выстилка обычно делается толщиной 0,20-0,30 м.

Закрепляется хворостяная выстилка на откосе прутьями жгутами или тонкими жердями, которые укладываются поперек хвороста параллельно подошве откоса на расстоянии от 0,50 до 1,0 м друг от друга, в зависимости от длины хвороста. Жерди прикрепляются к откосу кольями-вилками длиной не менее 1,0 м, забиваемыми в грунт на расстоянии 1 м друг от друга в шахматном порядке.

Хворостяная выстилка на откосах делается с противопожарными разрывами в 2 м, через каждые 50 м. Разрывы укрепляются местными негорючими материалами.

СПРАВОЧНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ

ИНВ. № 750

Допускаемые (неразмыывающие) средние скорости течения для несвязных грунтов

№ п/п	Грунты и их характеристики		Размеры частиц грунта в мм	Средние глубины готока в м					
	Наименование	Разновидности		0,4	1,0	2,0	3,0	5,0	10 и более
				Средние скорости течения в м/сек					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Пыль и ил	Пыль и ил с мелким песком; растительная земля	0,005-0,05	0,15-0,20	0,20-0,30	0,25-0,40	0,30-0,45	0,40-0,55	0,45-0,65
2	Песок мелкий	Песок мелкий с примесью среднего	0,05-0,25	0,20-0,35	0,30-0,45	0,40-0,55	0,45-0,60	0,55-0,70	0,65-0,80
3	" средний	Песок мелкий с глиной; песок средний с примесью крупного	0,25-1,00	0,35-0,50	0,45-0,60	0,55-0,70	0,60-0,75	0,70-0,85	0,80-0,95
4	" крупный	Песок крупный с примесью гравия; среднезернистый песок с глиной	1,00-2,50	0,50-0,65	0,60-0,75	0,70-0,80	0,75-0,90	0,85-1,00	0,95-1,20
5	Гравий мелкий	Гравий мелкий с примесью среднего	2,50-5,00	0,65-0,80	0,75-0,85	0,80-1,00	0,90-1,10	1,00-1,20	1,20-1,50
6	" средний	Гравий крупный с песком и мелким гравием	5,00-10,0	0,80-0,90	0,85-1,05	1,00-1,15	1,10-1,30	1,20-1,45	1,50-1,75
7	" крупный	Галька мелкая с песком и гравием	10,0-15,0	0,90-1,10	1,05-1,20	1,15-1,35	1,30-1,50	1,45-1,65	1,75-2,00
8	Галька мелкая	Галька средняя с песком и гравием	15,0-25,0	1,10-1,25	1,20-1,45	1,35-1,65	1,50-1,85	1,65-2,00	2,00-2,70
9	" средняя	Галька крупная с примесью гравия	25,0-40,0	1,25-1,50	1,45-1,85	1,65-2,10	1,85-2,30	2,00-2,45	2,30-2,70
10	" крупная	Булыжник мелкий с галькой и гравием	40,0-75,0	1,50-2,00	1,85-2,40	2,10-2,75	2,30-3,10	2,45-3,30	2,70-3,60
11	Булыжник мелкий	Булыжник средний с галькой	75,0-100	2,00-2,45	2,40-2,80	2,75-3,20	3,10-3,50	3,30-3,80	3,60-4,20
12	" средний	Булыжник средний с примесью крупного; булыжник крупный с мелкими примесями	100-150	2,45-3,00	2,80-3,35	3,20-3,75	3,50-4,10	3,80-4,40	4,20-4,50
13	" крупный	Булыжник крупный с примесью мелких балунов гальки	150-200	3,00-3,50	3,35-3,80	3,75-4,30	4,10-4,65	4,40-5,00	4,50-5,40
14	Валун мелкий	Валуны средние с примесью гальки	200-300	3,50-3,85	3,80-4,35	4,30-4,70	4,65-4,90	5,00-5,50	5,40-5,90
15	" средний	Валуны с примесью булыжника	300-400		4,35-4,15	4,70-4,95	4,90-5,30	5,50-5,60	5,70-6,00
16	" особо крупный		400-500 и более			4,95-5,35	5,30-5,50	5,60-6,00	6,00-6,20

Примечания:

1. В каждой графе таблицы нижние пределы скоростей течения соответствуют минимальным размерам частиц грунта, верхние пределы скоростей - максимальным размерам частиц.
2. Для промежуточных размеров частиц грунта и глубин водотока значения скоростей течения принимаются по ближайшим табличным значениям размеров частиц и глубин водотока.

Справочные и вспомогательные материалы

Допускаемые (неразмыывающие) скорости течения воды для неукрепляемых русел

750

Лист 98

### Допускаемые (неразмыывающие) скорости течения для связных грунтов

№ п/п	Наименование грунтов	Сохранение частиц в процентах		Х а р а к т е р и с т и к и      г р у н т о в															
		Менее 0,005 мм	0,005-0,05 мм	Грунты малоплотные (приведенная порозность 1,2-0,4). Объемный вес грунтового скелета до 1,20 т/м <sup>3</sup>				Грунты среднелотные (приведенная порозность 0,9-0,6). Объемный вес грунтового скелета 1,20-1,66 т/м <sup>3</sup>				Грунты плотные (приведенная порозность 0,6-0,3). Объемный вес грунтового скелета 1,66-2,04 т/м <sup>3</sup>				Грунты очень плотные (приведенная порозность 0,3-0,2). Объемный вес грунтового скелета 2,04-2,14 т/м <sup>3</sup>			
				С р е д н и е      г л у б и н ы      п о т о к а      в      м															
		0,4	1,0	2,0	3,0	0,4	1,0	2,0	3,0	0,4	1,0	2,0	3,0	0,4	1,0	2,0	3,0		
				С р е д н и е      с к о р о с т и      т е ч е н и я      в      м / с е к															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Глины	30-50	70-50	0,35	0,40	0,45	0,50	0,70	0,85	0,95	1,10	1,00	1,20	1,40	1,50	1,40	1,70	1,90	2,10
2	Тяжелые суглинки	20-30	60-70		0,40	0,45	0,50	0,65	0,80	0,90	1,00	0,95	1,20	1,40	1,50	1,40	1,70	1,90	2,10
3	Тощие "	10-20	90-80	0,35	0,40	0,45	0,50	0,65	0,80	0,90	1,00	0,95	1,20	1,40	1,50	1,40	1,70	1,90	2,10
4	Лессовые грунты в условиях закончившихся просадок	—	—	—	—	—	—	0,60	0,70	0,80	0,85	0,80	1,00	1,20	1,30	1,10	1,30	1,50	1,70
5	Супеси	5-10	20-40	По таблице на листе 111 в зависимости от крупности песчаных фракций															

### Допускаемые (неразмыывающие) средние скорости течения для скальных грунтов

№ п/п	Наименование грунтов	Средние глубины потока в м			
		0,4	1,0	2,0	3,0
		Средние скорости течения в м/сек			
1	2	3	4	5	6
1	Кангломерат, мергель, сланцы	2,0	2,5	3,0	3,5
2	Пористый известняк, плотный кангломерат, слоистый известняк, известковый песчаник, доломитовый известняк	3,0	3,5	4,0	4,5
3	Доломитовый песчаник, плотный, неслоистый известняк, кремнистый известняк, мрамор	4,0	5,0	6,0	6,5
4	Граниты, диабазы, базальты, андезиты, кварциты, порфиры	15,0	18,0	20,0	22,0

Примечания:

1. Для промежуточных глубин водотока значения скоростей принимаются по глубинам, ближайшим к расчетным.
2. Величины допускаемых скоростей течения при глубинах водотока, больших 30 м (в случае отсутствия специальных исследований и расчетов), принимаются по их значениям для глубины 3,6 м.
3. При проектировании поверхностных водоотводов в подверженных выветриванию плотных и очень плотных грунтах допускаемые скорости ограничиваются теми же значениями, что и для грунтов средней плотности (по графам 9, 10, 11 и 12).

#### Справочные и вспомогательные материалы

Допускаемые (неразмыывающие) скорости течения воды для неукрепляемых русел	750	Лист 99
--	-----	---------

Допускаемые (неразмыывающие) средние скорости течения для искусственных укреплений

Типы укреплений		Средние скорости течения в м/сек			
		0,4	1,0	2,0	3,0
1	2	3	4	5	6
1	Удиривка плашня (на плотном основании)	0,9	1,2	1,3	1,4
2	Удиривка в стенку	1,5	1,8	2,0	2,2
3	Каменная наброска из булыжного или рваного камня в зависимости от его крупности	По табл. на листе 96 с коэффициентом 0,90			
4	Каменная наброска в 2 слоя в плетнях в зависимости от крупности камня	По табл. на листе 96 с коэффициентом 1,10			
5	Одиночное мощение на мху (слой мха не менее 5 см):				
	а) из булыжника размером 15 см	2,0	2,5	3,0	3,5
	б) " " " 20 "	2,5	3,0	3,5	4,0
	в) " " " 25 "	3,0	3,5	4,0	4,5
6	Одиночное мощение на щебне (слой щебня не менее 10 см):				
	а) из рваного камня размером 15 см	2,5	3,0	3,5	4,0
	б) " " " 20 "	3,0	3,5	4,0	4,5
	в) " " " 25 "	3,5	4,0	4,5	5,0
7	Одиночное мощение с подбором лица и грубым приколом на щебне (слой щебня не менее 10 см):				
	а) из камней размером 20 см	3,5	4,5	5,0	5,5
	б) " " " 25 "	4,0	4,5	5,5	5,5
	в) " " " 30 "	4,0	5,0	6,0	6,0
8	Двойное мощение из рваного камня на щебне: нижний слой из камней 15 см, верхней - из камней 20 см (слой щебня не менее 10 см)	3,5	4,5	5,0	5,5

Типы укреплений		Средние скорости течения в м/сек			
		0,4	1,0	2,0	3,0
1	2	3	4	5	6
9	Сборостяжная выстилка и сборостяжные покрывала на плотном основании (для временных укреплений):				
	а) при толщине выстилки б = 20-25 см			2,0	2,5
	б) при других толщинах выстилки	По п. 9а с коэф. 0,2-1,5			
10	Фашинные тюфяки:				
	а) при толщине б = 50 см	2,5	3,0	3,5	
	б) при других толщинах тюфяков	По п. 10а с коэф. 0,2-1,5			
11	Габиионы (размером не менее 0,5x0,5x1,0)				
12	Бутовая кладка из камня известковых пород (с пределом прочности не менее 100 кг/см <sup>2</sup> )	3,0	3,5	4,0	4,5
13	Бутовая кладка из камня крепких пород (с пределом прочности не менее 300 кг/см <sup>2</sup> )	6,5	8,0	10,0	12,0
14	Бетон как одежда для укреплений марки 200	6,5	8,0	9,0	10,0
	то же марки 150	6,0	7,0	8,0	9,0
	" " " 100	5,0	6,0	7,0	7,5
15	Бетонные лотки с гладкой поверхностью:				
	бетон марки 200	13	16	19	20
	" " " 150	12	14	16	18
	" " " 100	10	12	13	15
16	Деревянные лотки гладкие при надежном основании и течении вдоль волокон	8	10	12	14

Примечания:

- Для промежуточных глубин водотока значения скоростей принимаются по глубинам, ближайшим к натурным.
- Величины допускаемых скоростей течения при глубинах водотока, больших 3,0 м (в случае отсутствия специальных исследований и расчетов), принимаются по их значениям для глубины 3,0 м.

Справочные и вспомогательные материалы

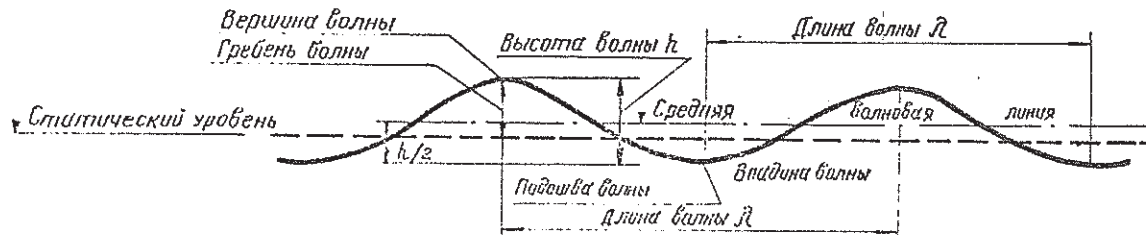
Допускаемые (неразмыывающие) скорости течения воды для искусственных укреплений

750

Лист  
100



### Определение элементов ветровой волны мелководья / $h \leq \frac{\lambda}{2}$ / <sup>\*)</sup>



Определение элементов ветровой волны мелководья /  $h \leq \frac{\lambda}{2}$  / производится по методу Л.П. Браславского. В зависимости от расчетной скорости ветра  $W_{10}$  в м/сек, длины разгона волны  $D$  в км и средней глубины водоема  $H$  м, расчет высоты волны, имеющей в данной системе волнения вероятность превышения 1%, —  $h$ , % производится по прилагаемым графикам (листы 102-103). В расчет вводится скорость ветра, приведенная к высоте 10 м над уровнем водоема. Приведение производится по формуле:

$$W_{10} = K_w W_H,$$

где  $W_H$  — Расчетная скорость ветра, измеренная на высоте  $H$ ,  
 $K_w$  — Коэффициент приведения, принимаемый в зависимости от высоты  $H$  по таблице.  
 значения коэффициента  $K_w$

$H$ , м	2	6,5	8	10	12	17	28
$K_w$	1,25	1,05	1,03	1	0,98	0,94	0,89

При определении расчетных скоростей ветра над водоемами по данным наблюдений метеорологических станций вводятся поправочные коэффициенты на основании имеющихся материалов или результатов специальных исследований.

Скорость ветра принимается равной:

- среднедесятилетней максимальной, наблюдаемой в годовом периоде не менее чем за 10 лет, при расчете на ргв 0,3% и
- максимальной наблюдаемой за безледный период при расчете на горизонты злительного стояния воды.

Длина разгона волны  $D$  км и средняя глубина водоема  $H$  определяются по направлениям восьми основных румбов и по направлению наибольшей протяженности.

