

ОАО «РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ»
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ (МИИТ)

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель начальника
Департамента пути и сооружений
ОАО «РЖД»

(подпись, дата)

И.В. Серебряников

ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по усилению пути на скально-обвальных участках

Проректор университета
по научной работе

(подпись, дата) В.М. Круглов

Руководитель темы _____ Е.С. Ашпиз
(подпись, дата)

Москва – 2007 г

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение.....	3
1 Общие положения.....	5
2 Оценка скально-обвальных явлений и подготовка исходных данных для проектирования.....	9
3 Конструктивные решения и проектирование мероприятий по защите.....	13
3.1 Удерживающие и улавливающие сетчатые конструкции.....	13
3.2 Улавливающие и оградительные стенки, траншеи, полки и валы.....	28
3.3 Улавливающие галереи.....	39
4 Техника безопасности и безопасность движения поездов в период выполнения работ.....	44
5 Контроль и приемка работ.....	52
Список нормативных документов и справочной литературы.....	56
Приложение А Основные термины и понятия.....	57
Приложение Б Методы количественного изучения нарушений сплошности в скальных массивах.....	63
Приложение В Методы расчета общей устойчивости откосов скальных выемок.....	85
Приложение Г Расчеты противообвальных сооружений на падение скальных обломков.....	111
Приложение Д Несущая способность анкера и якоря.....	143
Приложение Е Основные положения расчета улавливающих устройств и сооружений.....	155
Приложение Ж Основные положения расчета противообвальных галерей.....	168

Введение

Для обеспечения безопасности движения поездов на горных участках железных дорог России большое значение имеет надежная защита пути от скально-обвальных явлений. В настоящее время на сети железных дорог России участков, подверженных скально-обвальным явлениям, числится общим протяжением около 500 км. Эти явления распространены на многих железных дорогах: Северо-Кавказской, Горьковской, Куйбышевской, Свердловской, Южно-Уральской, Красноярской, Восточно-Сибирской, Забайкальской, Дальневосточной ж. д.

Борьба со скально-обвальными явлениями на железных дорогах при эксплуатации осуществляется путем периодической оборки откосов скальных выемок от неустойчивых в обвальном отношении обломков скального грунта и уборки осыпей и продуктов обвалов в зоне пути. На наиболее опасных участках железных дорог для защиты от скально-обвальных явлений используются различные сооружения: улавливающие сооружения в виде стен, траншей, полок и валов; поддерживающие и укрепительные стены из железобетона и бетона, стены из габионов, противообвальные галереи. В последнее время для защиты от камнепадов и осыпей на железных дорогах нашло применение улавливающих покровных покрытий и барьеров (заборов) из металлических сеток. Достоинствами данных конструкций в сравнении с традиционными конструкциями из камня и бетона является их малый вес, относительная простота и короткие сроки сооружения, а также более низкая стоимость.

Сетчатые конструкции в России для защиты железнодорожного пути от скально-обвальных явлений в экспериментальном порядке были апробированы на ряде железных дорог, в том числе Северо-Кавказской, Куйбышевской, Горьковской, Красноярской, Забайкальской, Дальневосточной и др, где была показана их эффективность.

Настоящие технические указания предназначены для обновления нормативной базы по усилению пути на скально-обвальных участках.

Указания составлены на основе нормативно-методических документов, разработанных сотрудниками Научно-исследовательского института транспортного строительства (ОАО ЦНИИС) [1-3], а также в них использован отечественный и зарубежный опыт проектирования, в том числе проектные решения организаций: ГеоМостПроект, Макаферри, Геобарьер и др.

Указания подготовлены в Московском государственном университете путей сообщения: д.т.н. Е.С. Ашпизом (руководитель разработки), к.т.н. А.А.Зайцевым, при участии инженеров А.А. Абрашитова, А.Ю.Сюткиной, Т.И. Мазовой, лаборантов И.А. Аритичевой и М.С. Корпачевского.

1. Общие положения

1.1 Данные технические указания (далее ТУ) распространяются на основные способы защиты земляного полотна на скально-обвальных участках:

1.2 В соответствии с Инструкцией ЦП 544 [4] к скально-обвальным явлениям относят следующие деформации: оползание рыхлых отложений по контакту со скальными породами, осыпи, вывалы и обвалы.

1.3 Причинами скально-обвальных явлений могут являться: дождевая или ветровая эрозия, промерзание-оттаивание грунтов, расслаивание горных пород, литологическая неоднородность горных пород, вибродинамическое воздействие поездов, сейсмическая активность, сложные разновидности эрозионных процессов, корни деревьев.

1.4 На стадии проведения инженерных изысканий для принятия правильного технического решения по защите необходимо выявить все возможные факторы возникновения неустойчивости горных массивов.

При этом необходимо выделить 2 основных вида обрушений:

а) Обрушение поверхности скального массива – это поверхностное обрушение массива без влияния на общую устойчивость. Обычно обрушению подвержена зона из обломочного материала на поверхности скального массива мощностью до 1.0 м в зависимости от породы каменного образования.

б) Неустойчивость внутренней части склона или состояние, приводящее к нарушению общей устойчивости - это неустойчивое/подвижное состояние внутри самого скального массива.

При разработке технических решений по защите от разрушений таких скальных склонов, как правило, в данном случае речь идет о полной консолидации склона.

1.5 Защитные системы на скально-обвальных участках принято разделять на две основные группы:

а) пассивные защитные системы;

б) активные защитные системы.

К пассивным защитным системам относят системы, позволяющие защитить железнодорожный путь от попадания на него скальных обломков посредством их перехвата, сопровождения по траектории падения, сбора и содержания в специально устроенных местах. Пассивные защитные системы не подразумевают предотвращение отрыва обломков от скального массива. Примеры пассивных систем приведены на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 Примеры пассивных защитных систем

К активным защитным системам относят системы, позволяющие защитить железнодорожный путь от попадания на него скальных обломков посредством полного предотвращения возможности обрушения скальных массивов вблизи них, то есть создание ситуации, когда отрыв отдельных скальных обломков невозможен.

В отличие от пассивных защитных систем активные защитные системы подразумевают полное предотвращение отрыва обломков от скального массива. Они могут представлять собой комбинацию покровных сетей со стяжными тросами, плетеными панелями и анкерами. Пример ак-

тивной защитной системы в виде анкера в комбинации с покровной сеткой приведен на рисунке 1.2.

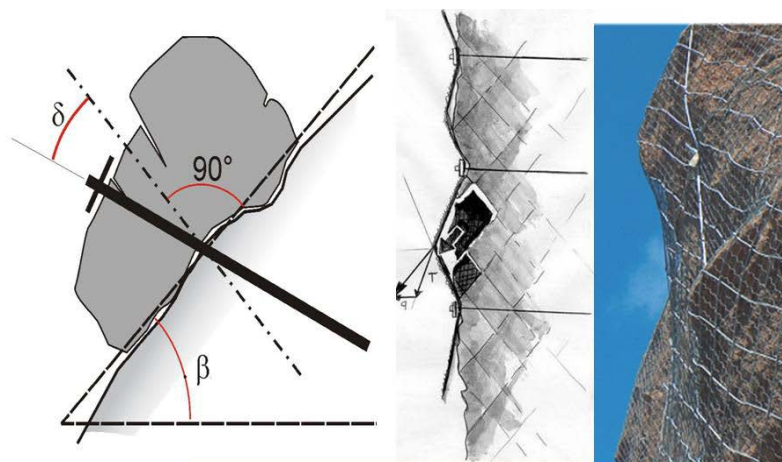


Рисунок 1.2 Пример активной защитной системы

Целью применения активных систем защиты является стабилизация и контроль устойчивости поверхности склона, подверженной процессам обрушения. Работы по глубинной стабилизации массивов в первую очередь направлены на консолидацию блоков значительных размеров.

Общая классификация защит от скально-обвальных явлений приведена на рисунке 1.3.

1.6 При проектировании конструкций для защиты земляного полотна на скально-обвальных участках должны выполняться нормы СНиП 22-02-2003, СТН Ц-01-95 [6], а также требования Инструкции по содержанию земляного полотна железнодорожного пути ЦП-544 [4] и других ведомственных нормативных документов (технических указаний и условий), относящихся к усилению земляного полотна.

1.7 Нагрузки на конструкции должны назначаться с учетом коэффициентов возможной перегрузки и сочетания нагрузок.

1.8 Проектируемые защитные конструкции должны быть технологичными, обеспечивая высокую степень использования машин и механизмов и необходимые сроки проведения.

1.9 При проектировании и строительстве сооружений по защите необходимо предусматривать предварительную очистку откосов (склонов) от не-

устойчивых обломков скального грунта и растительности до начала производства работ.

1.10 При проектировании и строительстве сооружений по защите должны соблюдаться требования нормативных документов по безопасности движения поездов, по технике безопасности, производственной санитарии и охране окружающей среды.

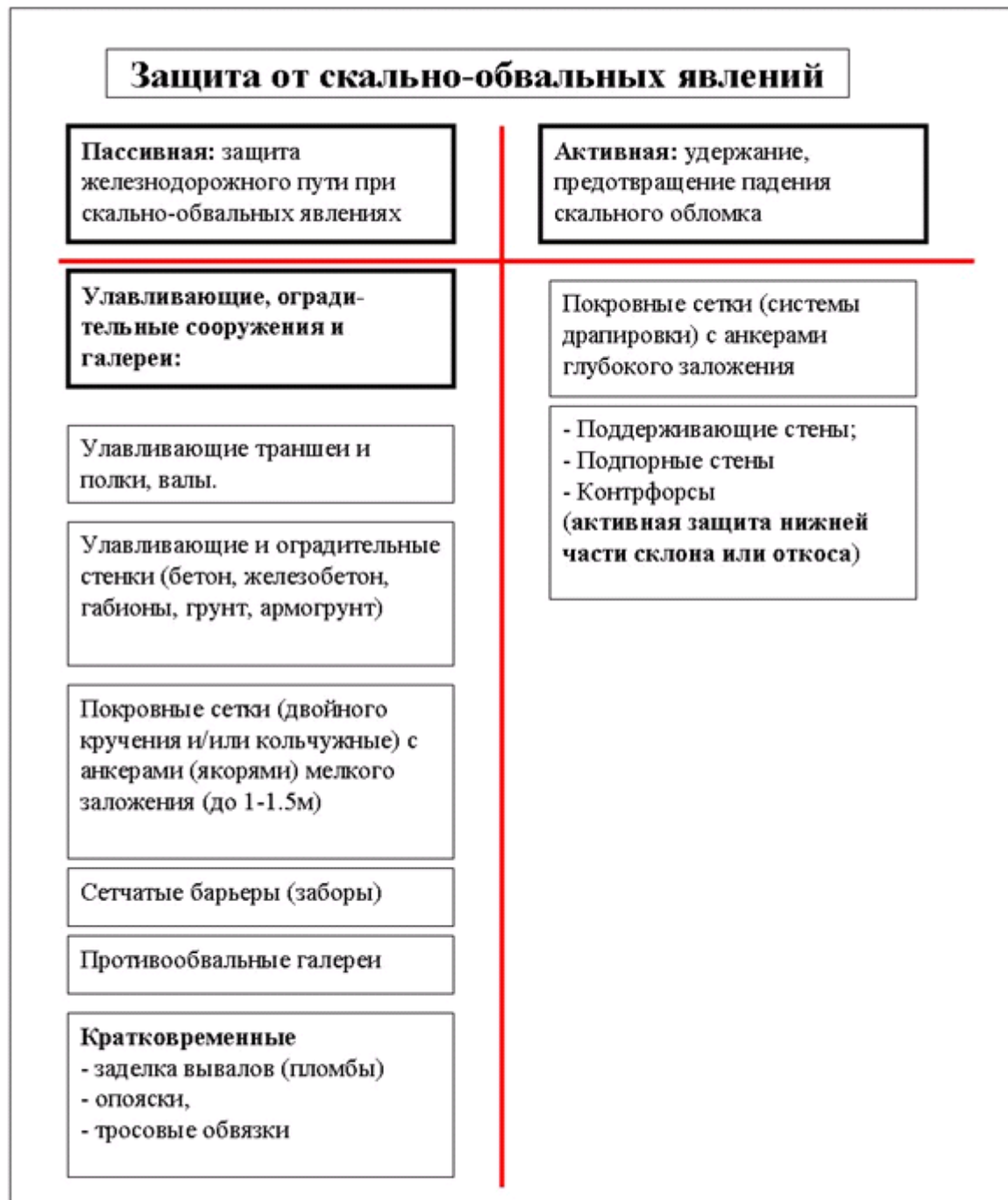


Рисунок 1.3 Общая классификация защит от скально-обвальных явлений

2 Оценка скально-обвальных явлений и подготовка исходных данных для проектирования

2.1 Оценка состояния скально-обвального участка и его опасности для железнодорожного пути производится на основе проведения инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий.

В ходе изысканий должны быть:

- получены характеристики инженерно-геологического строения откоса (склона);
- классифицированы неблагоприятные геологические процессы, происходящие на участке;
- определена степень опасности участка;
- оценена общая и местная устойчивость откоса (склона);
- получены параметры как ослабления откоса (склона) трещинами и их природой, так и параметры возможных обвалов, вывалов, осыпей и других проявлений скально-обвальных явлений.

Основные термины и понятия для скально-обвальных явлений приведены в приложении А.

2.2 В соответствии с Инструкцией ЦП 544 [4] на участке должны быть выделены следующие деформации земляного полотна: оползание рыхлых отложений по контакту со скальными породами, осыпи, вывалы и обвалы.

2.3 Скальные грунты, слагающие откосную часть (склон) в соответствии с ГОСТ 25100-95 [7] должны быть классифицированы по минералогическому составу, их прочности, плотности, выветрелости, размягчаемости и растворимости, что определяет дальнейшую оценку опасности, происходящих на участке скально-обвальных явлений.

2.4 В результате изысканий должны быть определены деформации откосов и склонов по механизму смещения и по объемам проявления скально-обвальных явлений, а также выявлены причины их образования и дан прогноз изменения состояния. Материалы инженерно-геологических исследований должны содержать:

- характеристику геологического строения, тектонической нарушенности, блочности скального массива и имеющихся в нем поверхностей и зон ослабления, неотектоники, сейсмичности;
- инженерно-геологических свойств грунтов скального массива;
- гидрогеологических условий: наличие водоносных слоев, их количество, источники и области питания, условия дренирования, взаимосвязи между отдельными водоносными слоями, фильтрационные свойства водоносных грунтов, влияние подземных вод на устойчивость откоса или склона;
- описание экзогенных геологических процессов, способствующих возникновению и развитию обвалов, с указанием деформаций скальных массивов, их типов, масштабности и причин возникновения, границ отдельных участков в плане, а также данные об объемах вовлеченных в смещение скальных массивов, отдельных обломков грунта и интенсивности осыпания.

Подробный перечень состава изысканий может быть принят в соответствии с Руководством [2], а основные методы количественного изучения нарушений сплошности в скальных массивах приведены в приложении Б.

2.5 Оценку состояния скально-обвальных откосов (склонов) можно выполнять в соответствии с нормами СНиП 22-02-2003 [5] в зависимости от морфометрических и инженерно-геологических характеристик по балловой характеристике (таблицы 2.1 – 2.3).

Таблица 2.1 Балловая оценка опасности откоса (склона)

Характеристика	Степень опасности состояния скального откоса (склона)		
	особо опасный	опасный	неопасный
Сумма баллов, оценивающих степень нарушения устойчивости скального откоса (склона) по таблицам 2.2 и 2.3	45-37	36-8	7-0

2.6 По результатам изысканий производится оценка общей и местной устойчивости откоса (склона) на основе, которой производится выбор противообвальных мероприятий и определение их параметров.

Таблица 2.2 Оценка состояния по морфометрическим характеристикам

Характеристика	Оценка состояния скального откоса (склона), баллы			
	0	2	4	6
Высота, м	3	3-6	6-12	> 12
Крутизна, град.	< 30	30-45	45-60	> 60
Форма поверхности	ровная	неровная	с выступами	с нависающими выступами
Расстояние от подошвы откоса до пути, м	> 4	4-3	3-2	< 2

Таблица 2.3 Оценка состояния по инженерно-геологическим характеристикам

Характеристика	Оценка состояния скального откоса (склона), баллы			
	0	1	2	3
Среднее число трещин на 1 м	1	2-10	11-20	> 21
Ширина раскрытия трещин, см	0	0,5	0,5-1	>1
Глубина трещин, м	< 0,1	0,1-1,0	1,0-10	> 10
Направление угла падения трещин по отношению к пути, град.	< 20	20-30	30-40	> 40
Прочность скальных грунтов на одноосное сжатие R_c , МПа	150-200	100-150	50-100	40
Степень выветрелости скального массива	невыветрелые	слабо выветрелые	выветрелые	сильно выветрелые
Сейсмичность, баллы	6	7	8	9

2.7 Оценка устойчивости скальных откосов (склонов) имеет специфику, обусловленную особенностями строения горного массива, его анизотропии. Расчет устойчивости откосов (склонов) выполняется в соответствии с нормами [1,5] исходя из условия

$$\gamma_{fc} T \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} R \quad (2.1)$$

где γ_{fc} – коэффициент сочетания нагрузок, учитывающий уменьшение вероятности одновременного появления расчетных нагрузок;
 T – расчетное значение обобщенной активной сдвигающей силы;
 γ_c – коэффициент условий работы;

γ_n – коэффициент надёжности по назначению сооружения (коэффициент ответственности сооружений);

R – расчётное значение обобщенной силы предельного сопротивления сдвигу, определенное с учетом коэффициента надёжности по грунту γ_g .

Величины коэффициентов надёжности принимаются в соответствии с требованиями приложения Г норм СП 32-104-98 [1].

2.8 Расчет общей устойчивости скального откоса (склона) начинается с определения положения возможных поверхностей обрушения, определяемых ориентацией ослаблений (трещины и слоистость). При этом в качестве расчетных схем принимаются схемы в соответствии СП 32-104-98 [1], которые приведены в приложении В.

Методика оценки общей устойчивости для расчетных схем может быть принята по Руководству [2]. Кроме того, для расчета общей устойчивости могут также быть использованы другие известные методы и разработанные программные продукты.

2.9 Если по результатам расчетов общей устойчивости откос (склон) оказался недостаточно устойчивым, то принимается решение проектировать противообвальные сооружения для обеспечения необходимой его устойчивости в виде комбинированных защит, соответствующих элементам активной и пассивной защиты.

2.10 Оценка местной устойчивости выполняется для определения интенсивности осыпания продуктов выветривания с откосов, вывалов отдельных обломков или возможности поверхностных сплывов рыхлых отложений.

В ходе расчетов должны быть определены размеры неустойчивых частей, по которым рассчитываются, например, параметры улавливающих защитных сооружений.

3 Конструктивные решения и проектирование мероприятий по защите

3.1 Удерживающие и улавливающие сетчатые конструкции

3.1.1 Сетчатые конструкции (покровные сетки и сетчатые барьеры) применяются в виде удерживающих и улавливающих сооружений для защиты пути от обвалов, вывалов отдельных скальных обломков, осыпей и оползания рыхлых отложений продуктов выветривания пород.

3.1.2 Сетчатые конструкции не применяются для обеспечения общей устойчивости склонов и откосов. В этом случае они могут быть использованы только в комплексе с другими защитными устройствами.

3.1.3 Конструкции выполняются из оцинкованных стальных сеток двойного кручения с шестиугольными ячейками при небольших нагрузках либо из кольчужных сетчатых покрытий из полотен оцинкованной стальной сетки с кольцевыми ячейками при значительных нагрузках.

3.1.4 Удерживающе-улавливающая сетчатая конструкция выполняется в виде защитного сетчатого покрытия на откос земляного полотна или склон, расположенный выше пути, позволяя удерживать неустойчивые элементы скального грунта (активная защита) и предохраняя путь от прямого попадания обломков скального грунта, которые сползают под сеткой, теряя энергию (пассивная защита).

3.1.5 Улавливающая сетчатая конструкция выполняется в виде оградительных вертикальных заборов, располагаемых на склонах либо у подошвы откосов (склонов).

3.1.6 Сетчатые конструкции для защиты земляного полотна на скально-обвальных участках проектируется на основе материалов инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий. При проектировании защиты должен обеспечиваться необходимый уровень надежности и заданный срок службы. Проектирование должно включать необходимое обоснование конструкции и технико-экономическую оценку её применения.

3.1.7 Конструкция защитного покрытия представляет собой сетку, покрывающую поверхность откоса или склона, которая с помощью тросов

навешивается на несущие верхние анкера и прикрепляется монтажными анкерами к откосу (рисунок 3.1).