При значительном изменении глубины по длине разгона профиль dna водоема разбивается на участки с примерно одинаковыми глубинами и уклонами dna.

Средняя крутизна волны определяется по графику на листе 104.

Для подтопленных участков, заросших лесом или кустарником, возвышающимся над гвв 0,33%, высота волны  $h_e$  умножается на понижающие коэффициенты, определяемые по графику, приведенному в приложении 7 к «Наставлению по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки», Главтранспроект, 1961 г.

\*) Для случаев расчета волны в глубоководных водоемах или трансформации глубоководной волны на мелководье следует пользоваться техническими условиями определения волновых воздействий на морские и речные сооружения и берега (сн-92-60).

#### Справочные и вспомогательные материалы

Определение элементов ветровой волны

750

Лист  
101

Рис. 9. График для определения высоты волны мелкого моря при  $W_{10} = 10 \text{ м/сек.}$

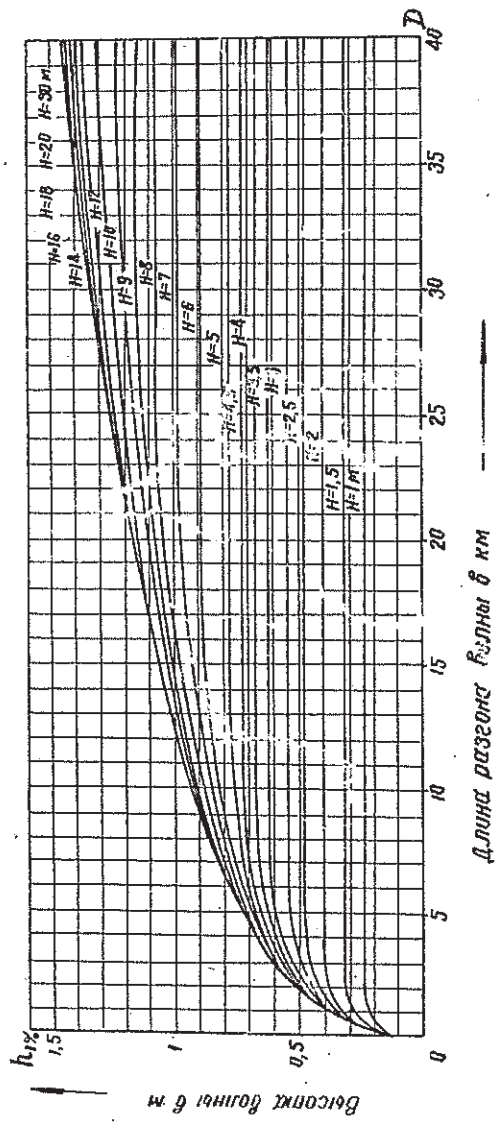
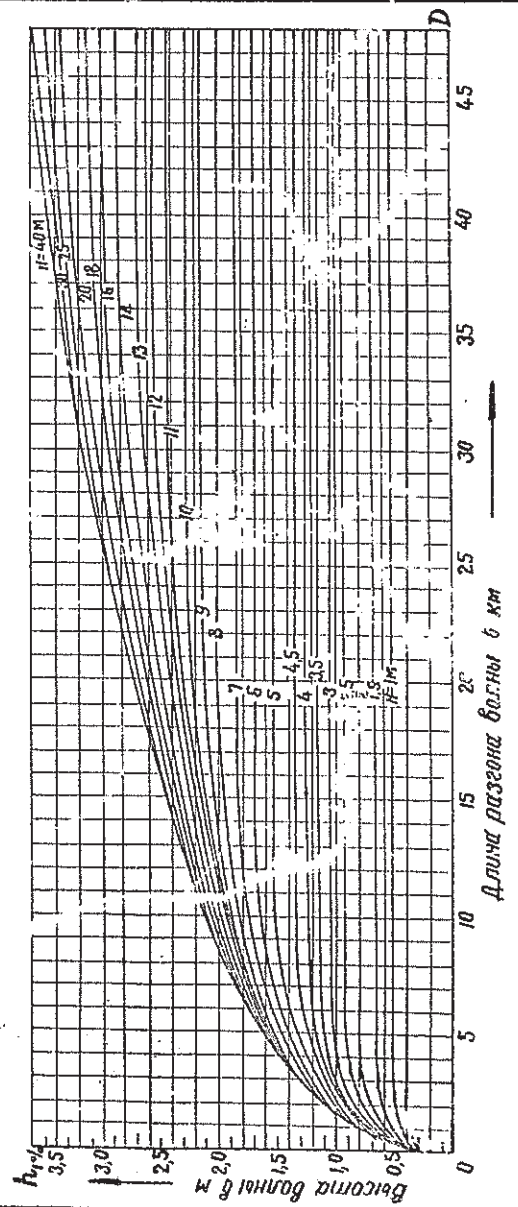


Рис. 10. График для определения высоты волны мелкого моря при  $W_{10} = 20 \text{ м/сек.}$



Примечание:  
 При определении высоты волны от скорости ветра, отнесенной к скорости ветра, высота волны определяется по графикам, приведенным в приложении.

Справочные и вспомогательные материалы	
Структурные элементы ветровой волны	750
	Лист 102

Рис. 11. График для определения высоты волны мелкого моря при  $W_{10} = 30$  м/сек.

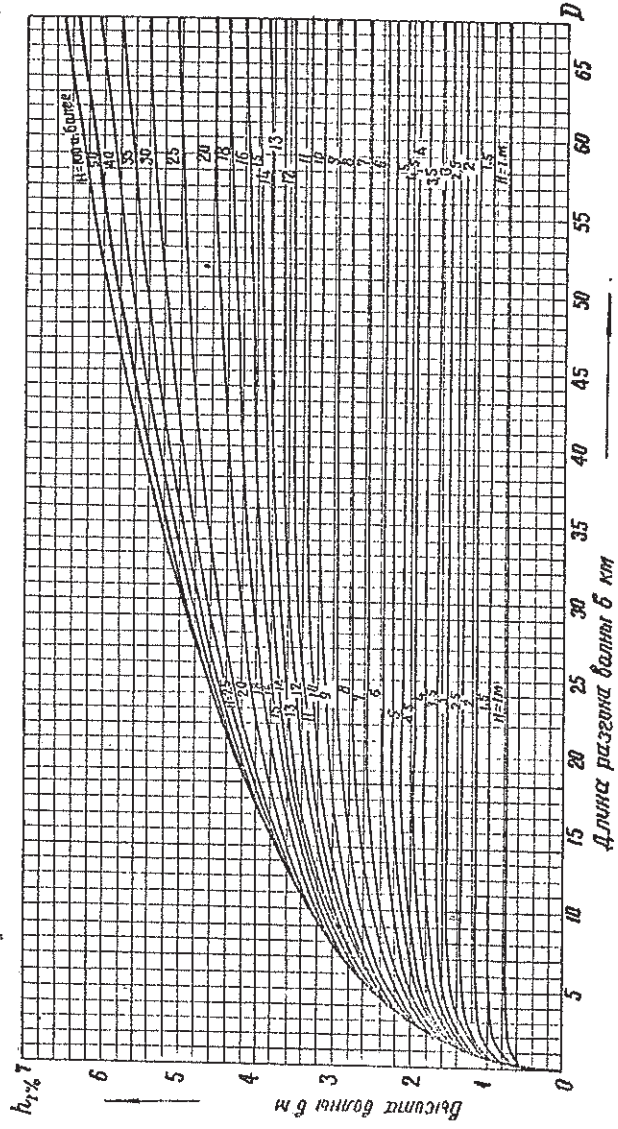
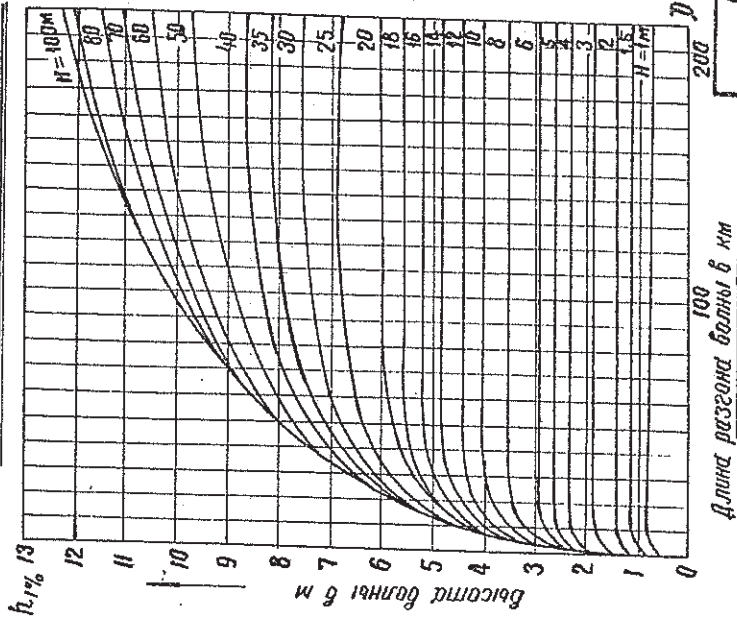


Рис. 12. График для определения высоты волны мелкого моря при  $W_{10} = 40$  м/сек.



Примечание:

При скорости ветра, отличающейся от скоростей, указанных на графике, высота волны определяется интерполяцией.

Длина разгона волны в км

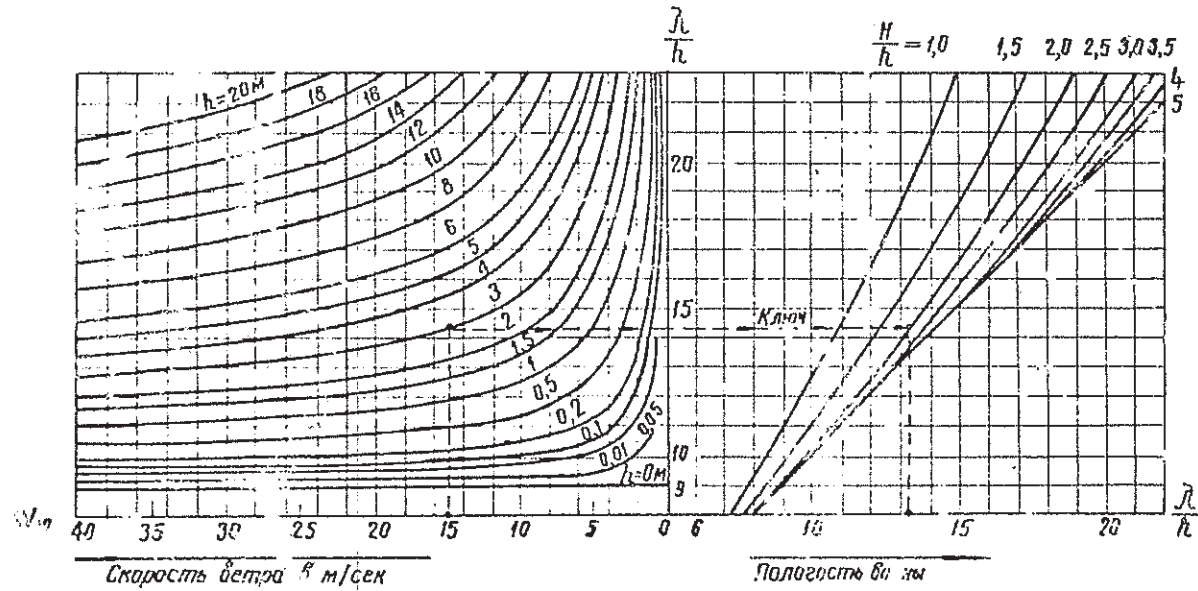
Справочные и вспомогательные материалы

Определение элементов ветровой волны

750

Лист 103

Рис. 13. Графики для определения пологости волн мелкого моря



$h$  — высота волны в м

$H$  — глубина воды в м

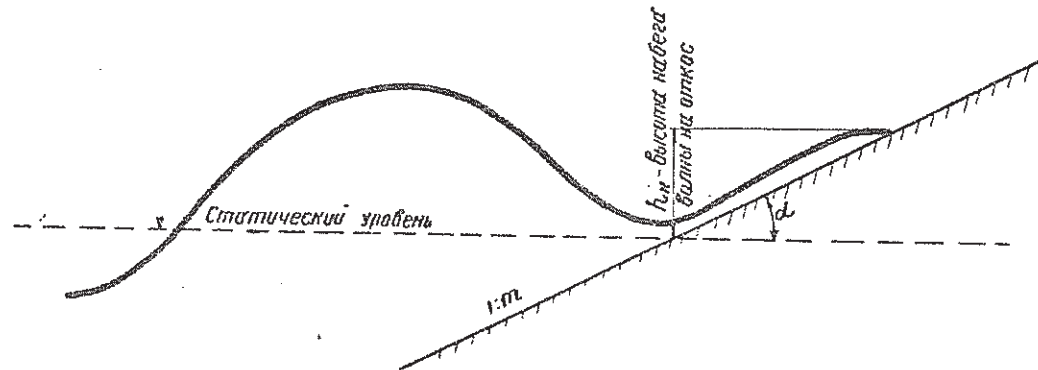
Справочные и вспомогательные материалы

Определение элементов ветровой волны

750

Лист 104

Определение высоты наката (набега) волны на откос крутизной 1:1,5 - 1:5 при отсутствии берм \*) (см 92-60)



$$h_n = \frac{2K_w h}{m} \sqrt{\frac{\lambda}{h}}$$

Где:  $h_n$  — высота набега волны на откос в м;  
 $K_w$  — коэффициент, учитывающий шероховатость и проницаемость откоса;  
 $h$  — высота волны в м;  
 $\lambda$  — длина волны в м;  
 (Значения  $h$  и  $\lambda$  относятся к глубине  $H$  перед откосом сооружения);  
 $m$  —  $\text{ctg } \alpha$  ( $\alpha$  — угол наклона откоса к горизонту) величины, определяемая заложением откоса.

Значение обобщенного коэффициента шероховатости и проницаемости укрепления  $K_w$  в зависимости от типа покрытия откоса

Характеристика откоса (тип покрытия)	$K_w$
Сплошное непроницаемое гладкое покрытие (асфальтобетон).	1,00
Бетонное покрытие	0,90
Камешчатая (натенная кладка)	0,75 - 0,60
Наброска из округлых камней (булыжник)	0,60 - 0,55
Наброска из рваного камня	0,55
Наброска из массивов	0,50

\*) Формула применена при фронтальном воздействии волн на откосы крутизной от 1:1,5 до 1:5 при степени отражения  $\tau \leq 0,5$  (см. лист 108) для ориентировочных расчетов.

Справочные и вспомогательные материалы

Определение высоты наката волны на откос при отсутствии берм

750

Лист 105



## Определение расчетной высоты наката волн на откосы

### 1. Откос прямолинейного очертания

Расчетная высота наката волн на откосы  $h_n$  для фронтально подходящих волн постоянной высоты и длины (регулярные волны) при отсутствии ветра и глубине перед откосом  $3h_n \leq H \leq 2h_n$  определяется по формуле:

$$h_n = K_\Delta K_n h_{no} h;$$

где:  $h_n$  — высота волны на глубокой воде, м;  
 $h$  — высота волны у откоса в м;  
 $h_{no}$  — относительный накат волн для прямолинейного гладкого непроцепаемого откоса; определяется по графикам на листе 107.

$K_\Delta$  — коэффициент шероховатости откоса;

$K_n$  — коэффициент проницаемости откоса;

Значение  $K_\Delta$  и  $K_n$  принимается по таблице, в зависимости от относительной шероховатости покрытий.

Для каменной наброски  $K_\Delta$  принимается в зависимости от крупности верхнего слоя камня, а  $K_n$  в зависимости от крупности подстилающего слоя. При толщине слоя каменной наброски большей высоты волны  $K_\Delta$  и  $K_n$  принимаются по крупности камня покрытия.

При возможности отрицательных температур воздуха, при расчетных сочетаниях уровней воды и скоростей ветра, высоту наката для гладких бетонных покрытий следует рассчитывать при  $K_\Delta K_n \approx 1,2$ .

При расчетах высоты наката по параметрам волн на глубинах  $H < 2h_n$  сначала определяют необходимые значения пологости волны на глубокой воде или глубины  $H = 2h_n$ .

### Расчетная высота наката при воздействии ветровых волн

определяется по формуле:  $h_n = K_\Delta K_n h_{no} h K_c K_w$

где:  $K_c$  — спектральный коэффициент;  
 $K_w$  — коэффициент зависящий от скорости ветра ( $W_{10}$ ) и заложения откоса  $m$ .

При косом подходе волн и при  $m > 1$  и  $\beta \geq 30^\circ$  вводится поправочный коэффициент  $K_\beta = \frac{1}{3} \leq \sin \beta$ ,

где:  $\beta$  — угол между лучом волны и линией уреза в градусах.

### 2. Откос сложного очертания

Для откосов сложного очертания с бермами или при глубине перед откосом  $< 2h_n$  определяется высота наката на прямолинейном откосе, условно заменяющий действительное очертание берега или откоса. Начало такого откоса принимается на глубине  $H = H_{кр}$ , кажец — на линии пересечения действительного откоса сооружений и бермы — границы наката. Расчет производится путем постепенных приближений и завершается, когда произвольно выбранная высота наката совпадает с полученной по расчету.

### Значение коэффициентов шероховатости и проницаемости откоса

Характеристики откоса (тип покрытия)	$\frac{h}{\Delta}$	$K_\Delta$	$K_n$
Сплошное непроцепаемое гладкое покрытие	—	1	1
Бетонное покрытие сплошное и со швами соприкосновения, при не более 5% общей площади	—	1	0,9
видов: глиняные откосы из песка,	$> 500$	1,0	0,9
гравия, щебня, камня и искусственных массивов со средним диаметром $d_{cp}$	200 — 100	0,95	0,85
или размером камня и массивов,	50	0,9	0,8
равным абсолютной шероховатости $\Delta$ ,	20	0,8	0,7
в м	10	0,75	0,6
	$\leq 5$	0,6	0,5

### Значение коэффициентов $K_w$ и $K_c$

$W_{10}$ , м/сек	$K_w$					$K_c$
	$< 5$	от 5 до 10	от 10 до 20	от 20 до 30	$\geq 30$	
0,4 — 2	1	1,2	1,5	1,8	2,0	0,8
более 2	1	1,5	2,0	2,5	3,0	0,6

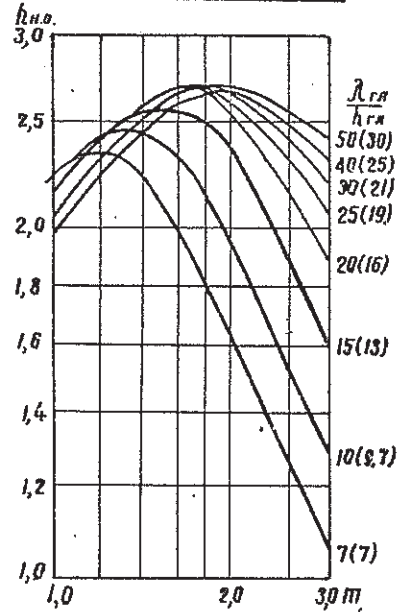
### Справочные и вспомогательные материалы

Определение расчетной высоты наката волн на откос

750

Лист 106

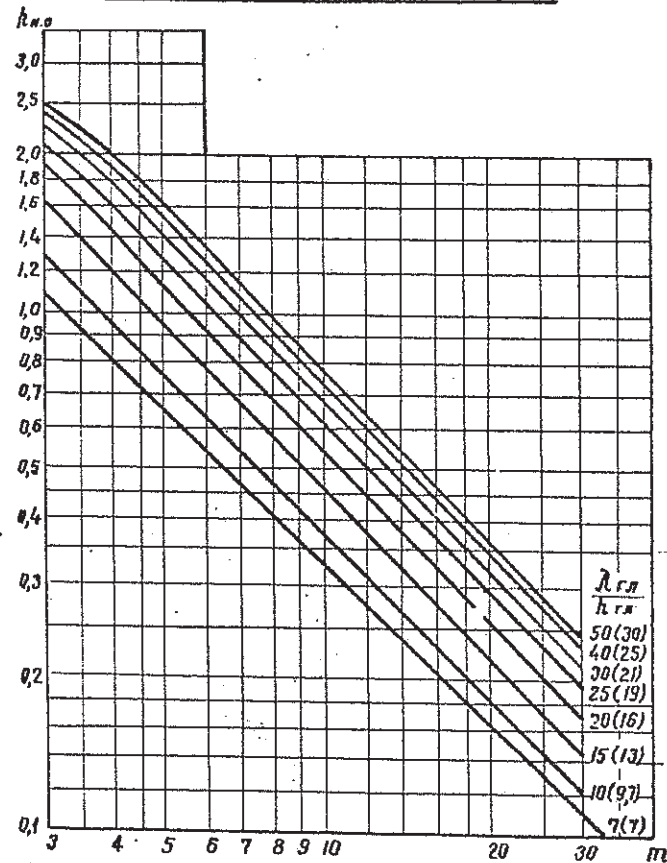
РАСЧЕТНАЯ ВЫСОТА НАКАТА ВОЛН  $h_{н.0} = h_{н.1\%}$   
 В ОТНОШЕНИИ К МЕСТНОЙ ВЫСОТЕ ВОЛН ПРИ  
 ЗАЛОЖЕНИИ ОТКОСА  $m \leq 3$ .



**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Значения шкалы пологостей волн, приведенные в скобках, принимаются при расчете наката по пологости волн на глубинах  $H = 2h$ .

РАСЧЕТНАЯ ВЫСОТА НАКАТА ВОЛН  $h_{н.0} = h_{н.1\%} \cdot B$   
 В ОТНОШЕНИИ К МЕСТНОЙ ВЫСОТЕ ВОЛН ПРИ  
 ЗАЛОЖЕНИИ ОТКОСА  $m \geq 3$ .



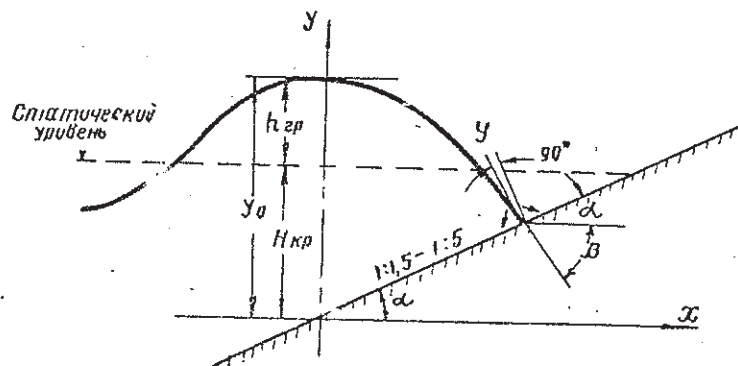
СПРАВОЧНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ  
 МАТЕРИАЛЫ

Определение  
 расчетной высоты  
 наката волн

750

Лист  
 10.7

Разрушение волн на откосах крутизной 1:1,5 - 1:5 (при степени отражения  $\tau \leq 0,5$ )



Критическая глубина, на которой происходит разрушение волн на откосе -  $H_{кр}$ , определяется по формуле:

$$H_{кр} = h \left( 0,47 + 0,023 \frac{\lambda}{h} \right) \frac{1 + m^2}{m^2},$$

где:  $h$  - высота волны перед откосом сооружения в м,

$\lambda$  - длина волны перед откосом сооружения в м,

$m$  - стгд ( $\alpha$  - угол наклона откоса к горизонту).

Величина отражения волн от откоса  $\tau$  определяется по формуле:

$$\tau = K_{ш} \frac{h_{отр}}{h},$$

где:  $K_{ш}$  - коэффициент, учитывающий шероховатость и проницаемость откоса, принимается по таблице (лист 105).

$h_{отр}$  - высота отраженной волны на глубокой воде, определяется для откосов круче 1:3,7 по формуле:

$$h_{отр,гд} = \sqrt{\frac{2\alpha}{\pi} \cdot \frac{\lambda_{гд}}{\pi(1+m^2)}},$$

для откосов положе 1:3,7 по формуле:

$$h_{отр,гд} = \frac{\lambda_{гд}}{4m^{3/2}},$$

где:  $h_{гд}$  и  $\lambda_{гд}$  - высота и длина волны на глубокой воде (при глубине воды  $H < \frac{1}{2} h_{отр}$  определяется с учетом трансформации волны на мелководных участках, согласно указаниям СН-92-60).

Возвышение гребня волны на статическом уровне определяется по формуле:

$$h_{гр} = [0,95 - (0,84m - 0,25) \cdot \frac{h}{\lambda}] h$$

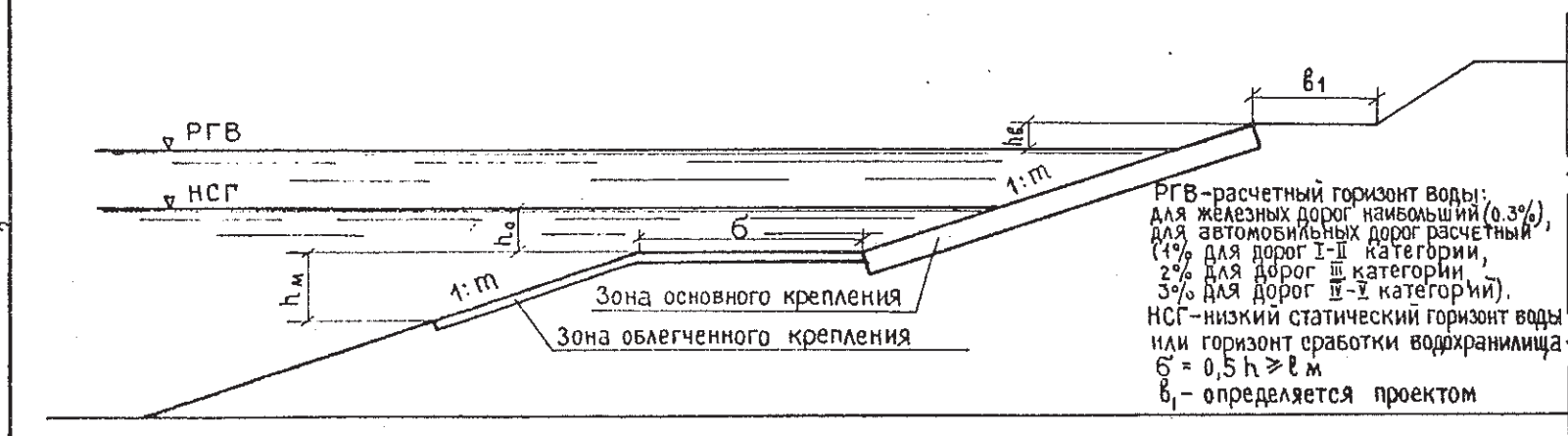
Справочные и вспомогательные материалы

Определение критической глубины  $H_{кр}$  и степени отражения волн от откосов

750

Лист  
108

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ УКРЕПЛЕНИЯ



Возвышение границы верхней зоны укрепления над высшим статическим уровнем определяется по формуле:

$$h_g = a + h_{\text{под}} + h_n + \Delta h,$$

где:  $h_{\text{под}}$  — высота подпоя в м (для пойменных насыпей),

$h_n$  — высота набега волны на откос, считая от расчетного горизонта воды,

$\Delta h$  — высота ветрового нагона, определяемая специальным расчетом.

Значение "а" принимается не менее:

0,5 м — для железнодорожных насыпей у мостов через большие и средние реки и при расположении линии вдоль рек и в зоне водохранилищ,  
 0,25 м — для железнодорожных насыпей у мостов на малых водотоках и у труб и для незатопляемых регуляционных сооружений и берм, а также автодорожных затопляемых насыпей.

### СПРАВОЧНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Определение границ укрепления откоса от воздействия волн

750

Лист  
109

Нижняя граница основного укрепления не должна быть выше нижней кромки припая ледяного покрова по откосу.

Нижняя граница основного укрепления назначается по глубине  $h_0 = 2h_{нс}$  и уточняется на основании поверочных расчетов для других возможных расчетных уровней.