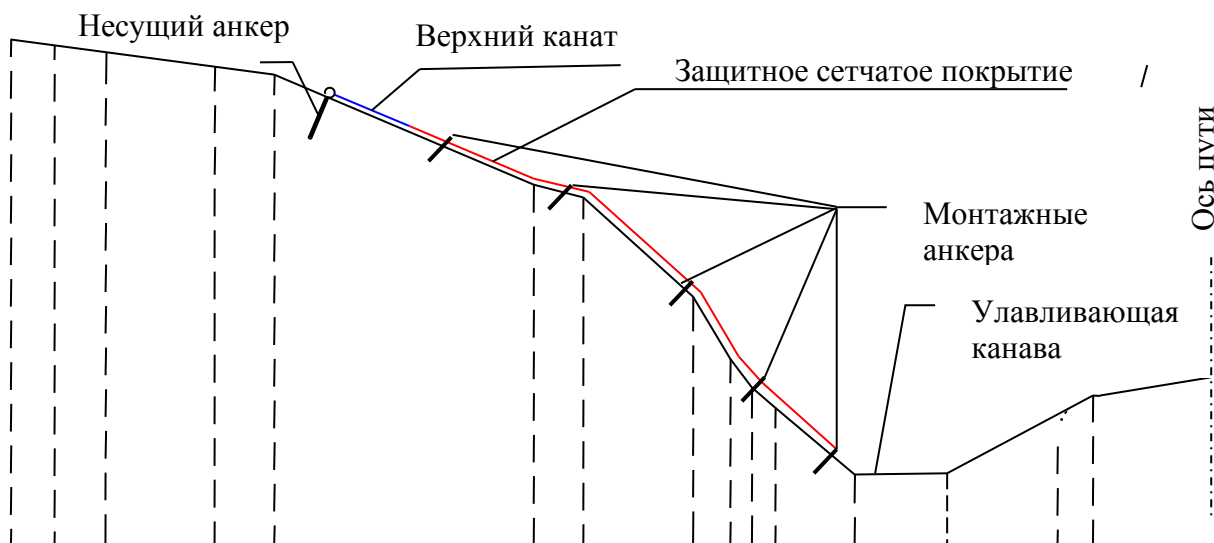
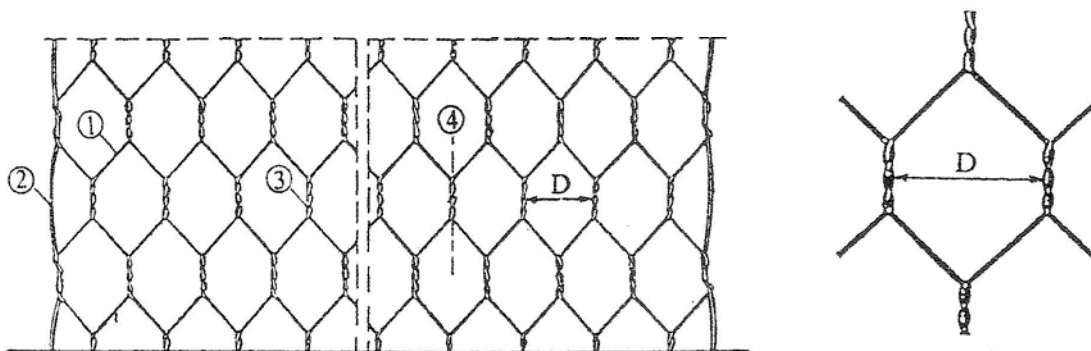


Рисунок 3.1 Конструкция защитного сетчатого покрытия

3.1.8 При небольших объёмах обломков (продуктов выветривания пород) до $0,1 \text{ м}^3$ сетчатые покрытия выполняются из оцинкованных стальных сеток двойного кручения с шестиугольными ячейками (рисунок 3.2) с размером ячеек $80 \times 100 \text{ мм}$, диаметром проволоки 3 мм и весом $1,78 \text{ кг/м}^2$ (изготавливается по ТУ 14-178-351-98 [8]).



1 – стальная проволока; 2 – проволока кромки; 3 – двойное кручение; 4 – ось кручения;
D – размер ячейки

Рисунок 3.2 Сетка двойного кручения

Покрывтия выполняются из полотен оцинкованной сетки двойного кручения стандартной ширины 4 м и длиной сетки в рулоне от 25 м до 100 м .

Плотность цинкового покрытия проволоки составляет 275 г/м^2 . Предел прочности сетки 53 кН/м .

3.1.9 При больших объёмах вывалов (продуктов выветривания пород), превышающих $0,1 \text{ м}^3$, сетчатые покрытия выполняются из кольчужных полотен оцинкованной стальной сетки с кольцевыми ячейками (изготавливается по ТУ 1275-001-75212412-04). На рисунке 3.3 показано полотно прямоугольное размером в плане $10 \times 1,8 \text{ м}$. Аналогичные полотна для удобства выпускают также треугольной формы.

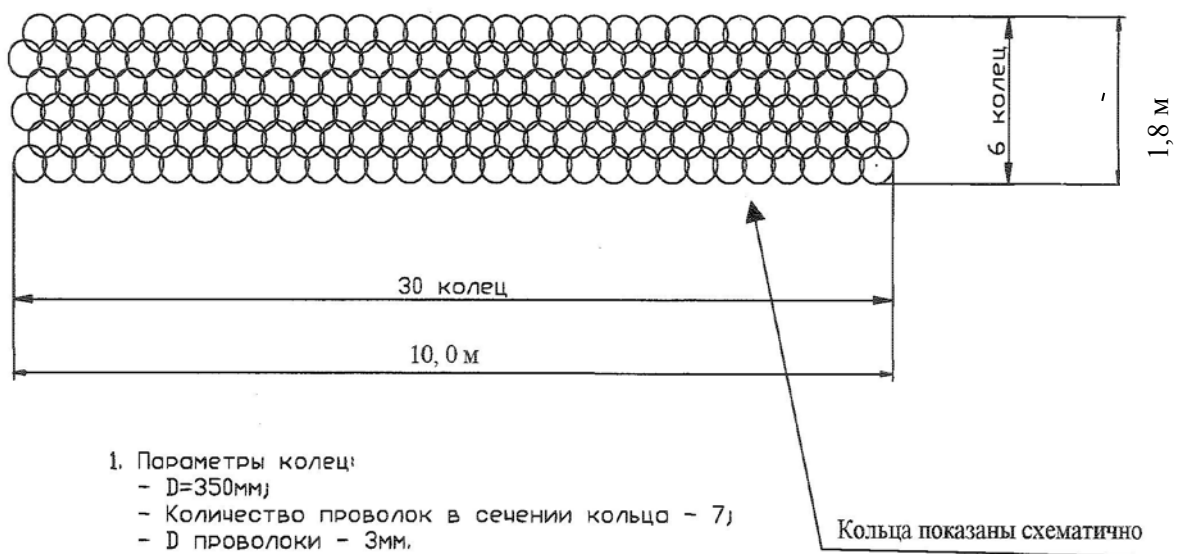


Рисунок 3.3 Полотно прямоугольное кольчужной сети

3.1.10 Кольчужная сеть изготавливается сплошным канатным плетением из отдельных, независимых друг от друга колец, двух типоразмеров с внутренним диаметром колец 350 мм и 420 мм . Каждое внутреннее кольцо соединено по периметру с шестью соседними кольцами. Сеть изготавливается из стальной оцинкованной углеродистой проволоки по ГОСТ 7372-79 или ГОСТ 9850-72, временное сопротивление разрыву $1180 \div 1750 \text{ н/мм}^2$, поверхностная плотность цинка от 150 г/м^2 до 275 г/м^2 в зависимости от условий эксплуатации. Кольца семивитковые: плетутся из проволоки диаметром $3,0$; $4,0$ и $5,1 \text{ мм}$. По условиям прочности количество витков может быть увеличено до 18.

Вес 1 м² сети при разных диаметрах проволоки составляет

Ø 3,0 мм - 4,4 кг

Ø 4,0 мм - 8,25 кг

Ø 5,1 мм - 12,24 кг

Предел прочности сети, изготовленной из проволоки:

Ø 3,0 мм не менее 300 кН/м

Ø 4,0 мм не менее 600 кН/м

Ø 5,1 мм не менее 1000 кН/м

3.1.11 При наличии крупных скальных обломков и материала осыпей могут применяться комбинированные покрытия из двух сеток: кольчужной и двойного кручения.

3.1.12 Рекомендуются следующие конструкции сетчатых покрытий [3]:

- вверху и внизу сетки пропускаются контурные стальные канаты, сетка с помощью анкерных стальных канатов навешивается на несущие анкера, при этом в нижней части сетка висит свободно, не доходя до поверхности земли на 0,5-2,0 м;

- сетка через анкерный стальной канат навешивается на анкера, спускается по откосу (склону), нижний конец сетки у подножья пропускается через контурный канат и закрепляется анкерами;

- сетка через анкерный стальной канат навешивается на анкера, спускается по откосу (склону), в нижней части сетки подвешиваются бетонные грузы.

Во всех вариантах по откосу (склону) сетка к поверхности крепится монтажными анкерами.

3.1.13 Для образования единого покрытия полотна сетки между собой соединяются одним из следующих способов [3]: сплошным плетением (рисунок 3.4.а), скобками (рисунок 3.4.б) или скрутками (рисунок 3.4.в).

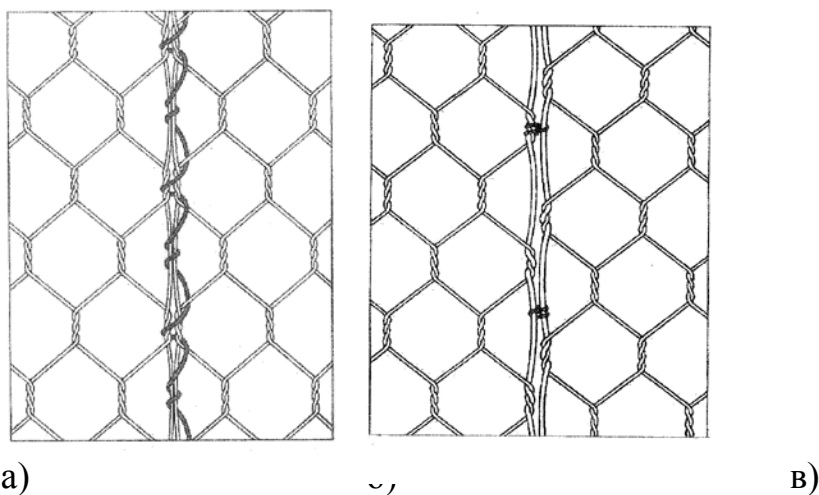


Рисунок 3.4 Соединение полотен сетки

3.1.14 Несущие анкера выполняются из арматуры периодического профиля диаметром 10-40 мм. Расстояние между анкерами принимают равным 1,5 – 2,0 м. Несущие анкера располагают на расстоянии не менее 2 м за верхней бровкой откоса. Конструкцию анкера принимают с учетом физико-механических характеристик грунта и геоморфологических условий местности. В скальных грунтах анкера вставляются в скважины, которые выполняются шпуровым способом с закреплением их цементным раствором или приклеиванием с помощью специальных клеев.

3.1.15 К несущим анкерам сеть крепится с помощью оцинкованных канатов диаметром 16 мм. Для более плотной обтяжки склона сетью, с шагом 4м вдоль склона, на монтажных анкерах монтируются прижимные вертикальные канаты диаметром 8мм. Примеры несущих анкеров и узлов их соединения с защитными сетчатыми покрытиями приведены на рисунках 3.5 и 3.6.

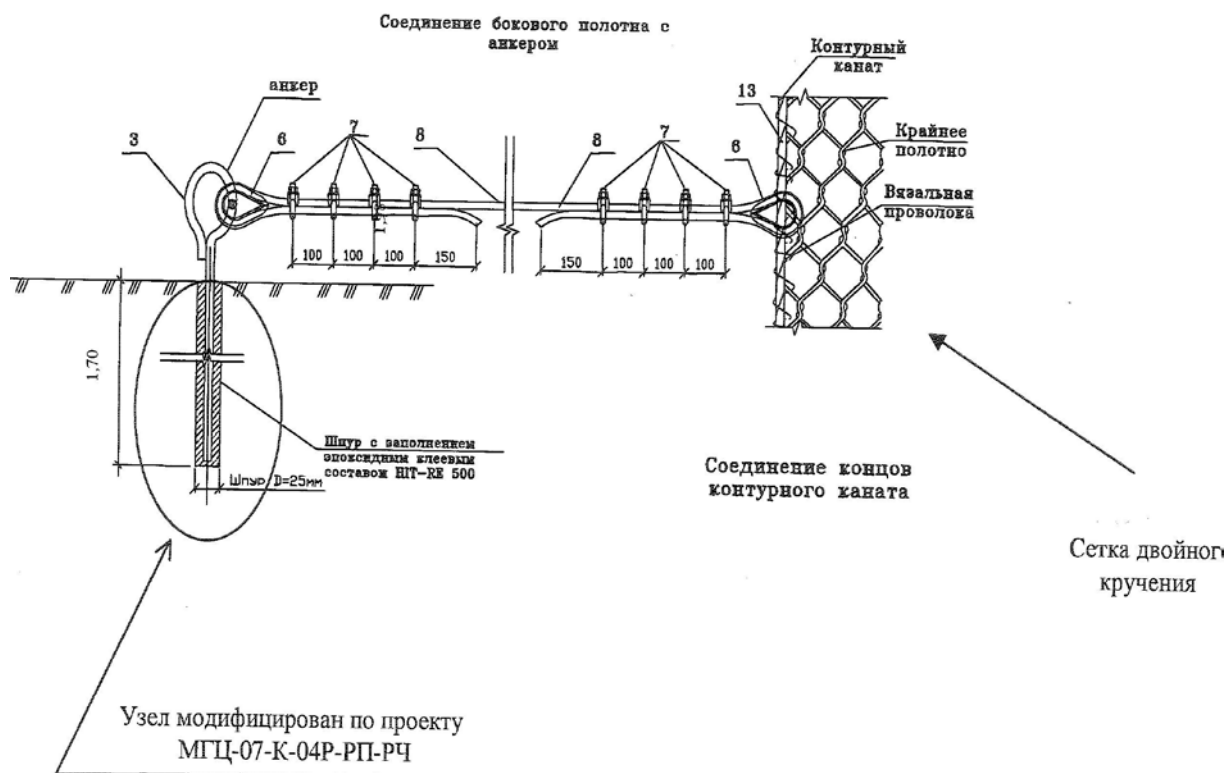


Рисунок 3.5 Пример крепления защитной сети к несущим анкерам при прочных скальных грунтах с поверхности в месте анкера

3.1.16 При использовании в защитном покрытии кольчужной сети, вес которой существенно больше вместо обычных анкеров для обеспечения необходимой несущей способности могут быть использованы специальные якорные устройства с развитой площадью. Пример якорного устройства приведен на рисунке 3.7.

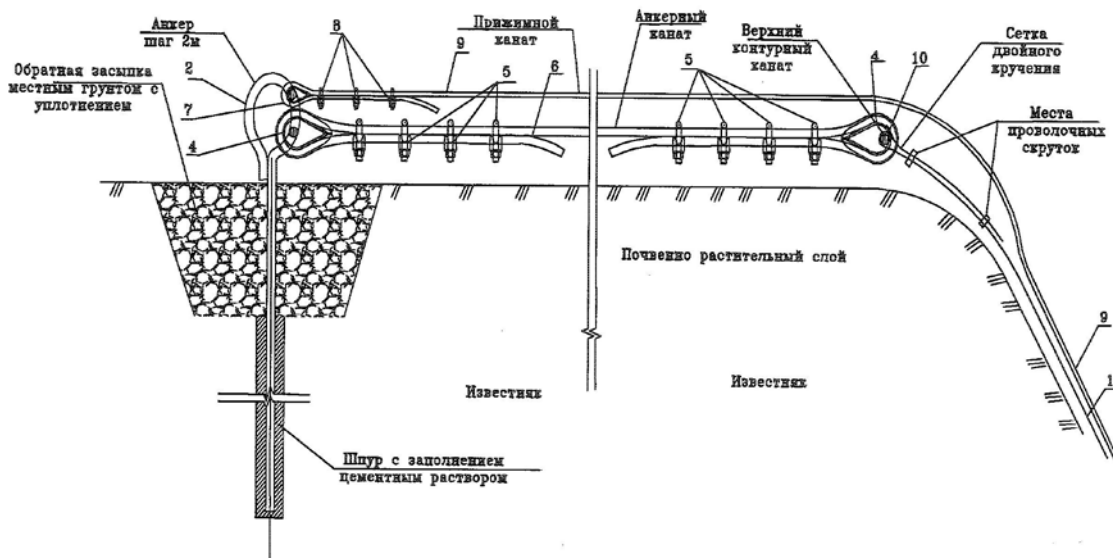


Рисунок 3.6 Пример крепления защитной сети к несущим анкерам при рых-
лых грунтах с поверхности в месте анкера

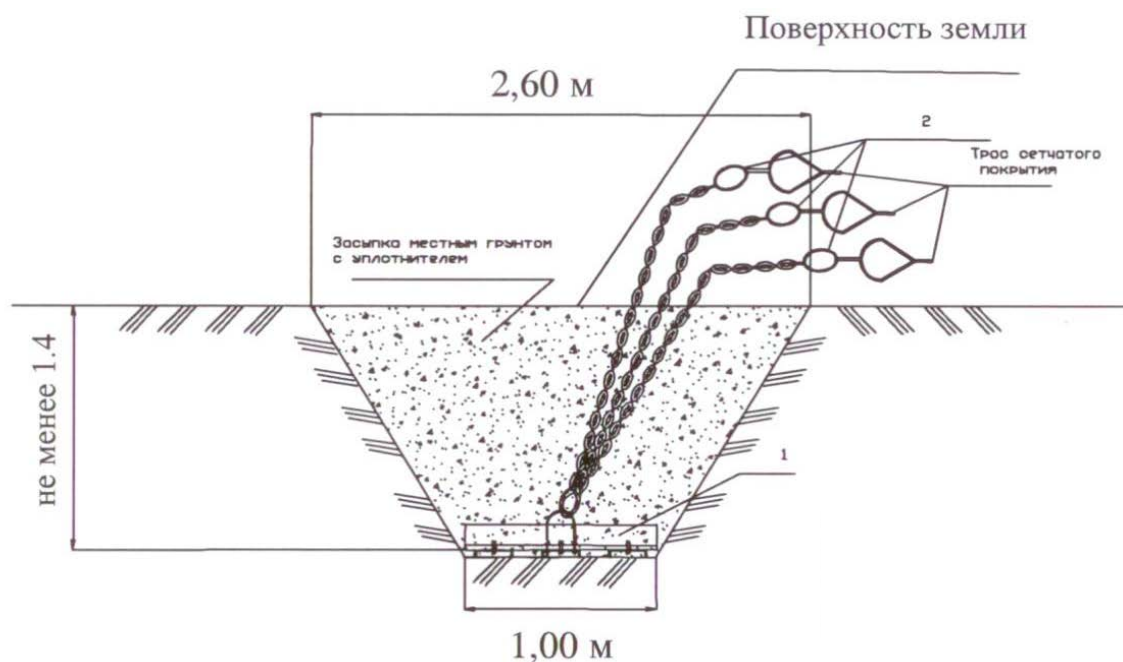


Рисунок 3.7 Пример якорного устройства для крепежа кольчужной сети

3.1.17 Совместно с защитными сетчатыми покрытиями у подножья отко-
са (склона) устраиваются улавливающие траншеи (канавы), назначение кото-
рых дополнительно загасить энергию падающих обломков и откуда должны
периодически убираться продукты выветривания.

3.1.18 Устройство улавливающей траншеи (канавы) производится до навешивания защитных сеток. Дно траншеи для лучшего гашения энергии покрывается щебнем или песком. Минимальная ширина траншеи (канавы) для возможности механизированной уборки продуктов выветривания должна быть 3 м.

3.1.19 Глубина траншеи определяется расчетом исходя из условия выкапывания и подсакивания обломков.

3.1.20 Сетчатые оградительные вертикальные заборы состоят из стальных сеток, закрепленных на стойках из железобетона или металла.

3.1.21 Сетчатые барьеры (заборы) применяют двух типов:

- а) жесткой конструкции с натянутой сеткой;
- б) свободно висящей (слабо натянутой) сеткой.

Первый тип сетчатого барьера применяется вблизи от защищаемого пути у подошвы откоса, второй тип – на откосе (склоне) и при перекрытии логов.

3.1.22 Длина панели барьера (шаг между опорами) принимается от 3 м до 5 м. Конкретная величина определяется из условия прочности по расчету.

Высота забора определяется условием не перелета через него скальных обломков.

3.1.23 В качестве панелей заградительных барьеров используются те же сетки, что и в защитных покрытиях: оцинкованная стальная сетка двойного кручения с шестиугольными ячейками и кольчужная оцинкованная стальная сетка с кольцевыми ячейками. Выбор сетки определяется условием прочности. Для усиления сетки по панели могут быть пропущены диагональные растяжки из стальных канатов.

3.1.24 Крепёж сеток к стойкам забора выполняется через контурные стальные канаты.

3.1.25 Стойки барьера выполняют из железобетонных или металлических столбов, расположенных как на фундаменте, так и без фундамента.

Конструкция стоек и фундаментов определяется конкретными условиями участка.

Примеры конструкций сетчатых барьеров представлены на рисунках 3.8-3.12.