Нижняя граница облегченного укрепления определяется глубиной, на которой значение донных волновых скоростей не превышает скоростей трогания частиц для данного грунта откоса. Нижняя граница облегченного покрытия устанавливается подбором по графику на листе III в зависимости от донной волновой скорости, определяемой по формуле:

$$V = \frac{n \sqrt{gh}}{\sqrt{\frac{\pi \lambda}{h} \operatorname{sh} \frac{4\pi h}{\lambda}}}$$

где:  $V$  - максимальная донная скорость в прогрессивной волне в м/сек;  
 $h, \lambda$  - высота и длина волны в м,  
 $h$  - глубина воды в м,  
 $\operatorname{sh}$  - гиперболический синус, (см. лист 124),  
 $n$  - опытный коэффициент, определяемый по таблице:

$\lambda/h$	8	10	15	20
$n$	0,6	0,7	0,75	0,8

В прибойной зоне коэффициент  $n$  ориентировочно принимается равным 1

Неразмывающая скорость определяется по графику на листе IV

Для судоходных каналов верхняя граница основного укрепления откосов определяется по формуле:

$$h_в = h_{нс} + \Delta h,$$

где:  $h_{нс}$  - высота наката судовой волны в м,  
 $\Delta h$  - величина, учитывающая колебания динамического уровня воды в канале (ветровым нагоном) в м.  
 При предварительном расчете нижняя граница основного укрепления откосов судоходных каналов может быть определена из выражения:

$$h_0 \geq 1,1 h_{нс}$$

Здесь  $h_0$  откладывается от наименьшего статического судоходного горизонта.

Ниже основного укрепления необходимо предусмотреть облегченное покрытие откоса.

Нижняя граница облегченного укрепления определяется по формуле:

$$h \geq 0,35 h_{нс} \left( 1,3 + \frac{h_{нс}}{4d_{ср}} \right),$$

где:  $h_{нс}$  - высота судовой волны в м,  
 $h_{нс}$  - высота наката судовой волны на откос в м,  
 $d_{ср} = d_{50}$  - средний диаметр частиц грунта откоса

СПРАВОЧНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Определение границ укрепления откоса от воздействия волн

750

Лист 110



### ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕРАЗМЫВАЮЩИХ ДОННЫХ ВОЛНОВЫХ СКОРОСТЕЙ

Максимальная донная волновая скорость определяется по формуле:

$$V = \frac{n \pi h}{\sqrt{\frac{\pi L}{g} \operatorname{Sh} \frac{4 \pi h}{L}}}$$

где:  $V$  - максимальная донная скорость в прогрессивной волне в м/сек

$h$  - высота волны в м

$L$  - длина волны в м

$T=H$  - глубина воды в м

$g$  - ускорение силы тяжести (9.81 м/сек<sup>2</sup>)

$n$  - коэффициент, принимаемый по таблице (лист 9:110)

$\operatorname{Sh}$  - гиперболический синус (лист 124)

Неразмывающая донная скорость для грунтов основания в зависимости от размера частиц грунта может быть определена по графику. (кривая 3).

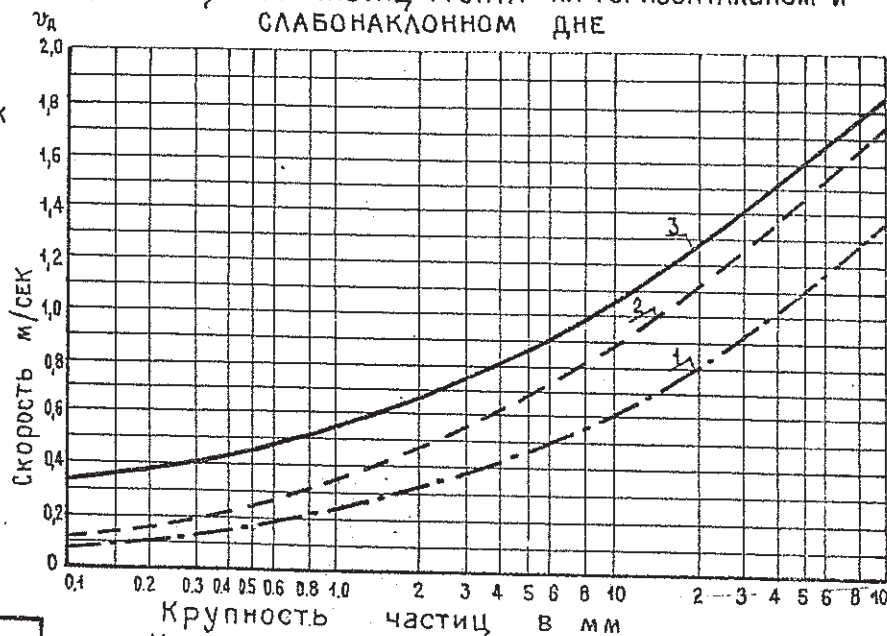
Если донные волновые скорости превышают допустимые скорости для грунтов основания, то перед сооружением следует предусматривать крепление дна.

### ШИРИНА КРЕПЛЕНИЯ ДНА МОЖЕТ ПРИНИМАТЬСЯ ПО ТАБЛИЦЕ

Минимальная глубина воды перед откосом в м	Песчаные грунты						Глинистые грунты								
	Высота волны в м						Высота волны в м								
	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0			
Ширина крепления в м															
1,5	2	2	требуется				2	5	требуется						
2,0	—	2	основное				—	5	основное						
3,0	—	—	—	5	крепление		—	2	5	8	крепление				
4,0	—	—	—	2	5	8	—	—	2	5	8	8			
5,0	—	—	—	—	2	5	8	—	—	—	2	5	8	8	
6,0	—	—	—	—	2	5	8	—	—	—	—	2	5	8	8
7,0	—	—	—	—	2	5	8	—	—	—	—	—	5	5	8
8,0	—	—	—	—	—	2	5	—	—	—	—	—	2	5	8

Если на протяжении  $>0.5L$  глубина воды перед откосом  $H < H_{кр}$  (критической глубины на которой происходит разбивание волн), нижняя часть откоса и дно будут подвергаться действию прибойных волн. Ширина крепления дна при этом принимается равной глубине воды, а конструкция крепления - основная расчетная.

### ГРАФИК НАЧАЛЬНЫХ ВОЛНОВЫХ СКОРОСТЕЙ ТРОГАНИЯ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЧАСТИЦ ГРУНТА НА ГОРИЗОНТАЛЬНОМ И СЛАБОНАКЛОННОМ ДНЕ



1. Кривая начальных скоростей трогания частиц грунта.
2. Кривая начальных скоростей поверхностного сплошного перемещения грунта.
3. Кривая скоростей массового перемещения верхнего слоя грунта.

### СПРАВОЧНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Определение границ укрепления площадки у подошвы откоса от воздействия волн

750

Лист 111

### Определение высоты и длины судовой волны

Величины судовой волны, воздействующей на откосы берега, зависят от следующих факторов:

- скорости движущегося судна;
- расстояния от судна до берега;
- формы и размеров судна;
- глубины канала;
- продольного и поперечного профиля канала.

Высоты волны определяются для двух горизонтов: высшего расчетного горизонта (ВРГ) и низшего расчетного горизонта (НРГ). Высота расходящейся и поперечной судовой волны в канале  $h_c'$  определяется по формуле:

$$h_c' = \beta_1 \frac{V^2}{2g}$$

где:  $V$  — расчетная скорость движения судна в канале в м/сек,

$g$  — 9,81 ускорение силы тяжести в м/сек<sup>2</sup>,

$\beta_1$  — коэффициент, определяемый из выражения  $\beta_1 = 2,5 \left[ 1 - \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{4,2 + \pi}} \right) \left( \frac{\pi - 1}{\pi} \right)^2 \right]$ ,

где:  $\pi = \frac{S_0}{\phi}$ .

$S_0$  — площадь поперечного сечения канала при расчетном статическом уровне;

$\phi$  — площадь подводной части миделя судна в м<sup>2</sup>.

При предварительных расчетах принимается  $\phi = (0,90 \div 0,95) b c t_c$ ,

где:  $b$  — ширина судна в м,

$t_c$  — осадка судна в м.

Высоты судовой волны вблизи откоса  $h_c$  при прохождении судна по оси канала

определяются по формуле:  $h_c = \beta_2 h_c'$ ,

где:  $\beta_2$  — коэффициент интерференции, определяемый из выражения:

$$\beta_2 = \frac{2 + \sqrt{\frac{b_0}{b_c}}}{1 + \sqrt{\frac{b_0}{b_c}}},$$

где:  $b_0$  — ширина канала поверху при расчетном статическом уровне в м,

$b_c$  — длина судна в м.

Значение коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$  может быть определено из графика. При движении судна не по оси канала  $b_0$  заменяется на  $2b_c$ , где  $b_c$  — расстояние судна от ближайшего откоса в м. Длина судовой волны  $\lambda_c$  определяется по формуле:

$$\lambda_c = \varepsilon \frac{V^2}{2g} \operatorname{ctg} h \frac{2kH}{\lambda_c}, \quad \text{где } H \text{ — глубина воды в канале.}$$

В предварительных расчетах длина судовой волны может приниматься равной:

$$\lambda_c \approx \varepsilon \frac{V^2}{2g}, \quad \text{где } \varepsilon \text{ принимается равным:}$$

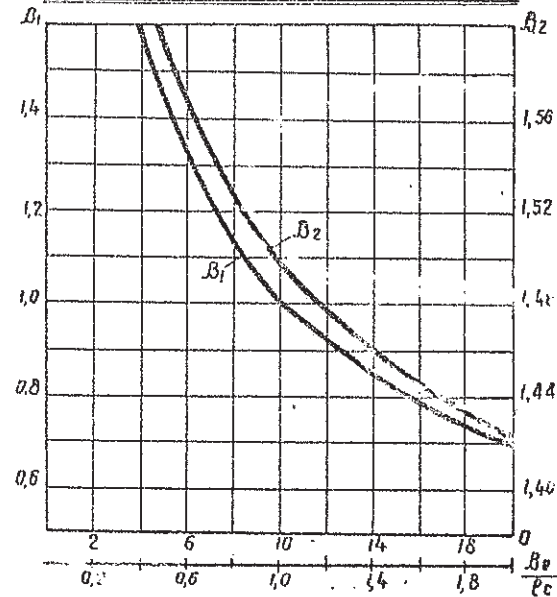
при:  $\frac{e}{b_0} \leq 1$   $\varepsilon = 8$ ; при  $\frac{e}{b_0} > 1$   $\varepsilon = 10$ .

Пологость волны  $\frac{\lambda_c}{h_c}$  принимается приблизительно равной  $\frac{\varepsilon}{\beta_1}$ ,

но не менее 7.

Формулы применимы при соблюдении условия  $\pi > 4$ ;  $V < V_{кр} = \sqrt{gH}$

График  
Для определения коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$



Справочные и вспомогательные материалы

Определение элементов судовой волны

750

Лист  
112

### Определение высоты набега судовой волны на откос крутизной 1:2 - 1:3,5

Высота набега судовой волны на откос канала, считая от наивысшего расчетного статического уровня, определяется по формуле:

$$h_{nc} = K_0 \frac{2,75}{m+0,25} \left( 0,9 + 0,03 \frac{\lambda_c}{h'_c} \right) h_c,$$

где:  $h_c, h'_c$  и  $\lambda_c$  определяются по формулам, приведенным на листе 112,  
 $K_0$  - коэффициент шероховатости покрытия откоса - принимается равным:

для бетонного и асфальтобетонного покрытия — 1,  
 для мостовой и укладки камня — 0,82,  
 для каменной наброски — 0,72

Если на откосе имеется берма, расположенная на глубине  $\Delta H$  от расчетного уровня, в формулу вводится поправочный коэффициент  $K_b$ , определяемый из выражения:

$$K_b = e^{-0,32 \sqrt{\frac{b}{h}} \left( 1 - \sqrt{\frac{\Delta H}{H}} \right)},$$

где:  $e$  - основание натуральных логарифмов,  
 $b$  - ширина бермы в м,

$H$  - расчетная глубина воды в канале в м

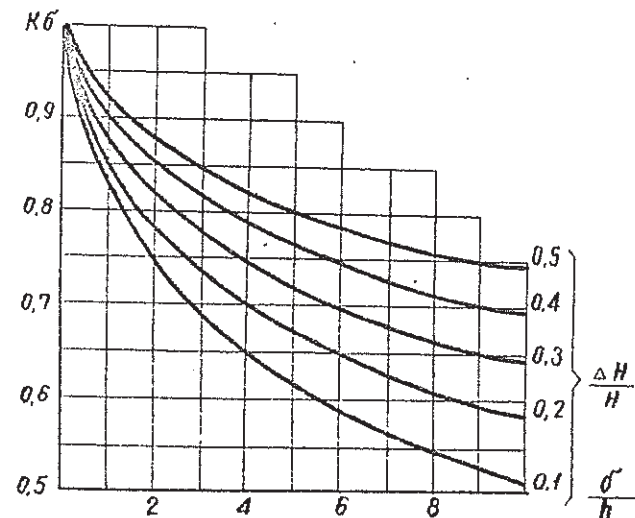
Значение коэффициента  $K_b$  может быть взято из графика.

Высота отката судовой волны с откоса канала, считая от расчетного статического уровня, определяется по формуле:

$$h_{oc} = 0,85 h_{nc}$$

Формулы применимы при пологости волны  $\frac{\lambda_c}{h'_c} - 7 \div 18$

График для определения высоты набега волны на откос



Справочные и вспомогательные материалы

Определение высоты набега судовой волны на откос

750

Лист 113

## Определение толщины бетонных и железобетонных плит

Толщина плит покрытий земляных откосов зависит от скорости течения воды и воздействия волн. В зависимости от скорости течения, толщина бетонных плит определяется по формуле:

$$d_n = 0,57 \eta_m \frac{v^2 \gamma}{g(\eta_m - \gamma)} \text{ м,}$$

где:  $d_n$  — толщина плиты в м;

$\eta$  — коэффициент запаса, принимаемый равным 1,3-1,5;

$m$  — коэффициент избыточного давления;

Для плит с закрытыми швами и без скошенных ребер —  $m = 0,30 \div 0,35$ ; для плит с открытыми швами и скошенными ребрами —  $m = 0,20 \div 0,25$ ;

$v$  — средняя скорость течения воды в м/сек;

$\gamma_m$  — объемный вес материала плиты в т/м<sup>3</sup>;

$\gamma$  — объемный вес воды в т/м<sup>3</sup>;

$g$  — ускорение силы тяжести в м/сек<sup>2</sup>;

Формула применима при  $\frac{v}{d_n} > 5$ , где  $v$  — длина ребра плиты в м.

Толщина железобетонных плит с открытыми швами и карт для откосов с  $m = 2 \div 5$  по условиям устойчивости при ледовом воздействии определяется по формуле:

$$t = 0,07 \eta k \sqrt{\frac{H}{B} \frac{\gamma}{\gamma_m - \gamma} \frac{\sqrt{m^2 + 1}}{r}},$$

где:  $t$  — толщина плит в м;

$B$  — длина ребра плиты или карти в направлении, нормальном к урезу воды, в м;

$\eta$  — коэффициент, принимаемый для монолитных плит равным 1, для сборных плит — 1,5;

$H$  — высота волны в м;  $L$  — длина волны в м;

$m$  — заложение откоса;

$\gamma_m$  — объемный вес плиты.

Допускается уменьшение толщины плит с водонепроницаемыми швами по данным элюры противодействия, полученной на основании результатов экспериментальных исследований.

Проверка размеров плит на прочность и по трещиностойкости производится с учетом волновых и ледовых воздействий, неравномерных осадок и температурных и усадочных напряжений в соответствии с указаниями СНиП II-И.14-69

„Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений. Нормы проектирования“

При этом следует учитывать динамический характер нагрузок.

### Справочные и вспомогательные материалы

Определение толщины бетонных и железобетонных плит по скорости течения воды и воздействию волн

750

Лист  
114



Определение веса и диаметра камней в набросных сооружениях и толщины каменной наброски для укрепления подтопляемого откоса от волновой (для волн фронтального направления при крутизне откоса от 1:2 до 1:5)

Расчетный вес отдельных камней покрытия из наброски горной массы (без сортировки камня) определяется по формуле:

$$Q = \frac{2m \gamma_k h^2 \lambda}{(\gamma_k - 1) \sqrt{1 + m^2}}$$

где:  $Q$  — вес камней в тоннах;

$\gamma_k$  — объемный вес отдельного камня в  $\text{т/м}^3$ ;

$m$  — коэффициент, учитывающий форму камня, для каменной наброски принимается равным 0,25;

$h$  — высота волны в м;

$\lambda$  — длина волны в м; (значения  $h$  и  $\lambda$  относятся к глубине  $H$  перед откосом сооружения);

$m = \text{ctg } \alpha$  ( $\alpha$  — угол наклона откоса к горизонту) величина, определяемая заложением откоса.

Вместо данной формулы можно пользоваться зависимостью:  $Q = h^2 \lambda \Psi_n$ , где значение  $\Psi_n$  принимается по таблице:

$m = \text{ctg } \alpha$		1,5	2,0	2,5	3,0
$\Psi_n$	$\gamma_k$ 2,1 $\text{т/м}^3$	0,03770	0,02630	0,01934	0,01490
	" 2,2 "	0,03042	0,02122	0,01560	0,01202
	" 2,3 "	0,02502	0,01744	0,01284	0,00990
	" 2,4 "	0,02090	0,01458	0,01072	0,00826
	" 2,5 "	0,01770	0,01234	0,00906	0,00700

Для каменной наброски применяется горная масса, содержащая более 50% камней с расчетным весом, при коэффициенте неоднородности зернистого состава массы  $K_{50} = \frac{d_{50}}{d_{10}} = 3 \div 15$ .

Толщина каменной наброски должна быть не меньше тройного расчетного размера камня и определяется по формуле:  $t_{\text{наб}} \geq 3,0 D_{\text{ш}}$  (м);

где  $D_{\text{ш}}$  — диаметр камня в м, приведенный к шару определяется по формуле:  $D_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{Q}{0,524 \gamma_k}}$

Применение сортированного камня для наброски допускается только при специальном обосновании. Расчетный вес отдельных камней и толщина наброски определяются в этом случае по следующим формулам:

$$Q = \frac{1,5 m \gamma_k h^2 \lambda}{(\gamma_k - 1) \sqrt{1 + m^2}}; \quad t_{\text{наб}} = 2,5 D_{\text{ш}}$$

Применение непалломерных по весу камней допускается в количестве не более 25% общего объема наброски при условии их равномерного распределения по откосу.

Максимальный вес непалломерного камня не должен быть менее половины веса расчетного камня.

Справочные и вспомогательные материалы

Расчет веса, диаметра камней и толщины каменной наброски

750

Лист 115



## Определение размера и состава обратного фильтра под каменным креплением откоса в виде наброски

Обратные фильтры под каменным креплением откосов применяются сплошные однослойные и многослойные.

Крупность частиц однослойного фильтра или верхнего слоя двухслойного фильтра определяется по формуле:

$$d_{\phi} = (0.20 \div 0.25) D,$$

где  $d_{\phi}$  — средний расчетный диаметр частиц фильтра ( $d_{50}$ );  
 $D$  — расчетный размер камня.

Толщина однослойного обратного фильтра определяется по формуле:

$$t_{\text{ср}} = 4,75 d_{\phi} \epsilon_n \left( \frac{\gamma}{12} - \frac{\sigma_{\text{ср}}}{d_{\text{ср}}} \right),$$

где  $d_{\text{ср}}$  — средний диаметр частиц грунта ( $d_{50}$ );  
 $\gamma$  — коэффициент, принимаемый по графику в зависимости от высоты волны —  $h$  и коэффициента заложения откоса  
 $m = ctg \alpha$  ( $\alpha$  — угол наклона откоса к горизонту).

При пологости доли  $\frac{L}{h} < 15$  расчетное значение  $\gamma_r$  принимается  
 $\gamma_r = \gamma - 0,03 \left( 15 - \frac{L}{h} \right)$ .

Коэффициент неоднородности частиц внутри слоя  $\eta$  для однослойного фильтра должен приниматься равным 5-6;

Минимальная толщина однослойного разнозернистого фильтра должна приниматься равной: при строительстве в воде — 30 см, при строительстве насухо — 20 см.

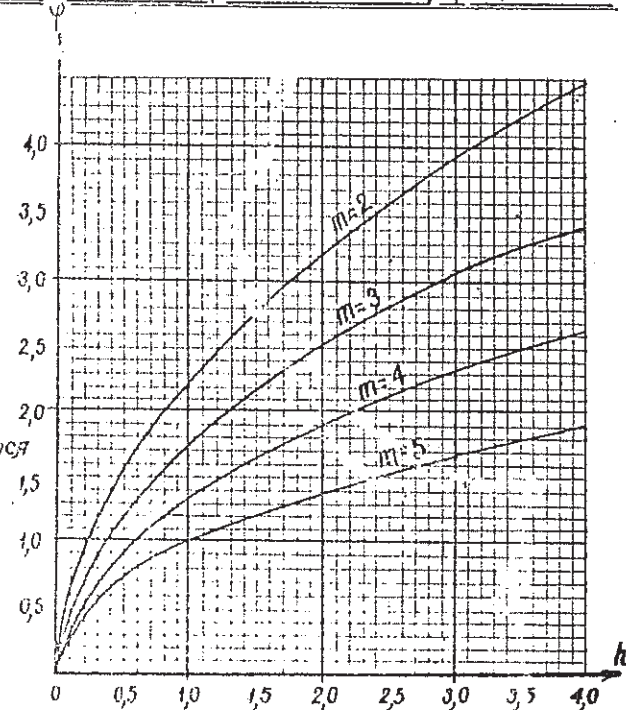
При наличии данных о гранулометрическом составе и пористости горной массы (несортированного камня) и материала фильтра расчет размера и состава обратного фильтра может производиться согласно

„Инструкции по проектированию обратных фильтров гидротехнических сооружений“ (ВСН-02-65, ГПКЭ и 9 СССР)

**Примечание:** Коэффициент неоднородности  $\eta = \frac{d_{60}}{d_{10}}$   
где  $d_{60}$  — контролирующий диаметр или такая крупность фракций меньше которой в грунте содержится 60% (по весу);  $d_{10}$  — эффективный диаметр или такая крупность фракций меньше которой в грунте содержится 10% (по весу)

(Продолжение на следующем листе)

График для определения коэффициента  $\gamma$



$h$  — высота волны

$m$  — коэффициент заложения откоса

График составлен при соотношении длины и высоты волны  $\frac{L}{h} = 15$ .

Справочные и вспомогательные материалы

Расчет размера и состава обратного фильтра

750

Лист  
116

(Начало на листе 116),

Если определенная по формуле толщина однослойного фильтра превышает 35 см при строительстве насухо и 70 см при строительстве в воде, целесообразнее устраивать двухслойный обратный фильтр.

Толщина слоев двухслойного фильтра и крупности частиц второго слоя определяется подбором по формулам

$$t_{\phi_1} = 4,75 d_{\phi_1} \ln \left( \frac{\varphi}{12} \cdot \frac{d_{\phi_1}}{d_{\phi_2}} \right);$$

$$t_{\phi_2} = 4,75 d_{\phi_2} \ln \left( \frac{\varphi}{12} \cdot \frac{d_{\phi_2}}{d_{\phi_2}} \right);$$

где  $t_{\phi_1}$  и  $t_{\phi_2}$  — толщина верхнего и нижнего слоев фильтра;  
 $d_{\phi_1}$  и  $d_{\phi_2}$  — средний диаметр частиц верхнего и нижнего слоев фильтра.

Коэффициент неоднородности внутри слоев  $\eta$  принимается равным:  
для верхнего слоя 2-3;  
для нижнего слоя 6-8.

Минимальная толщина каждого слоя фильтра принимается:  
при строительстве в воде 25 см, при строительстве насухо — 10 см.

#### Определение обратного фильтра для крепления сборными бетонными и железобетонными плитами.

Обратные фильтры для крепления сборными бетонными и железобетонными плитами применяются однослойные и многослойные сплошные и многослойные ленточные под осадочными швами.

Крупность частиц однослойного обратного фильтра или верхнего слоя двухслойного фильтра определяется по формуле

$$d_{\phi} = 1,5 t_m$$

где  $d_{\phi}$  — средний расчетный диаметр частиц фильтра ( $d_{50}$ );

$t_m$  — ширина шва между плитами.

Толщина слоев обратного фильтра и крупность частиц второго слоя определяется, как указано выше для каменного крепления откоса.

Справочные и вспомогательные материалы		
Расчет размера и состава обратного фильтра	750	Лист 117

Примеры расчета обратного фильтра

**I Двухслойный обратный фильтр**

Исходные данные: Высота волны  $h=1,0\text{ м}$ ; коэффициент заложения откоса  $M=2$ ; размер камня крепления откоса  $D=25\text{ см}$ ; грунт насыпи - мелкий песок со средним диаметром частиц  $d_{cp}=0,1\text{ мм}$ .

Определяем диаметр частиц слоя фильтра, укладываемого под каменное укрепление

$$d_{\phi} = 0,2 \cdot D = 0,2 \cdot 25 = 5\text{ см}.$$

Находим значение коэффициента  $\Psi$  по графику на листе -  $\Psi = 2,23$ .

Определяем толщину  $t_{\phi}$  и количество слоев обратного фильтра:

$$t_{\phi} = 4,75 \cdot d_{\phi} \cdot \ln \left( \frac{\Psi}{12} \cdot \frac{d_{\phi}}{d_{cp}} \right) = 4,75 \cdot 5 \cdot \ln \left( \frac{2,23}{12} \cdot \frac{5}{0,01} \right) = 107\text{ см}.$$

Так как необходимая толщина слоя обратного фильтра получилась больше 35 см, переходим к двухслойному фильтру.

Первый слой обратного фильтра - щебень со средним диаметром  $d_{\phi 1} = 5\text{ см}$ .

Второй слой обратного фильтра назначим из гравия со средним диаметром  $d_{\phi 2} = 0,6\text{ мм}$ .

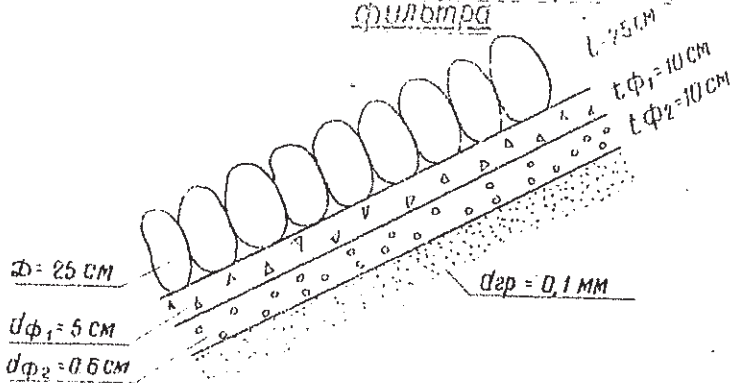
Определим толщину первого слоя обратного фильтра:

$$t_{\phi 1} = 4,75 \cdot 5 \cdot \ln \left( \frac{2,23}{12} \cdot \frac{5}{0,6} \right) = 10,4\text{ см}. \text{ Принимаем } t_{\phi 1} = 10\text{ см}$$

Определим толщину второго слоя обратного фильтра:

$$t_{\phi 2} = 4,75 \cdot 0,6 \cdot \ln \left( \frac{2,23}{12} \cdot \frac{0,6}{0,01} \right) = 5,86\text{ см}. \text{ Принимаем } t_{\phi 2} = 10\text{ см}$$

Схема последовательного  
расположения слоев обратного  
фильтра



(Продолжение на следующей странице)

Материал для обратного фильтра должен приниматься с коэффициентом неоднородности частиц внутри слоев:

для первого слоя  $K_1 = 2-3$ .

для второго слоя  $K_2 = 6-8$ .