Рисунок 3.8 Пример сетчатого барьера с растяжками панелей канатами

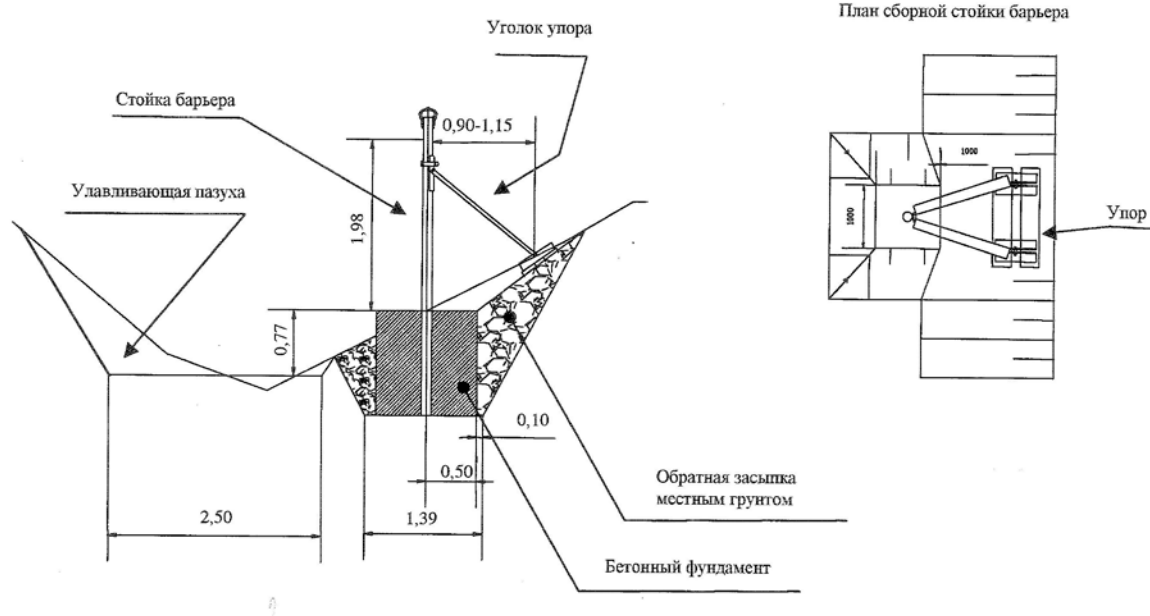


Рисунок 3.9 Пример сетчатого защитного барьера на фундаменте вариант 1 НПО Геомостпроект

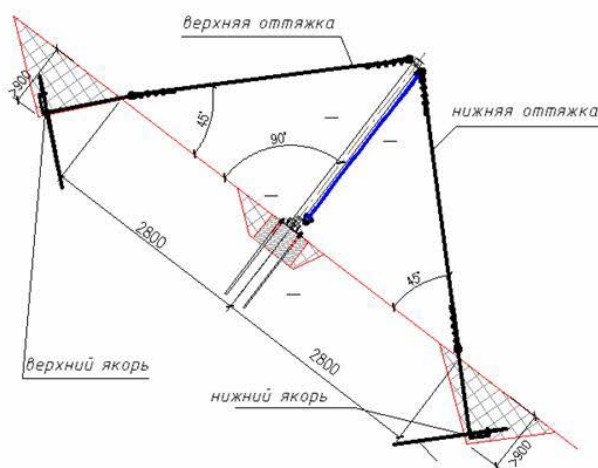


Рисунок 3.10 Пример сетчатого защитного барьера на откосе
Вариант 2 НПО Геомостпроект (спроектирован как защита от снежных лавин)

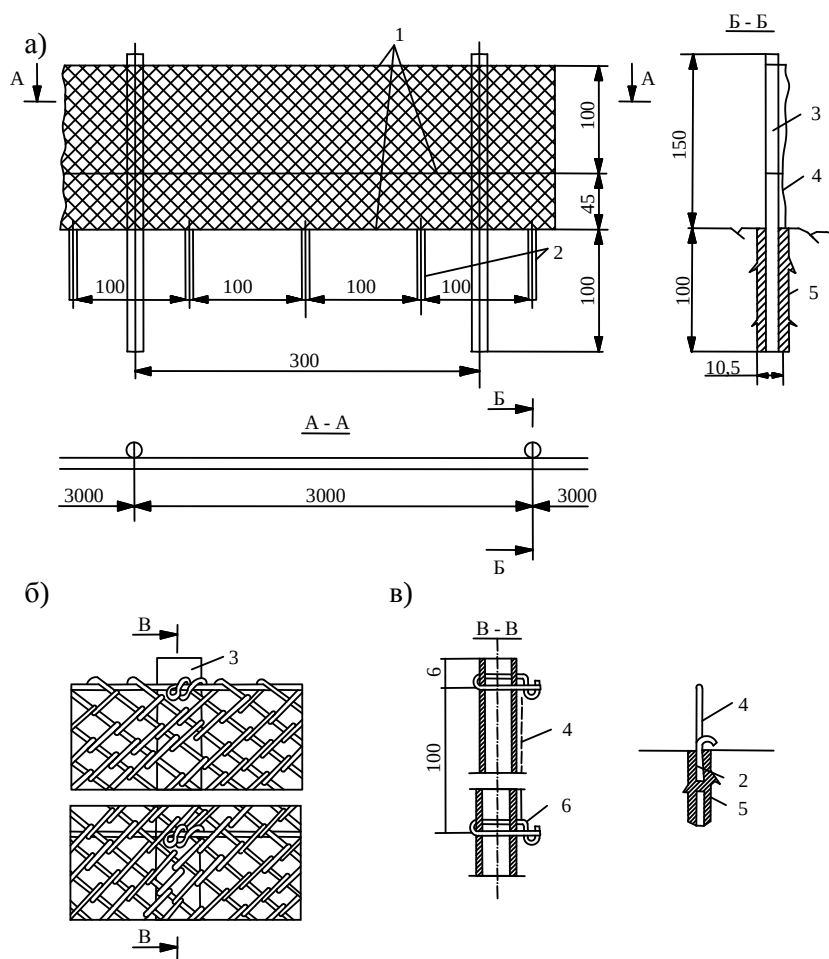


Рисунок 3.12 Фрагмент сетчатого ограждения (конструкция ЦНИИС):
а — общий вид; б—деталь крепления сетки к стойке; в—крепление сетки анкерами к скале;
1—стержни или тросы диаметром 10 мм, протянутые через ячейки сетки; 2—крепление сетки анкерами диаметром 18 мм к скале; 3—труба диаметром 76 мм; 4—сетка с ячейками 50x50 мм; 5—цементный раствор 1:2; 6—проволока диаметром 1 мм.

3.1.26 Сетчатые ограждения в виде вертикальных заборов служат для защиты объектов от завалов осыпями или от падения с небольших высот отдельных обломков скального грунта. Опорами вертикально расположенных сеток служат железобетонные или металлические столбы. Сетки должны находиться в слаботяннутом состоянии, что увеличивает их способность поглощать энергию падающих скальных обломков.

3.1.27 Тросово-сетчатые ограждения преимущественно применяются на склонах для задержания скальных обломков. В отдельных случаях они целесообразны для перекрытия обвально-опасных логов. Конструкция представляет собой закрепленные клиновыми анкерами якорные тросы, к которым специальными соединениями подвешивается сетка из тросов (рисунок 3.13).

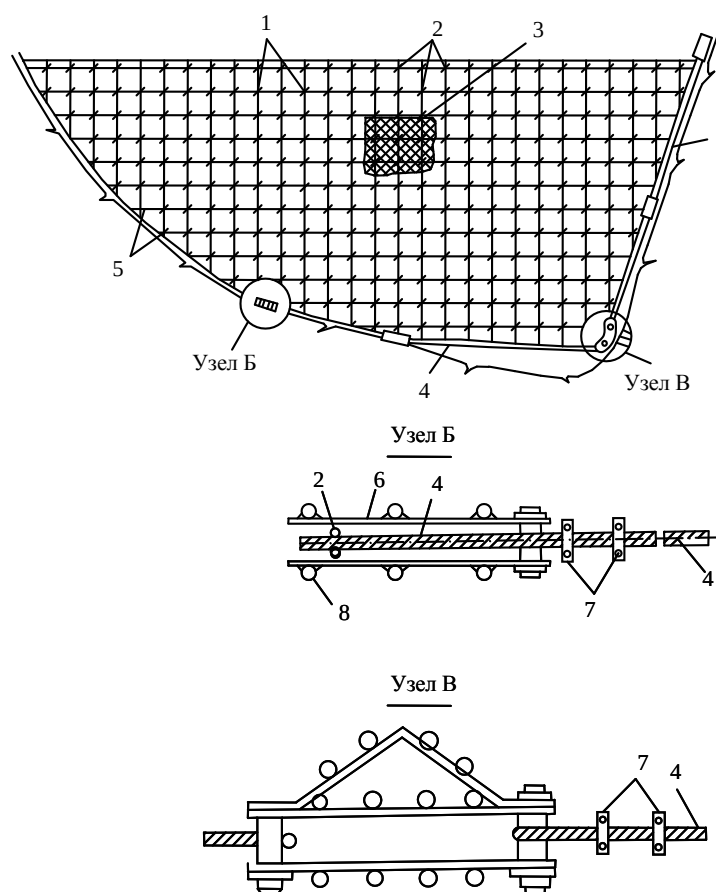


Рисунок 3.13 Тросово-сетчатая ловушка:

1 – сжимы на пересечениях тросов; 2 – трос диаметром 22 мм с шагом 2 м; 3-сетка рабица в два слоя; 4 - трос диаметром 35,5 мм якорный; 5 – винтовые стяжки; 6-пластина 20х200мм; 7 – сжимы; в—анкеры клинощелевые диаметром 36 мм.

3.1.28 Защитные навесные сетки устраиваются на участках откосов или склонов, где возможны местные обрушения и отдельные вывалы обломков скального грунта. Конструкция представляет собой закрепленную анкерами сетку, покрывающую поверхность откоса (склона) для предотвращения попадания обломков на защищаемый объект (рисунок 3.14).

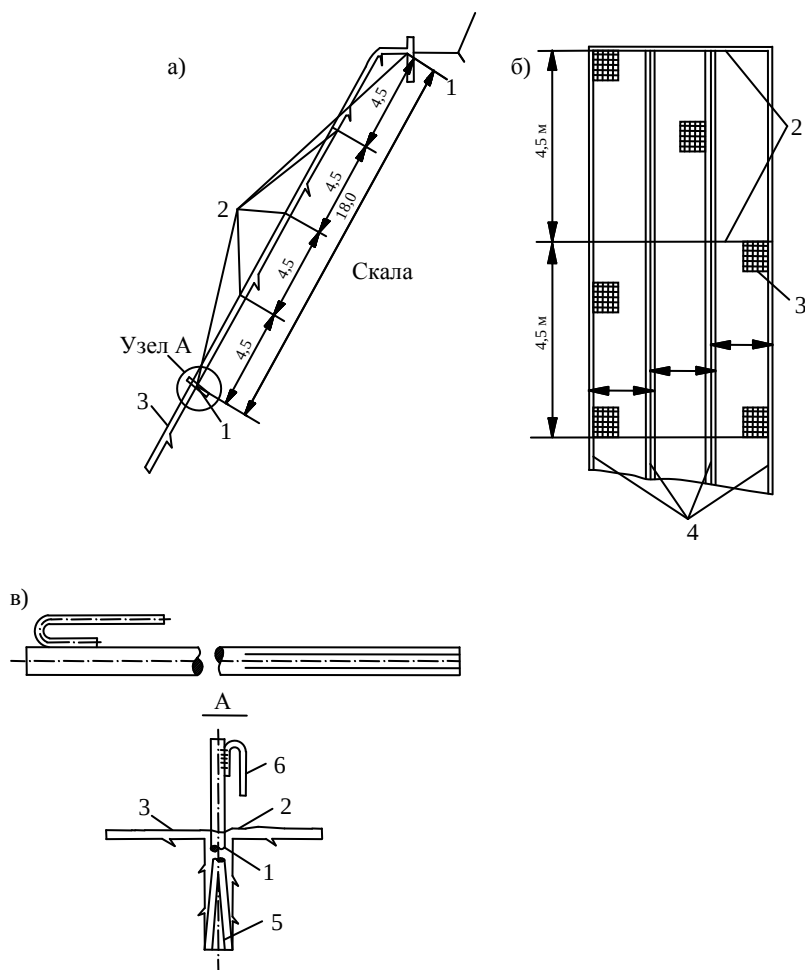


Рис. 3.14. Защитные навесные сетки:

a—закрепление защитного сетчатого мата на откосе; *б*—защитный мат; *в*—клинощелевой анкер;
 1—анкер диаметром 25 мм длиной 2,0 м с шагом 1,5 м; 2—арматурная сталь диаметром 12 мм; 3—металлическая сетка с ячейкой 50х50 мм; 4—арматура диаметром 6 мм; 5—расклиновка анкера; 6—арматура диаметром 10 мм.