Справочные и вспомогательные материалы		
Примеры расчётов обратного фильтра	750	Лист 110

(Начало на листе 118)

## II Однослойный обратный фильтр

Исходные данные: Высота волны  $h=0,80\text{ м}$ ; коэффициент заложения откоса  $m=4$ ;  
Размер камня укрепления откоса  $\Phi=15\text{ см}$ ; грунт насыпи крупный песок со средним  
диаметром частиц  $d_{cp}=0,5\text{ мм}$ .

Определяем диаметр частиц слоя фильтра, укладываемого под каменное укрепление

$$d_{\phi} = 0,2 \cdot \Phi = 0,2 \cdot 15 = 3\text{ см.}$$

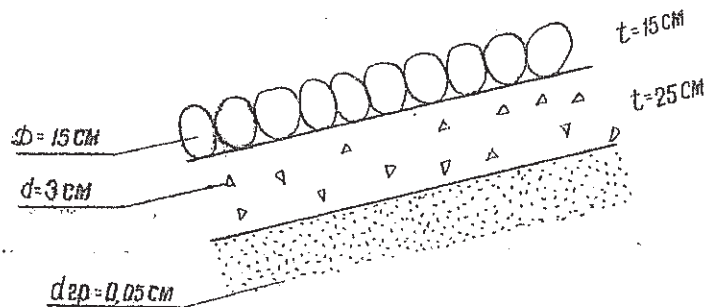
Находим значение коэффициента  $\Psi$  по графику на листе 116 -  $\Psi=1,20$ .

Определяем толщину  $t_{\phi}$  и количество слоев обратного фильтра:

$$t_{\phi} = 4,75 \cdot 3 \cdot \ln\left(\frac{1,20}{12} \cdot \frac{3}{0,05}\right) = 25,5\text{ см.}$$

Так как необходимая толщина обратного фильтра не превышает 35 см,  
принимем однослойный обратный фильтр толщиной слоя 25 см из щебня  
со средним диаметром частиц  $d_{\phi}=3\text{ см}$ .

### Схема последовательного расположения слоев обратного фильтра



Материал для обратного фильтра  
должен приниматься с коэффициентом  
неоднородности частиц внутри слоя -  $\zeta=3-6$ .

(Продолжение на следующем листе)

Справочные и вспомогательные  
материалы

Примеры расчётов  
обратного фильтра

750

Лист  
119

(Начало на листе 118)

### III Однослойный обратный фильтр под швы бетонного покрытия

Исходные данные: высота волны  $h=0,7\text{ м}$ ; длина волны  $\lambda=7\text{ м}$ ; коэффициент заложения откоса  $m=2$ ; ширина шва между плитами  $t_w=1,0\text{ см}$ ; грунт насыпи мелкозернистый песок со средним диаметром частиц  $d_{cp}=0,1\text{ мм}$ .

Определяем диаметр частиц слоя фильтра, укладываемого под плиты:

$$d_{\phi} = 1,5 \cdot t_w = 1,5 \cdot 1,0 = 1,5 \text{ см.}$$

Находим значение коэффициента  $\Psi$  по графику на листе 116 —  $\Psi=1,8$ .

Учитывая, что  $\frac{\lambda}{h}=10 < 15$ , определяем расчетное значение  $\Psi_p$

$$\Psi_p = 1,8 - 0,03(15 - 10) = 1,65.$$

Определим необходимую толщину однослойного обратного фильтра

$$t_{\phi} = 4,75 \cdot 1,5 \cdot \ln\left(\frac{1,65}{12} \cdot \frac{1,5}{0,01}\right) = 21,5 \text{ см.}$$

Так как необходимая толщина обратного фильтра не превышает 35 см, принимаем фильтр однослойный, толщиной слоя 22 см, из щебня с действующим диаметром частиц  $d_{\phi} = 1,5 \text{ см}$ .

### IV Двухслойный обратный фильтр под швы бетонного покрытия

Исходные данные: высота волны  $h=1,5\text{ м}$ ; длина волны  $\lambda=15\text{ м}$ ; коэффициент заложения откоса  $m=3$ ; ширина шва между плитами  $t_w=2,0\text{ см}$ ; грунт насыпи мелкозернистый песок со средним диаметром частиц  $d_{cp}=0,1\text{ мм}$ .

Определяем диаметр частиц слоя фильтра, укладываемого под плиты:

$$d_{\phi_1} = 1,5 t_w = 1,5 \cdot 2 = 3 \text{ см.}$$

Находим значение коэффициента  $\Psi$  по графику на листе 116 —  $\Psi=2,2$ .

Учитывая, что  $\frac{\lambda}{h}=10 < 15$ , определяем расчетное значение  $\Psi_p$

$$\Psi_p = 2,2 - 0,03(15 - 10) = 2,05.$$

Определим необходимую толщину двухслойного обратного фильтра:

$$t_{\phi} = 4,75 \cdot 3 \cdot \ln\left(\frac{2,05}{12} \cdot \frac{3}{0,01}\right) = 56 \text{ см.}$$

Так как необходимая толщина слоя обратного фильтра получилась больше 35 см, переходим к двухслойному фильтру: первый слой фильтра — щебень со средним диаметром частиц  $d_{\phi_1} = 3\text{ см}$ ;

второй слой — гравий со средним диаметром частиц  $d_{\phi_2} = 3\text{ мм}$ .

Определим толщину первого слоя обратного фильтра:

$$t_{\phi_1} = 4,75 \cdot 3 \cdot \ln\left(\frac{2,05}{12} \cdot \frac{3}{0,3}\right) = 7,6 \text{ см. Принимаем } t_{\phi_1} = 10 \text{ см.}$$

Определим толщину второго слоя обратного фильтра:

$$t_{\phi_2} = 4,75 \cdot 0,3 \cdot \ln\left(\frac{2,05}{12} \cdot \frac{0,3}{0,01}\right) = 2,3 \text{ см. Принимаем } t_{\phi_2} = 10 \text{ см.}$$

Справочные и вспомогательные материалы

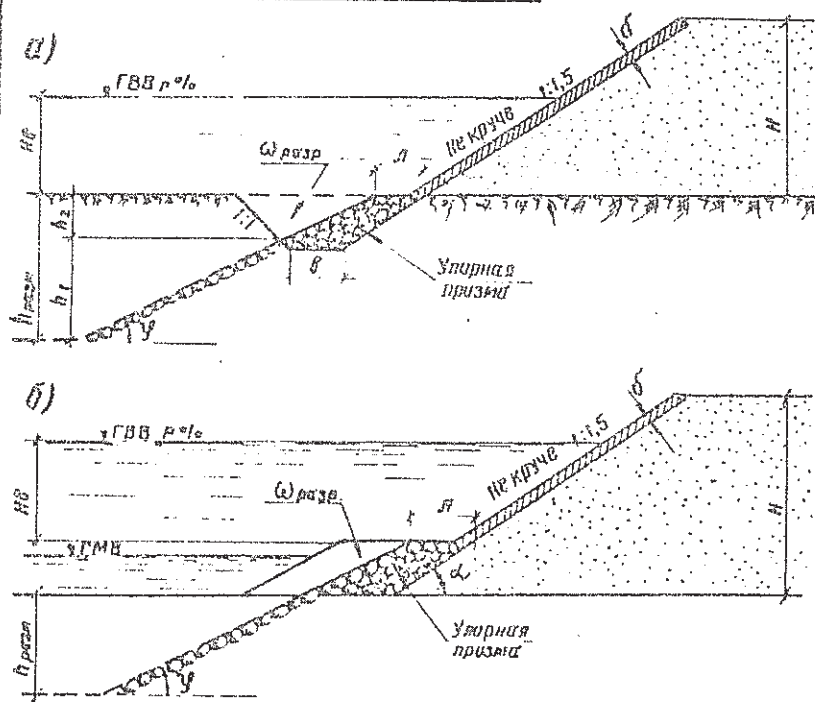
Примеры расчетов обратного фильтра

750

Лист 120



## Защитные каменные призмы



### Защитные каменные призмы устраиваются:

- в виде борты, брезанной в грунт, если подошва откоса расположена выше межвенного горизонта воды и выше уровня грунтовых вод;
- в виде каменной отсыпки, если подошва откоса расположена ниже межвенного горизонта воды.

Каменные призмы применяются при глубине размыва до 3,0 м, скорости течения воды до 2,50 м/сек и высоте откоса до 6,0 м.

При размыве призма частично деформируется, причем камни из деформирующейся части прикрывают размываемый откос, а недеформирующаяся часть призмы служит упором укрепленному откосу.

Расчет призмы сводится к определению таких ее размеров, при которых камень из разрушающейся части призмы полностью расположился бы по естественному откосу на глубину размыва и вес оставшейся части призмы был достаточен для упора крепления откоса.

Предварительно назначаются размеры поперечного сечения каменных призм и определяется ширина поверх упора в основании откоса, который должен оставаться после разрушения призмы.

$$l \geq \frac{2d}{5 \sin \alpha}$$

где:  $\alpha$  – угол наклона откоса к горизонту;

$d$  – средний размер камня призмы в м, определяемый по формуле:

$$d = \frac{V^2}{25}$$

где:  $V$  – средняя скорость течения воды у призмы в м/сек.

Проводится предполагаемая линия обрушения призмы и проверяется достаточность разрушенной части призмы для укрепления откоса размыва по формуле:

$$h_1 = \frac{1,07 \omega_p \sin \alpha \varphi}{d}$$

где  $h_1$  – высота размыва откоса грунта основания в м (см. лист 123);

$\omega_p$  – площадь поперечного сечения разрушенной части призмы в м<sup>2</sup>;

$\varphi$  – угол естественного откоса размываемого грунта в градусах.

Вес упорной призмы  $G_1$ , оставшейся у подошвы укрепленного откоса после размыва, сравнивается с требуемым весом упора  $G_2$ , определяемым в зависимости от крутизны откоса по формулам:

при крутизне откоса 1:1  $1,44 G_2 + 0,72 G_3$ ;

при крутизне откоса 1:1,5  $1,13 G_2 + 0,09 G_3$ ;

при крутизне откоса 1:2  $0,72 G_2$ ;

при крутизне откоса 1:2,5  $0,37 G_2$ ;

при крутизне откоса 1:3  $0,14 G_2$ ;

где:  $G_2$  – вес крепления откоса в подводной его части в т.;

$G_3$  – вес крепления откоса в сухой его части в т.

Примечание: Расчетные схемы справедливы для случаев отсутствия дробления камней и скоростей течения, при которых не происходит вымывания грунта через промежутки между камнями.

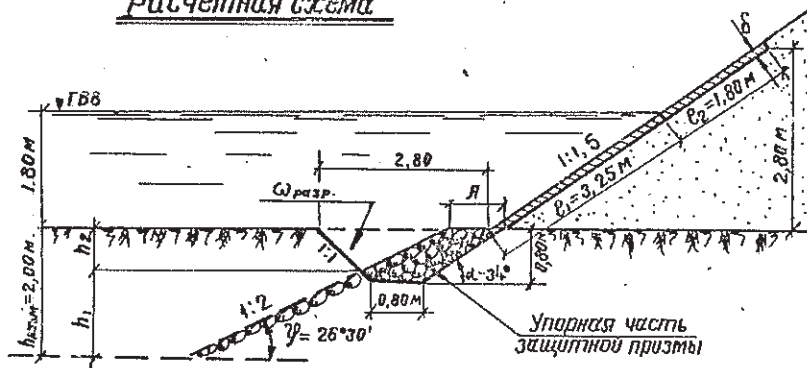
### Справочные и вспомогательные материалы

Расчет защитных каменных призм в основании укрепленных откосов подтопляемых земляных сооружений.

750

Лист  
121

### Расчетная схема



### Пример расчета:

**Исходные данные:** грунт основания - супесь; крутизна откоса 1:2; скорость течения  $V = 2,1$  м/сек; глубина размыва -  $h_{разм} = 2$  м; объемный вес камня  $\gamma_k = 2,5$  т/м<sup>3</sup>; объемный вес крепления откоса  $\gamma_n = 2,4$  т/м<sup>3</sup>; толщина покрытия  $\sigma = 0,2$  м.

Расчет производим на 1 м длины откоса. Задаемся размерами риббермы - ширина внизу - 0,80 м, сверху - 2,80 м, глубина - 0,80 м и производим проверку достаточности ее размеров.

Вес крепления откоса в подводной его части

$$G_B = \rho \cdot \sigma \cdot (\gamma_n - 1) = 3,25 \cdot 0,2 \cdot (2,4 - 1) = 0,91 \text{ т.}$$

Вес крепления откоса в сухой его части

$$G_C = \rho_2 \cdot \sigma \cdot \gamma_n = 1,8 \cdot 0,2 \cdot 2,4 = 0,87 \text{ т.}$$

Необходимый вес упорной призмы, оставшейся у подошвы укрепленного откоса после размыва для откоса крутизной 1:1,5 определится по формуле:

$$G_n = 1,13 G_B + 0,09 G_C = 1,13 \cdot 0,91 + 0,09 \cdot 0,87 = 1,11 \text{ т}$$

Необходимый объем камня в упорной призме должен составлять:

$$V_{уп} = \frac{G_n}{\gamma_k - 1} = \frac{1,11}{1,5} = 0,74 \text{ м}^3.$$

Определяем диаметр камня

$$d = \frac{V^2}{25} = \frac{2,1^2}{25} = 0,18 \text{ м.}$$

Принимаем камень диаметром  $d = 0,2$  м. Минимальный запас  $A$  в основании откоса равен:

$$A = \frac{2d}{5 \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 0,2}{0,56} = 0,72 \text{ м}$$

Принимая  $A = 0,75$  м и проведя линию обрушения риббермы под углом  $\psi$ , определяем при принятых размерах риббермы, объем камня в упорной призме

$$V_{уп} = 0,72 \text{ м}^3$$

Полученный объем несколько меньше необходимого, поэтому увеличиваем запас  $A$ .

При значении  $A = 0,80$  м объем камня в упорной призме составит:

$$V_{уп} = 0,77 \text{ м}^3, \text{ что } > 0,74 \text{ м}^3.$$

Проверяем достаточность объема разрушенной части риббермы  $V_{разр.}$  для расположения камней по откосу под углом  $\psi$  при высоте откоса  $h_1$ .

При принятом запасе  $A$  объем разрушения составит:

$$V_{разр.} = V - V_{уп} = 1,44 - 0,77 = 0,67 \text{ м}^3.$$

Необходимый объем разрушения определится по формуле:

$$h_1 = \frac{1,07 V_{разр.} \sin \psi}{d};$$

где  $h_2 = h_{разм} - h_z = 2,0 - 0,67 = 1,33$  м

$$V_{разр.} = \frac{h_1 \cdot d}{1,07 \cdot \sin \psi} = \frac{1,33 \cdot 0,2}{1,07 \cdot 0,447} = 0,56 \text{ м}^3.$$

Следовательно размеры риббермы по этим условиям достаточны.

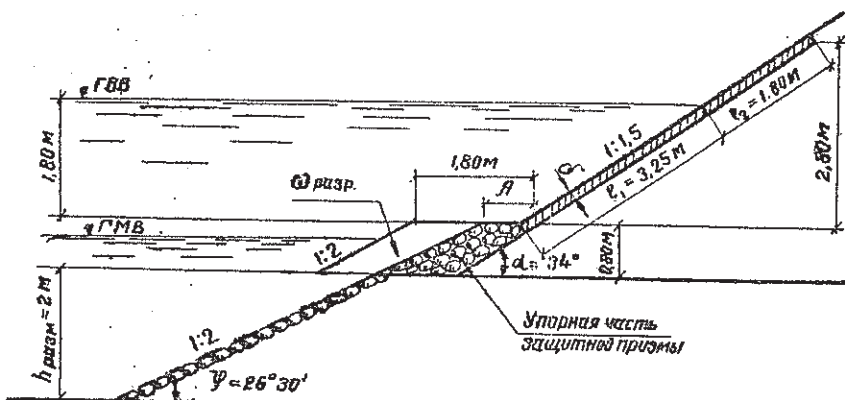
### Справочные и вспомогательные материалы

Пример расчета защитной каменной призмы (риббермы)

750

Лист 122

### Расчетная схема



### Пример расчета:

**Исходные данные:** грунт основания — супесь; крутизна откоса — 1:2; скорость течения  $V = 2,1$  м/сек; глубина размыва —  $h_{разм} = 2$  м; объемный вес камня  $\gamma_k = 2,5$  т/м<sup>3</sup>; объемный вес покрытия  $\gamma_n = 2,4$  т/м<sup>3</sup>; толщина покрытия  $\delta = 0,2$  м.

Расчет производим на 1 л.м. длины:

Задается размерами каменной отсыпки — ширина поперек — 1,80, высота — 0,80 м, крутизна откоса 1:2 и производим проверку достаточности ее размеров.

Вес крепления откоса в подводной его части.

$$G_2 = c_1 \delta (\gamma_n - 1) = 3,25 \cdot 0,2 (2,4 - 1) = 0,91 \text{ т}$$

Вес крепления откоса в сухой его части

$$G_0 = c_2 \delta \gamma_n = 4,8 \cdot 0,2 \cdot 2,4 = 0,87 \text{ т}$$

Необходимый вес упорной призмы, оставшейся у подошвы укрепленного откоса после размыва, для откоса крутизной 1:1,5 определится по формуле:

$$G_n = 1,13 G_0 + 0,89 G_2 = 1,13 \cdot 0,87 + 0,89 \cdot 0,91 = 1,11 \text{ т.}$$

Необходимый объем камня в упорной призме должен составлять:

$$V_{уп} = \frac{G_n}{\gamma_k - 1} = \frac{1,11}{1,5} = 0,74 \text{ м}^3.$$

Определяем диаметр камня  $d = \frac{V^2}{25} = \frac{2,1^2}{25} = 0,18 \text{ м}$

Принимаем камень диаметром  $d = 0,2$  м. Минимальный запас  $\Lambda$  в основании откоса равен:

$$\Lambda = \frac{2d}{\sin \alpha} = \frac{2 \cdot 0,2}{0,56} = 0,72 \text{ м.}$$

Принимая  $\Lambda = 0,75$  м и проведя линию обрушения каменной отсыпки под углом  $\psi$ , определяем при принятых размерах отсыпки объем камня в упорной призме  $V_{уп} = 0,76 \text{ м}^3$ , что  $> 0,74 \text{ м}^3$ .

Проверяем достаточность объема разрушаемой части каменной отсыпки  $V_{разр}$  для расположения камней по откосу под углом  $\psi$  при высоте откоса  $h_{разр}$ .

$$V_{разр} = V - V_{уп} = 1,80 - 0,76 = 0,84 \text{ м}^3$$

Необходимый объем разрушения каменной отсыпки определяется из формулы:

$$h_{разм} = \frac{1,07 V_{разр} \sin \psi}{d}$$

$$V_{разр} = \frac{h_{разм} d}{1,07 \sin \psi} = \frac{2 \cdot 0,2}{1,07 \cdot 0,447} = 0,836 \text{ м}^3.$$

Следовательно, размеры каменной отсыпки по этим условиям достаточны.

Объем упорной части призмы будет несколько больше необходимого.

\*) Величина  $h_{разм}$  — глубина размыва поймы у основания насыпи, соответствующая различным условиям стеснения потока пойменной насыпью или набега потока на подтопленный откос, определяется расчетом, руководствуясь, наставлением по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки, Главтранспроекта, 1961 г.

### Справочные и вспомогательные материалы

Пример расчета  
защитной каменной призмы  
(каменная отсыпка)

750

Лист  
123

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИИ  $\text{Sh } x$

$$\text{Sh } x = \frac{e^x - e^{-x}}{2} = \frac{x}{1!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots$$

$x$	$\text{Sh } x$	$x$	$\text{Sh } x$	$x$	$\text{Sh } x$	$x$	$\text{Sh } x$	$x$	$\text{Sh } x$	$x$	$\text{Sh } x$	$x$	$\text{Sh } x$	$x$	$\text{Sh } x$	$x$	$\text{Sh } x$	$x$	$\text{Sh } x$
0,00	0,000	0,20	0,201	0,40	0,411	0,60	0,637	0,80	0,888	1,00	1,175	1,20	1,509	1,40	1,904	1,60	2,376	3,60	18,285
0,1	0,010	21	0,212	41	0,422	61	0,648	81	0,902	01	1,191	21	1,528	41	1,926	70	2,646	70	20,211
0,2	0,020	22	0,222	42	0,432	62	0,660	82	0,915	02	1,206	22	1,546	42	1,948	80	2,942	80	22,339
0,3	0,030	23	0,232	43	0,443	63	0,672	83	0,929	03	1,222	23	1,564	43	1,970	90	3,268	90	24,691
0,4	0,040	24	0,242	44	0,454	64	0,685	84	0,942	04	1,238	24	1,583	44	1,992	2,00	3,627	4,00	27,290
0,5	0,050	25	0,253	45	0,465	65	0,697	85	0,956	05	1,254	25	1,602	45	2,014	10	4,022	10	30,162
0,6	0,060	26	0,263	46	0,476	66	0,709	86	0,970	06	1,270	26	1,621	46	2,037	20	4,457	20	33,336
0,7	0,070	27	0,273	47	0,488	67	0,721	87	0,984	07	1,286	27	1,640	47	2,060	30	4,937	30	36,843
0,8	0,080	28	0,284	48	0,499	68	0,734	88	0,998	08	1,302	28	1,659	48	2,083	40	5,466	40	40,719
0,9	0,090	29	0,294	49	0,510	69	0,746	89	1,012	09	1,319	29	1,679	49	2,106	50	6,050	50	45,003
0,10	0,100	30	0,304	0,50	0,521	0,70	0,759	0,90	1,026	1,10	1,336	1,30	1,698	1,50	2,129	2,60	6,695	4,60	49,737
11	0,110	31	0,315	51	0,532	71	0,771	91	1,041	11	1,352	31	1,718	51	2,153	70	7,406	70	54,969
12	0,120	32	0,325	52	0,544	72	0,784	92	1,055	12	1,369	32	1,738	52	2,177	80	8,192	80	60,751
13	0,130	33	0,336	53	0,555	73	0,797	93	1,070	13	1,386	33	1,758	53	2,201	90	9,059	90	67,141
14	0,140	34	0,347	54	0,567	74	0,809	94	1,085	14	1,403	34	1,779	54	2,225	3,00	10,018	5,00	74,203
15	0,150	35	0,357	55	0,578	75	0,822	95	1,099	15	1,421	35	1,799	55	2,250	10	11,076	10	82,008
16	0,161	36	0,368	56	0,590	76	0,835	96	1,114	16	1,438	36	1,820	56	2,274	20	12,246	20	90,633
17	0,171	37	0,378	57	0,601	77	0,848	97	1,129	17	1,456	37	1,841	57	2,299	30	13,538	30	100,166
18	0,181	38	0,389	58	0,613	78	0,862	98	1,145	18	1,473	38	1,862	58	2,324	40	14,965	40	110,701
19	0,191	39	0,400	59	0,625	79	0,875	99	1,160	19	1,491	39	1,883	59	2,350	50	16,543	50	122,344

СПРАВОЧНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ

Таблица значений  
гиперболического  
синуса

**750**

Лист  
124



### Расчет густоты и вида посадок

Определение густоты и вида посадок в целях укрепления откосов от размывов продольным течением воды производится следующим образом:

а) вычисляется значение „К” по формуле

$$K = \frac{U_{лес} H^{2/3}}{U_б П},$$

где: П — коэффициент шероховатости по Маннингу,

Н — бытовая глубина потока в м,

U<sub>лес</sub> — скорость потока в среде искусственных кустарниковых насаждений в м/сек, (допускаемая неразмывающая для грунтов),

U<sub>б</sub> — средняя бытовая скорость в м/сек.

б) по полученному значению „К”, пользуясь таблицами, определяется ряд посадок и густота их.

Расстояние между рядами посадок и посадками в ряду в зависимости от значения „К” для черенковой посадки

Расстояние между рядами посадок в ряду, м	Расстояние между рядами посадок, м	Значение „К” при средней глубине потока Н в м			
		0,5	1,0	2,0	3,0
0,4	0,8	3,2	3,5	3,8	3,8
0,6	1,0	4,5	5,2	5,6	5,8
0,8	1,25	5,9	6,8	7,8	8,1
1,0	1,50	7,2	8,9	10,0	10,6

Расстояние между рядами в зависимости от значения „К” для плетневой посадки

Расстояние между рядами, м	Кп
1,00	1,2
1,25	1,4
1,50	1,6
2,00	1,9
2,50	2,3

Значения коэффициентов шероховатости „п” и допустимых скоростей течения воды для различных грунтов указаны на листах 98, 99, 127.

Справочные и вспомогательные материалы

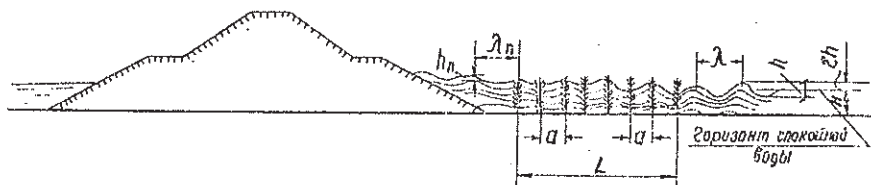
Расчет густоты и вида защитных посадок от размыва откосов течением воды

750

Лист  
125



## Расчетная схема



Ширина волногасящих лесопосадок определяется в зависимости от расчетной высоты волны, максимальной допустимой высоты волны у насыпи, глубины воды в пойме, вида и породы растительности и расположения ее в рядах. Ширина необходимой полосы лесопосадок  $L$  определяется по формуле:

$$L = (n - 1)a,$$

где:  $a$  - расстояние между рядами посадок в м,  
 $n$  - число рядов в посадке, определяемое по формуле:

$$n = \frac{2 \rho_d K}{\rho_d (1 - K_n)},$$

где:  $K$  - коэффициент затухания волн в посадке,  
 $K_n$  - коэффициент потери энергии.

В зависимости от рода посадок  $K$  определяется из выражения:

$$K = 1 - \frac{1 - K_0}{1,6} \left( 0,60 - \frac{H - H_{лес}}{\xi h} \right),$$

где:  $K_0$  - наименьший коэффициент затухания волн,  
 $H$  - глубина воды в пойме в м,  
 $H_{лес}$  - высота посадок в м,  
 $h$  - расчетная высота волны в м,  
 $\xi$  - коэффициент, принимаемый равным 0,56.

Наибольшее гашение волн и наименьший коэффициент затухания получается при возвышении верха растительности над горизонтом спокойной воды на величину равную или более высоты гребня волны. При  $H_{лес} \geq H + \xi h$   $K_1 = K_0$ .

Наименьший коэффициент затухания волн  $K_0$  принимается в зависимости от необходимого снижения высоты волны в посадке, т.е.

$$K_0 = \frac{h_n}{h},$$

где:  $h_n$  - наибольшая допустимая высота волны перед насыпью.  
 Коэффициент потери энергии определяется зависимостью:

$$K_n = \rho K_v,$$

где:  $K_v$  - коэффициент обтекания,  
 $\rho$  - коэффициент плотности лесопосадок, зависящий от вида и породы

растительности, от расположения ее в рядах, определяемый по формуле:

$$\rho = \frac{\beta \sum d}{\beta},$$

где:  $\beta$  - расстояние между растениями в рядах в м,  
 $\beta$  - коэффициент затененности, равный для кустарниковой растительности 0,85, для древесной - 1,00,  
 $\sum d$  - сумма средних по высоте затопления диаметров ветвей и стволов по длине  $\beta$ .

Для деревьев, в среднем, влияние ветвей учитывается в 20% от среднего диаметра стволов, т.е.  $\sum d \approx 1,2 d_g$ .

Для кустарников  $\sum d = N d_k$ ,

где:  $N$  - среднее количество побегов и  $d_k$  - средний диаметр побегов. Сумма диаметров побегов примерно постоянна по высоте куста. Для ориентировочных расчетов может приниматься  $\sum d = 0,17 m$ . При смешанной посадке деревьев и кустарников расчетное значение плотности посадки принимается

$$\rho = \frac{i \rho_k + \rho_d}{i + 1},$$

где:  $\rho_k$  и  $\rho_d$  - соответствующие значения  $\rho$  для кустарников и деревьев,  
 $i$  - количество рядов кустарников.