3.1.29 Защитные сетчатые покрытия устраивают на участках откосов выемок или склонах, расположенных выше пути, где возможны местные обрушения, отдельные вывалы обломков скального грунта, осыпи или оползания рыхлых отложений продуктов выветривания пород.

3.1.30 Сетчатые покрытия особенно эффективны в стесненных условиях при крутых откосах или склонах с углом наклона более 35°.

3.1.31 Оградительные вертикальные заборы из сетчатой конструкции располагаются на склонах либо у подошвы откосов (склонов). Заборы эффективно размещать на пологих участках склонов, где устройство защитных покрытий не целесообразно либо в непосредственной близости к защищаемому пути. Кроме того, их целесообразно, располагать для перекрытия обвально-опасных логов.

3.1.32 Оградительные вертикальные заборы из сетчатой конструкции предназначены для улавливания мелких обломков или задержания осыпавшегося скального грунта при выветривании откосов. Улавливающая сетчатая конструкция выполняется в виде оградительных вертикальных заборов, располагаемых на склонах либо у подошвы откосов (склонов).

3.1.33 При расположении сетчатых заборов по склону в несколько ярусов следует предусматривать перекрытие концов сооружений на 5-10 м.

3.1.34 При проектировании улавливающих сетчатых конструкций следует предусматривать возможность очистки их в последующей эксплуатации от скопления продуктов выветривания, осыпей и скальных обломков.

3.1.35 Проектирование сетчатых конструкций выполняют в следующей последовательности:

- установление расчетной величины (размеров и веса) падающих скальных обломков;
- определение траектории и расчетной скорости падающих скальных обломков;
- определение мест и конструкции сетчатых конструкций (покрытий и заборов);
- расчет конструкции на статическую нагрузку (вес конструкции и обломков) и на динамическую нагрузку от удара скальных обломков и выбор параметров конструкций.

3.1.36 Расчетные величины (размеры и вес) падающих скальных обломков в расчетных поперечных сечениях участка должны быть определены по результатам инженерных изысканий и представлены в отчете.

3.1.37 Расчетная скорость и траектория движения падающих скальных обломков определяется по методикам проф. Н.М. Ройнишвили, и по методике решения квадратного уравнения относительно времени падения (приложение Г).

3.1.38 По траектории движения обломков, исходя из условия исключения возможности перелёта и выскакивания скальных обломков, падающих со склона, определяются места установки заборов и их высота.

3.1.39 Выбор типа сетки и её параметров в сетчатом покрытии и заборах, а также подбор конструкции крепежа и стоек для заборов выполняют из условия прочности, которое проверяется статическим расчетом на воздействие веса конструкции и скальных обломков, а также по силовому воздействию движущегося скального обломка. Из двух воздействий выбирается наихудшее.

3.1.40 Величины силовых воздействий определяются из расчета 1 м длины сетчатой конструкции вдоль пути.

3.1.41 В сейсмически активных районах в расчетах также учитывается сейсмическое воздействие.

3.1.42 При расчете на статическую нагрузку от веса скального грунта коэффициент надежности по грунту принимается равным $\gamma_g=1,3$.

3.1.43 Силовое воздействие на сетчатую конструкцию от удара движущегося скального обломка определяют по методике Методических рекомендаций [3].

3.1.44 Количество и конструкцию анкеров защитного покрытия определяют по его несущей способности, исходя из воспринимаемого ими усилия от веса покрытия и веса обломков скальных грунтов (приложение Д).

3.1.45 Работы по устройству сетчатых конструкций подразделяются на: подготовительные, основные и заключительные.

3.1.46 В подготовительные работы входят:

подготовка строительной площадки;

устройство временных подъездных автодорог;

устройство ограждения участка работ;

подготовка откоса (склона) с расчисткой от растительности, удалением неустойчивых обломков скального грунта;

инженерно-геодезическая подготовка территории с разбивкой и закреплением характерных точек конструкций;

завоз строительных материалов и конструкций.

3.1.47 Основные работы по устройству покрытий из сетки двойного кручения включают:

бурение скважин под несущие анкера;

монтаж несущих анкеров и контроль их несущей способности;

подготовку рулонов сетки и доставку их наверх откоса (склона);

соединение рулонов сетки с контурными канатами и навеска их на несущие анкера;

раскатку рулонов сверху вниз по откосу (склону);

соединение полотен сетки между собой;

присоединение к несущим анкерам прижимных канатов, установку монтажных анкеров и протягивание через них прижимных канатов;

навеску нижнего контурного каната и закрепление нижнего конца сетки у подошвы (для варианта с закреплением) или навеску бетонных грузов (для варианта с бетонными грузами).

3.1.48 Основные работы по устройству покрытий из кольчужной сетки включают:

устройство якорей с разработкой котлована, доставкой якорей наверх, монтажом их, обратной засыпкой с уплотнением и контрольной проверкой несущей способности якоря;

подготовку полотна кольчужной сетки, монтируемого с краю покрытия, подъём его по склону с помощью лебедок до полной раскатки, присо-

единение с помощью стального каната следующего полотна, повторение этих операций пока все полотно в сборе не будет поднято в проектное положение до верха откоса (склона);

соединение собранного крайнего полотна с якорями и отсоединение лебедок;

повторение операций с соседним полотном;

объединение двух полотен с помощью стальных канатов; повторение операций со всеми последующими полотнами;

присоединение к несущим анкерам прижимных канатов, установка монтажных анкеров и протягивание через них прижимных канатов.

3.1.49 При устройстве комбинированного покрытия из двух сеток (двойного кручения и кольчужной) первой монтируется сетка двойного кручения, а потом кольчужная сетка. При этом монтажные анкера и прижимные канаты устраиваются только один раз после монтажа кольчужной сетки.

3.1.50 Улавливающая траншея у подошвы откоса устраивается до проведения работ по навеске покрытия из защитных сеток.

3.1.51 При совместном применении защитного покрытия и сетчатых барьеров (заборов), последние монтируются после завершения работ по устройству сетчатого покрытия откоса (склона).

3.1.52 Основные работы по устройству сетчатых барьеров (заборов) включают: разработку котлованов под фундаменты (для фундаментных конструкций) или бурение скважин под стойки; устройство фундаментов (для фундаментных конструкций); монтаж стоек; навеску сеток на стойки с их закреплением и натяжением (для жестких конструкций); монтаж растяжек и дополнительных упоров (если они предусмотрены проектом).

3.1.53 В заключительных работах выполняются операции по ликвидации строительной площадки и рекультивации территории строительства.

3.2 Улавливающие и оградительные стенки, траншеи, полки, валы

3.2.1 Улавливающие сооружения и устройства следует применять для защиты железнодорожного пути от воздействия осыпей, вывалов, падения отдельных обломков, а также небольших обвалов. В таблице 3.1 приведены основные проектные решения и рекомендации по их проектированию.

Таблица 3.1 Схемы улавливающих сооружений и устройств (аббревиатуры ПТ1, УТПБ, УКТеррамеш)

№ п/п	Аббревиатура	Наименование защиты	Рекомендации к проектированию	
1	ПТ1	Путевые траншеи подошвы откоса (склона) и на склоне	Улавливающие сооружения в виде траншей и валов, а также стены можно располагать непосредственно у подошвы откоса (склона) и на склоне. Улавливающие траншеи у подошвы откосов или обвалоопасных склонов следует проектировать для защиты объектов от падения обломков скального грунта при высоте откосов (склонов) до 60 м и крутизне их более 35°.	
2	УТПБ	Улавливающая полка с бордюром	Улавливающие траншеи полки с барьерами у подошвы откосов или обвалоопасных склонов следует проектировать для защиты объектов от падения обломков скального грунта при высоте откосов (склонов) до 60 м и крутизне их более 35°.	
3	УКТеррамеш	Улавливающая конструкция у подошвы склона в виде системы Террамеш	Улавливающую конструкцию типа системы Террамеш следует располагать непосредственно у подошвы откоса (склона) или при соответствующем обосновании на склоне. Конструкции должны располагаться у подошвы затяжных склонов (при высоте их более 60 м), являющихся самостоятельными источниками скально-обвальной опасности, когда расстояние между подошвой склона и защищаемым объектом достаточно для их размещения.	

3.2.2 Улавливающие стены из габионов следует располагать у подошвы затяжных склонов (при высоте их более 60 м), являющихся самостоятельными источниками скально-обвальной опасности, когда расстояние между подошвой склона и защищаемым объектом достаточно для их размещения.

3.2.3 Улавливающие стены из сборного или монолитного железобетона следует размещать у подошвы скально-обвальных склонов крутизной 25-35°. Допускается устройство этих стен также на относительно пологих участках склонов при расположении их на высоте не выше 30-50 м над защищаемым объектом.

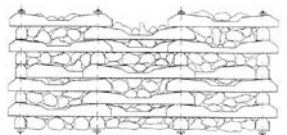
3.2.4 В отдельных случаях допускается устраивать улавливающие сооружения в несколько ярусов, располагая их горизонтальными рядами или наклонно (для изменения направления движения скальных обломков).