Коэффициент обтекания  $K_v$  определяется зависимостью

$$\rho_d K_v = -1,10 \sqrt{\frac{U_{ср}^2}{g d}},$$

где:  $d$  - диаметр стволов деревьев или побегов кустарников в м,

$g$  - ускорение силы тяжести в  $m/s^2$ .

$U_{ср}$  - среднее значение скорости горизонтального перемещения частиц воды в пределах лесной полосы, равное средней из скоростей:

$$U_{ср} = \frac{U_n + U_p}{2},$$

где:  $U_n = \frac{0,764 h_n}{\sqrt{\lambda}}$  - скорость горизонтального перемещения частиц воды перед лесной полосой в м/сек,

$U_p = \frac{0,764 h}{\sqrt{\lambda}}$  - скорость горизонтального перемещения частиц воды за лесной полосой в м/сек.

Для расчетов принимают длину волны  $\lambda = \lambda_n \approx 10 h$ .

### Справочные и вспомогательные материалы

Расчет  
волногасящих лесопосадок

750

Лист  
126

Значения коэффициентов шероховатости  
для постоянных водотоков при расчетном уровне воды.

Характеристика водотока	По Базену		По Маннингу применительно к среднему значению				
	Среднее значение	Обычные колебания	при глубине воды „Н“ ср в м				
			1	2	4	6	10
Ровное русло полугорных рек (галечно-гравийное ложе)	1,2	0,8—1,5	—	0,024	0,023	0,023	—
Среднеизвилистое русло полугорных рек, Ровное русло равнинных рек (земляное ложе)	1,5	1—2	—	0,026	0,025	0,025	0,024
Сильноизвилистое русло полугорных рек, протоки и рукава Среднеизвилистое русло равнинных рек	2,0	1,5—2,5	—	0,031	0,029	0,029	0,028
Сильноизвилистое русло равнинных рек, протоки и рукава, Русло горных рек (галечно-валунное ложе)	2,5	2—3,5	—	0,035	0,033	0,032	0,030
Сильноизвилистое русло равнинных рек с заросшими берегами, Русла рек с валунным ложем	3,5	2,5—4,0	—	0,045	0,040	0,038	0,036
Порожистые участки рек с ровным течением, Незаросшие поймы	5,0	3—7	0,060	0,058	0,051	0,048	—
Порожистые участки рек в средних условиях, Пойма, заросшая на 25% своей поверхностью	7,0	5—9	0,092	0,077	0,065	0,060	—
Порожистые участки с крупными камнями и исключительно неправиль- ным направлением отдельных частей потока. Пойма, заросшая на 50% своей поверхностью	9,0	7—12	0,115	0,095	0,080	0,073	—
Пойма, заросшая на 75% своей поверхностью	12	9—20	0,150	0,122	0,101	0,092	—
Пойма, заросшая на 100% своей поверхностью	20	12—25	0,240	0,195	0,160	0,142	—

Справочные и вспомогательные  
материалы

Значения коэффициентов  
шероховатости для  
постоянных водотоков

750

Лист  
127

## Ассортимент древесно-кустарниковых ивовых пород для защитных лесопосадок

Название пород	Европейская часть СССР						Кавказ			Западная Сибирь			Восточная Сибирь			Дальний Восток		Средняя Азия			
	Лесная зона			Степная зона			Полупустыня			Степная зона			Полупустыня			Лесная зона			Степная зона		
	Уральская лесная зона	Средне- азиатская лесная зона	Каменистая лесная зона	Илистая лесная зона	Степная лесная зона	Полупустынь лесная зона	Илистая лесная зона	Степная лесная зона	Полупустынь лесная зона	Каменистая лесная зона	Илистая лесная зона	Степная лесная зона	Полупустынь лесная зона	Каменистая лесная зона	Илистая лесная зона	Степная лесная зона	Полупустынь лесная зона	Илистая лесная зона	Степная лесная зона	Полупустынь лесная зона	
<b>Древовидные</b>																					
Осакорь*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Чозения*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ива белая*	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
„ Максимо-Вича*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
„ Докучаевская*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
„ петитвильничковая	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Древесно-кустарниковые и кустарниковые</b>																					
Ива русская*	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-
„ широколиственная*	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-
„ туркестанская*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
„ каспийская	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
„ узколиственная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
„ красная шелюга	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
„ тонколиственная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-
„ серая	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
„ чернеющая	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
„ пресмычликовая	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-

Примечание:

Таблица составлена для равнинных рек; породы отмечены звездочкой, принимаются для посадок и в предгорных районах.

**Справочные и вспомогательные материалы**

Ассортимент  
древесно-кустарниковых ивовых  
пород для защитных  
лесопосадок

750

Лист  
128

Ассортимент растений пескоукрепителей, их краткая характеристика и наиболее подходящие условия для произрастания

Наименование растений	Типы лесорастительных условий и районы, для которых рекомендуется данное растение.	Краткая характеристика и способ культивирования.
Джузгунь (древовидный, сезлистный, голова медузы и других видов)	Случае барханные или разбитые подвижные пески.	Кустарники высотой 4-5 м. хорошие закрепители песков. Культивируются посадкой черенков, сеянцев и посевом семян.
Белый, или песчаный, саксаул	Полузаросшие или заросшие барханы и барханные цепи с глубоким залеганием грунтовых вод.	Кустарник высотой 4-5 м, при засыпании песками образует придаточные корни. Разводится посадкой сеянцев и посевом семян.
Черный, или солончаковый саксаул.	Глилые плывучие пески, а также суглинистые и супесчаные почвы, требует повышенной влажности почв.	Крупный кустарник, иногда дерево высотой до 8 м, имеет мощную корневую систему. Разводится посадкой сеянцев и посевом семян.
Черкез Рихтера	Заросшие или полуподвижные пески (иногда подвижные).	Кустарник высотой 2-2,5 м, имеет сильно развитую корневую систему. Культивируется черенками, сеянцами, посевом семян.
Черкез Палецкого	В подвижных и слабо заросших песках.	Крупный кустарник. Культивируется черенками, сеянцами, посевом семян.

Песчаная акация Конолли	В подвижных и полуподвижных песках, реже в заросших бугристых песках.	Дерево высотой до 6 м. Корневая система развивается преимущественно в поверхностной толще песка. Разводится посевом семян.
Песчаная акация Карелина	В подвижных и полуподвижных песках.	Дерево, мало препятствующее перемещению песков, в агролесомелиоративных работах применяется очень редко.
Астрагалы	В полуподвижных песках, преимущественно южных пустынь.	Мелкие кустарники, высотой до 1 м, корневая система располагается по поверхностному слою песка. Разводятся посевом семян.
Шелюга каспийская и шелюга красная	По понижениям с близкими грунтовыми водами в пустынных и полупустынных песках Северного и Западного Казахстана.	Кустарники высотой до 3 м, сильная, хорошо ветвящаяся корневая система. Культивируется посадкой черенков.
Турнага разнолистная	В подвижных песках Средней Азии и Южного Казахстана, при условии залегания грунтовых вод не глубже 2-5 м.	Деревья средней величины, иногда крупные, до 15-20 м, с мощной корневой системой. Культивируются посадкой укорененных стеблевых и корневых черенков.
Тополь белый	В песках северных пустынь и полупустынь с достаточным количеством пресных грунтовых вод.	Очень крупное дерево, применяется, главным образом, как декоративное растение: быстрорастущая в песках порода. Культивируется посадкой черенков.



Дох узколистный

В долинах рек Средней Азии и южного Казахстана, при обязательной связи корней с грунтовыми водами: мирится с засоленными почвами, сухостью воздуха и недостатком влаги в верхних горизонтах.

Дерево средней величины, иногда крупный кустарник с мощной корневой системой. Разводится посадкой сеянцев и посевом семян.

Гребенщик ветвистый

В долинах рек и староречий Средней Азии.

Кустарник или небольшое дерево высотой до 6 м широко применяется для пескоукрепления.

Гребенщик Шовица

В песках южных пустынь и в долинах рек Атрека, Теджена, Мургаба, Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи.

Кустарник или дерево высотой 6-7 м, цветет дважды - весной и осенью, широко применяется для агролесомелиорации.

Гребенщик рыжый

В долинах рек Средней Азии и по окраинам солончаков и такыров.

Тонковетвистый кустарник высотой до 2 м, обильное плодоношение.

Гребенщик удлиненный

В песках всей Средней Азии, восточнее Аму-Дарьи, по окраинам солончаков и такыров.

Кустарник или дерево высотой до 6 м.

Гребенщик Бунге

Преимущественно в песках южных пустынь.

Многостебельный кустарник или дерево высотой 6-7 м, похож на гребенщик ветвистый.

Гребенщик цветущий

В южных пустынях по долинам рек Мургаба, Теждена, Атрека и среднего течения Аму-Дарьи.

Крупный кустарник или дерево высотой 7-8 м.

Гребенщик Андросова

Преимущественно барханные пески по среднему течению Аму-Дарьи.

Кустарник, часто дерево, высотой до 8 м; очень ценное растение для пескоукрепительных работ: использует влагу из поверхностных горизонтов песков.

Гребенщики всех видов культивируются посадкой черенков или дичков самосева.

Сарсазан шишковатый

Сильно засоленные подвижные пески с близкими грунтовыми водами (Западная Туркмения); широко распространен по приморским шорам, хорошо переносит сильно засоленные почвы.

Полукустарник высотой до 50 см, имеет густые ветви, заслуживает внимания при агролесомелиорации. Разводится посевом семян.

Селитрянга

Опесчаненные шоры, преимущественно по северному и восточному побережью Каспийского моря.

Кустарник высотой до 1,5 м, при засыпании песком быстро прорастает, образуя ветвистые кусты. Разводится посевом семян, посадкой черенков и сеянцев.

Польнь песчаная

На полузаросших песках северных песчаных пустынь.

Крупное полукустарниковое многолетнее растение высотой 1-1,5 м, имеет обильное кущение, способно образовывать при засыпании большее количество придаточных корней. Разводится делением куста.

или дерево

дерево, высотой  
1,5 м, при  
ро прорас-  
те кусты.  
ян, посад-

дерево, высотой  
1,5 м, при  
ро прорас-  
те кусты.  
ян, посад-

дерево, высотой  
1,5 м, при  
ро прорас-  
те кусты.  
ян, посад-

дерево, высотой  
1,5 м, при  
ро прорас-  
те кусты.  
ян, посад-

дерево, высотой  
1,5 м, при  
ро прорас-  
те кусты.  
ян, посад-

Полынь Келлера

Песчаные массивы восточного  
побережья Каспийского моря.

Крупное полукустарниковое  
растение, при выдувании и  
засыпании песком быстро  
восстанавливается, прорастая  
через песок и образуя прида-  
точные корни. Разводится посе-  
вом семян и делением куста.

Песчаный овес

В полуразбитых песках север-  
ных пустынь и полупустынь,  
особенно в понижениях с близ-  
кими грунтовыми водами.

Многолетнее травянистое  
растение, высота стеблей  
которого достигает 1-1,5 м,  
имеет мощную корневую систему.  
Разводится посевом семян.

Житняк сибирский  
или песчаный

Бугристые закрепленные и  
рыхлые песчаные почвы в се-  
верных полупустынях и в  
Северо-Западной Туркмении,  
не выносят засоленных почв.

Многолетнее травянистое  
растение: стебли достигают  
высоты 30-80 см, корневая  
система медленно развивается.  
Культивируется посевом семян.

Аристида Карелина  
(селин)

Первые поселенцы на подвижных  
и полуподвижных песках  
Средней Азии и Казахстана,  
наибольшее количество всхо-  
дов по межбарханым пони-  
жениям.

Многолетнее травянистое расте-  
ние, высотой до 1 м, корни  
расстилаются близко к поверх-  
ности (10-40 см), часто выду-  
ваются, снабжены чехлами.

Культивируется посевом семян  
и делением куста.

чагер

Аристида перистая  
малая (селин)

Полуподвижные пески пустынь  
Средней Азии и Казахстана,  
на подвижных песках гибнут,  
не переносят засыпания пес-  
ком.

Многолетнее травянистое расте-  
ние высотой 30-40 см, корневая  
система расположена близко к  
поверхности. Культивируется  
так же.

Кумарчик песчаный.

В северных песчаных пусты-  
нях и полупустынях в полу-  
разбитых и подвижных песках.

Однолетнее травянистое  
растение, корневая систе-  
ма достигает длины 5-6 м.  
Культивируется посевом  
семян.

Кумарчик широко-  
лиственный.

В разбитых и полуразбитых  
песках южных пустынь и в  
межбарханных понижениях.

Однолетнее травянистое  
растение. Культивируется  
посевом семян.

Кумарчик малый.

В полуразбитых и подвижных  
песках южных пустынь и в  
межбарханных понижениях.

Однолетнее травянистое  
растение. Культивируется  
посевом семян.

Гораниновия

Южные пустыни.

Крупные травянистые одно-  
летники (солянки). Культиви-  
руются посевом семян.

Каракамбак

На голых подвижных песках,  
под защитой песчаного овса.

Однолетнее травянистое  
растение. Культивируется  
посевом семян.

Майкамбак

На голых подвижных песках,  
под защитой песчаного овса  
и в низинах.

Однолетнее травянистое  
растение. Культивируется  
посевом семян.

Ив. № 750.

те-  
вая  
к

Чагер

На вершинах и склонах  
полузросших барханов  
и барханных цепей

Многолетнее травянистое  
растение высотой до 1 м,  
устойчивый закрепитель песков.  
Культивируется посевом семян.

Список основных пород деревьев и кустарников для создания снегопескозащитных насаждений вдоль линий железных дорог, в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР № 6001 от 30 декабря 1949 г., приведен в приложении к приказу Министерства путей сообщения № 278/ЦЗ от 12 апреля 1950 г., а также в "Указаниях по изысканию и проектированию снегозащитных насаждений вдоль линий железных дорог СССР, утвержденных Главным управлением пути и сооружений Министерства путей сообщения 18.У1-1956г.

Инв. № 750. Зак. № 138. Тир. 100. Объем 24,5  
ОКП Мосгипротранса

197

750