Таблица 3.2 Схемы улавливающих сооружений и устройств (аббревиатуры ГГС1, ЖБС1)

№ п/п	Аббревиатура	Наименование защиты	Рекомендации к проектированию	
1	ГГС1	Улавливающие стены из габионов - гравитационные габионные стены	Улавливающие стены из габионов следует располагать у подошвы затяжных склонов (при высоте их более 60 м), являющихся самостоятельными источниками скально-обвальной опасности, когда расстояние между подошвой склона и защищаемым объектом достаточно для их размещения либо устраивать траншею перед стенкой с отступкой песчаного вала со стороны габионной стенки обращенной к откосу	
2	ЖБС1	Улавливающие стены из сборного или монолитного железобетона - гравитационные габионные стены	Улавливающие стены из габионов следует располагать у подошвы затяжных склонов (при высоте их более 60 м), являющихся самостоятельными источниками скально-обвальной опасности, когда расстояние между подошвой склона и защищаемым объектом достаточно для их размещения либо устраивать траншею перед стенкой с отступкой песчаного вала со стороны габионной стенки обращенной к откосу	

3.2.5 В качестве кратковременных улавливающих сооружений при аварийных деформациях возможно применение ловушек из различных местных материалов или их сочетаний (бревен, брусьев, старогодных шпал и рельсов, камня и др.), например, как показано в таблице 3.3 – схема конструкции из старогодных шпал и рельсов.

Таблица 3.3 Схемы улавливающих сооружений устраиваемых как кратковременные

№ п/п	Аббревиатура	Наименование защиты	Рекомендации к проектированию	
1	КРВРШП	Кратковременные улавливающие сооружения	В качестве кратковременных улавливающих сооружений при аварийных деформациях возможно применение ловушек из различных местных материалов или их сочетаний (бревен, брусьев, старогодных шпал и рельсов, камня и др.)	Вид сверху  Вид сбоку 

3.2.6 Оградительные улавливающие стены размещаются у подошвы крутых (свыше 40-45°) и относительно невысоких (до 25-30 м) откосов (склонов) для улавливания мелких обломков или задержания осыпающегося скального грунта при выветривании откосов.

3.2.7 Проектирование противообвальных улавливающих стен должно включать определение габаритных размеров сооружений, а также расчет их на прочность и устойчивость.

3.2.8 Расчет на прочность и устойчивость оградительных стен должен производиться только на статическое воздействие продуктов выветривания в случае полного завала ими застенного пространства (улавливающей пазухи). Уклон откоса осыпного материала принимается равным углу естественного откоса продуктов выветривания, уменьшенному на 5°.

3.2.9 Оградительные стены можно проектировать массивными (из бутовой, бетонной или бутобетонной кладки), сборно-монолитными или сборными.

3.2.10 Массивные стены (см. рис. 3.15, б) применяются в трудно доступных местах и при наличии местного камня, когда использование механизмов для транспортировки сборных конструкций к месту работ и их монтажа невозможно.

3.2.11 Массивные стены из бетонных блоков (см. рис. 3.15, а, и 3.16, а) целесообразно возводить у подошвы откоса или склона при высоте стен 6-8 м. При меньшей высоте применяют сборные железобетонные стены уголкового профиля (см. рисунок 3.17, з и 3.18, б).

Сборно-монолитные (двухъярусные) стены (рис. 3.20, а, б; рис. 3.21, в, з) целесообразно возводить у подошвы откоса или склона при высоте стен 8-12 м.

3.2.12 Противообвальные улавливающие и оградительные стены из бетонных блоков должны монолитизироваться по высоте с использованием двойной арматуры диаметром не менее 20 мм.

3.2.13 При устройстве двухъярусных стен (см. рис. 3.15 и 3.16, в, г) контрфорсы рекомендуется принимать шириной 1 м с расположением их через 6 м. Поверхность откосов между контрфорсами целесообразно покрывать по предварительно устанавливаемой сетке различными вяжущими путем их пневмонабрызга.

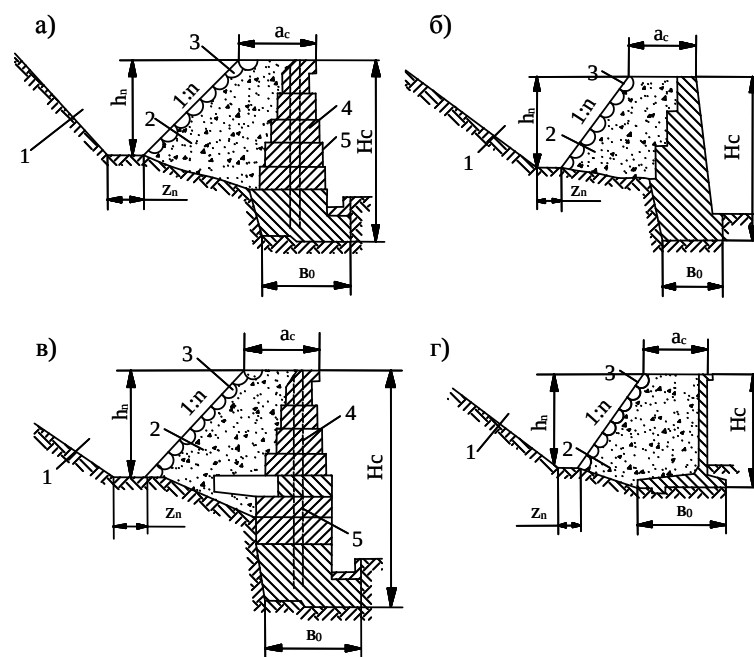


Рисунок 3.15 Конструкции противообвальных улавливающих стен (массивные и сборные): *а*—массивная стена из бетонных блоков; *б*—массивная стена из бутобетона; *в*—массивная стена из бетонных блоков с разгружающей площадкой; *г*—стена из сборного железобетона углового профиля; 1—улавливающая пазуха; 2—амортизирующая отсыпка; 3—выкладка откоса крупным камнем; 4—бетонные блоки; 5—арматура

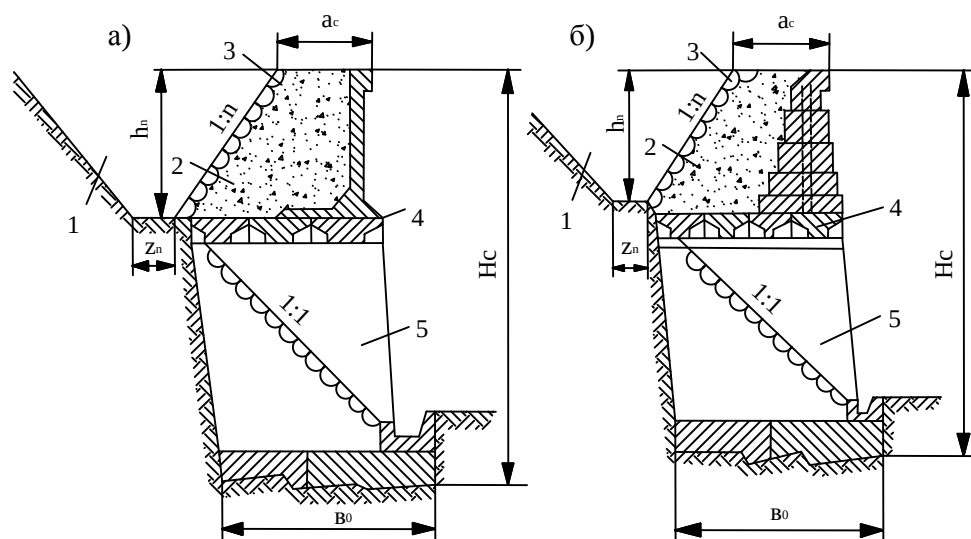


Рисунок 3.16 Конструкции противообвальных улавливающих стен (сборно-монолитные): *а* — двухъярусная стена с устройством верхнего яруса из сборного железобетона углового профиля; *б*—двухъярусная стена с устройством верхнего яруса из бетонных блоков; 1—улавливающая пазуха; 2—амортизирующая отсыпка; 3—выкладка откоса крупным камнем; 4—железобетонные блоки перекрытия; 5—контрфорсы из монолитного бетона

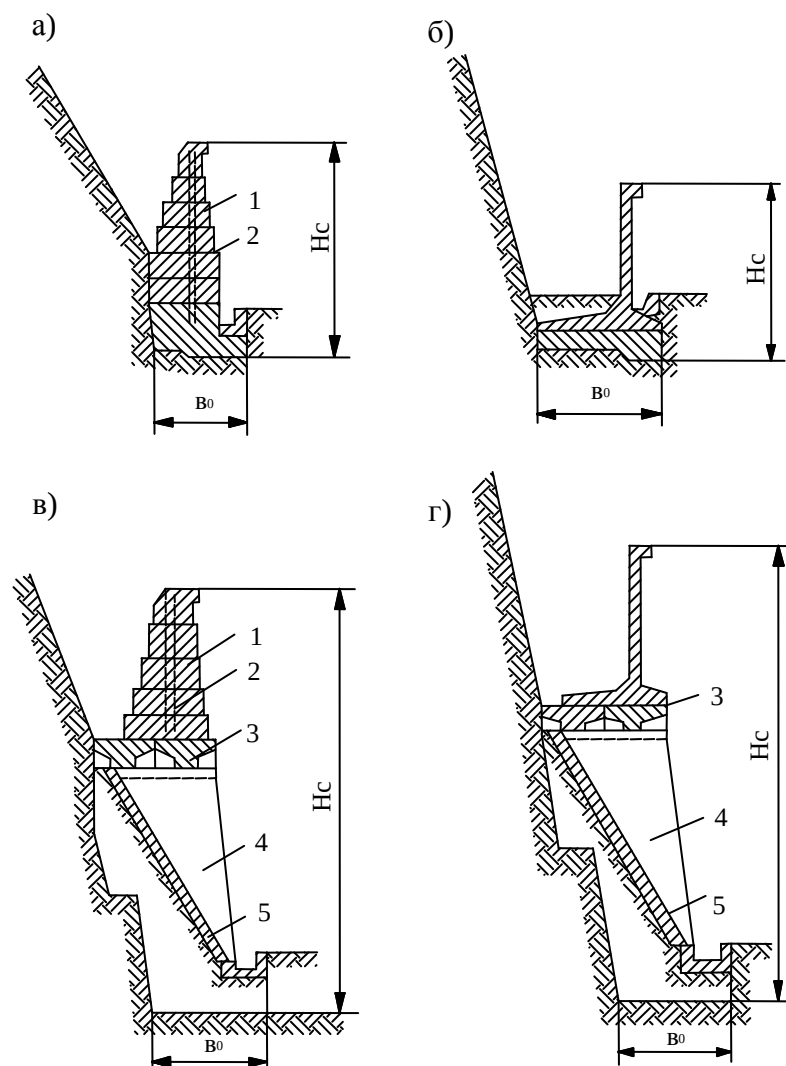


Рисунок 3.17 Конструкции противообвальных оградительных стен:
а — массивная стена из бетонных блоков; б — стена из сборного железобетона углового профиля; в — двухъярусная стена с верхним ярусом из бетонных блоков; г — двухъярусная стена с верхним ярусом из сборного железобетона углового профиля; 1 — бетонные блоки; 2 — арматура; 3 — железобетонные балки перекрытия; 4 — контрфорсы из монолитного бетона; 5 — покрытие из бетона

3.2.14 При проектировании противообвальных улавливающих валов, траншей и полок следует определять их габаритные размеры расчетом на перелет, выкатывание и подсакивание скальных обломков в зависимости от их расчетной скорости.

3.2.15 При крутизне склонов до 20° и толщине делювиального покрова более 1 м улавливающие валы на склоне рекомендуется возводить из местных грунтов - рисунки 3.18 и 3.19. При крутизне склонов $20-25^\circ$ низовому

откосу вала следует придавать крутизну 1:1 (рисунок 3.22), укрепляя его каменной выкладкой на цементном растворе.

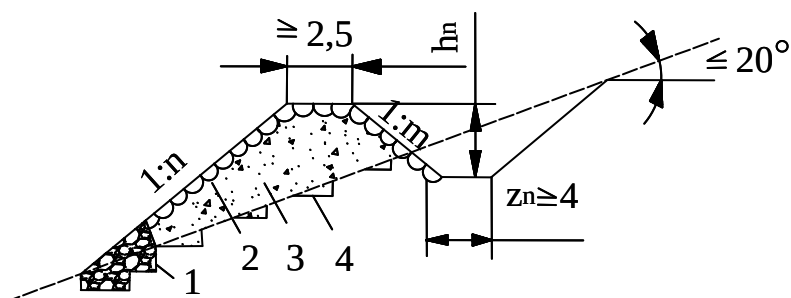
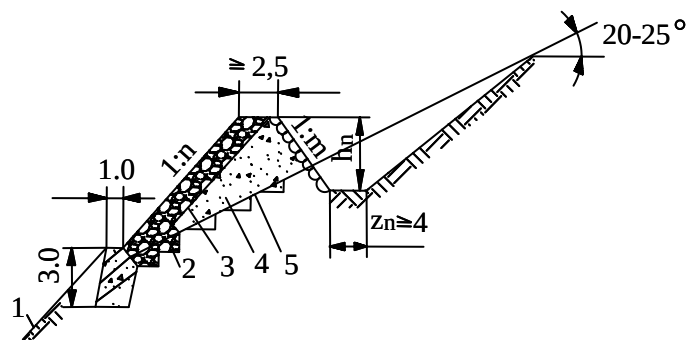


Рисунок 3.18 Схема устройства улавливающего вала на косогоре до 20°: 1—упор из каменной кладки; 2—укрепление откоса; 3—вал из местного грунта; 4—уступы в основании вала (штрабы)



Рисунки 3.19 Схема устройства улавливающего вала на косогоре 20—25°: 1—поверхность косогора; 2—контрбанкет из бутобетонной кладки; 3—каменная выкладка; 4—укрепление откоса; 5—вал из местного грунта

При этом у подошвы низового откоса вала в обоих случаях необходимо устраивать упор из бутовой или бутобетонной кладки (см. рисунки 3.18 и 3.19). Улавливающие валы у подошвы откосов и склонов сооружают из местного грунта без создания специального упора в основании наружного откоса.

3.2.16 Конструкции улавливающих траншей и полок в зависимости от местных условий могут проектироваться заглубленного типа или на уровне защищаемых объектов с устройством оградительных сооружений (см. рисунок 3.15).

3.2.17 Размеры и форму улавливающих пазух противообвальных сооружений следует назначать в зависимости от скорости и размеров падающих скальных обломков.

При скорости падения обломков до 20 м/с улавливающие пазухи следует устраивать в соответствии с рисунком 3.16. При этом крутизну откоса амортизирующей отсыпки допускается увеличивать до 1:0,75 с укреплением его камнем в один ряд.

При скорости падения обломков более 20 м/с в верхней части отсыпки следует размещать ограничительную стену. При этом крутизну откоса амортизирующей отсыпки рекомендуется назначать от 1:1,25 до 1:1,5 без укрепления.

На тех участках, где предполагается падение обломков малого объема, взамен ограничительной стены допускается использовать верхнюю незасыпанную часть задней грани основной стены.

3.2.18 Крутизна откосов улавливающих пазух с нагорной стороны назначается в зависимости от расположения точки M , удар обломков в которую создает наименее выгодную траекторию движения.

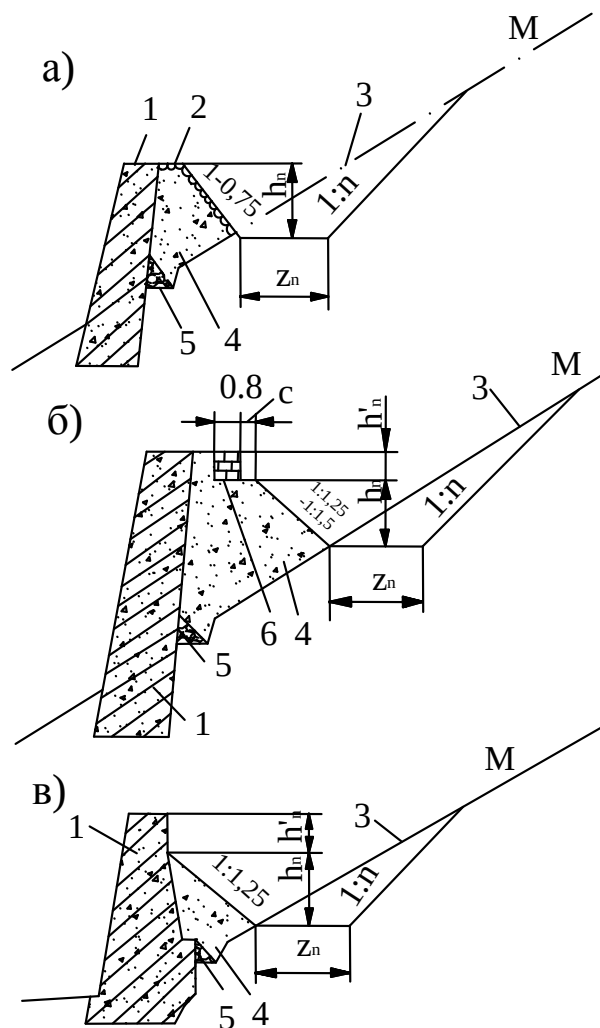


Рисунок 3.20 Схемы улавливающих устройств (пазух):

а—при расчетных скоростях движения камней до 20 м/с; *б, в*—то же выше 20 м/с;
 1—стена; 2—укрепление поверхности откоса; 3—поверхность косягора до возведения улавливающих устройств; 4—амортизирующая отсыпка; 5—застенный дренаж;
в—ограничительная стенка; h_n —высота отсыпки сыпки;
 h'_n —высота стенки ограничителя; z_n —ширина дна улавливающей траншеи

3.2.19 Амортизирующая отсыпка, как правило, должна устраиваться из местного грунта, в отдельных случаях допускается, использование привозного грунта.

3.2.20 При проектировании противообвальных улавливающих сооружений следует предусматривать возможность очистки улавливающих пазух от скопления продуктов выветривания, осыпей и обвалов в условиях эксплуатации.

3.2.21 С целью охраны окружающей среды при проектировании противообвальных улавливающих сооружений необходимо стремиться к уменьше-

нию объема работ по срезке нагорного откоса (склона). Эти работы могут быть доведены до минимума за счет следующих мероприятий:

максимального удаления сооружения от нагорного откоса (склона); применения конструкций из сборных тонкостенных конструкций; придания откосу амортизирующей отсыпки по возможности крутого откоса; повышения высоты сооружения; отделения защищаемого объекта от нагорного откоса (склона).

В тех случаях, когда срезка нагорного откоса (склона) неизбежна, следует проводить мероприятия по рекультивации откоса (склона), обеспечив его защиту от выветривания и разрушения (агролесомелиоративные мероприятия). При устройстве улавливающих траншей у подошвы откосов (склонов) с целью уменьшения объема работ по их срезке рекомендуется откосам (склонам) придавать максимально допустимый по условиям общей устойчивости крутой откос.

3.2.22 Для возможности механизированной уборки осыпей и обвалов в проектах, необходимо предусматривать следующие основные требования к технологии производства работ: не допускать резких переломов сооружений в плане; ширину по дну улавливающих пазух принимать не менее 4 м, в особо стесненных условиях на действующих объектах не менее 2 м; в сооружениях оставлять через каждые 100 м разрывы шириной не менее 4 м, при этом в местах разрывов сооружений предусматривать устройство дополнительных ограждающих сооружений, например, в виде съемных решеток из старогонных рельсов.

3.2.23 В тех случаях, когда противообвальные улавливающие сооружения проектируются на нагорном склоне, крутизна которых не превышает 35—40°, рекомендуется устраивать на склоне грунтовые дороги от улавливающих пазух до места отвала грунта.

При крутизне нагорного склона более 40° для возможности подачи к сооружениям механизмов (бульдозера или экскаватора) и производства работ по

расчистке от улавливающих пазух необходимо устраивать съезды с подрезкой нагорного склона у подходов к сооружению.

3.2.24 В том случае, когда вблизи от проектируемого сооружения имеется лог; убираемый материал из улавливающих пазух рекомендуется перемещать под собственным весом в низовую сторону по устраиваемому камнеспуску-лотку. В отдельных случаях допускается использовать в качестве камнеспусков существующие подмостовые русла в виде бетонных лотков. Уклон дна камнеспусков следует принимать не менее 35° .

3.2.25 При проектировании смежных по высоте противообвальных улавливающих сооружений необходимо предусматривать их размещение на склоне с перекрытием концов на длину 5—10 м. Дну улавливающих пазух рекомендуется придавать уклон не менее 3-тысячных по направлению к концам сооружения.

Допускается в противообвальных улавливающих сооружениях в продольном направлении дна пазухи устраивать уступы, не превышающие 0,7 м, через 10-12 м.

3.2.26 В проектах по устройству улавливающих сооружений должны предусматриваться следующие основные требования к технологии производства и безопасности работ: при строительстве монолитных стен на нагорном склоне доставку материалов к месту работ следует производить с помощью тележечного подъемника (бремсберга); в случае ломаного очертания склона бремсберг устанавливается до явно выраженного перелома местности, где создается разборная площадка; от разборной площадки к месту производства работ материал рекомендуется доставлять вправо и влево по сооружаемой канатной дороге; срезка нагорного откоса (склона) для создания улавливающей пазухи должна выполняться по окончании строительства стен; устройство амортизирующей отсыпки следует производить послойно с применением бульдозера и экскаватора; на труднодоступных крутых косогорах для транспортировки грунта в амортизирующие отсыпки можно использовать ленточные транспортеры.

3.3 Улавливающие галереи

3.3.1 Защитные противообвальные галереи следует размещать на обвальных участках в случаях, когда устройство более простых противообвальных устройств и сооружений, практически неосуществимо или экономически нецелесообразно. При этом очаги обвала должны находиться на достаточном расстоянии от галерей, исключающем возможность прямого падения на их кровлю скальных обломков (рисунок 3.21).

3.3.2 Для уменьшения динамического воздействия скальных обломков на противообвальные улавливающие стены и галереи необходимо устраивать амортизирующие отсыпки.

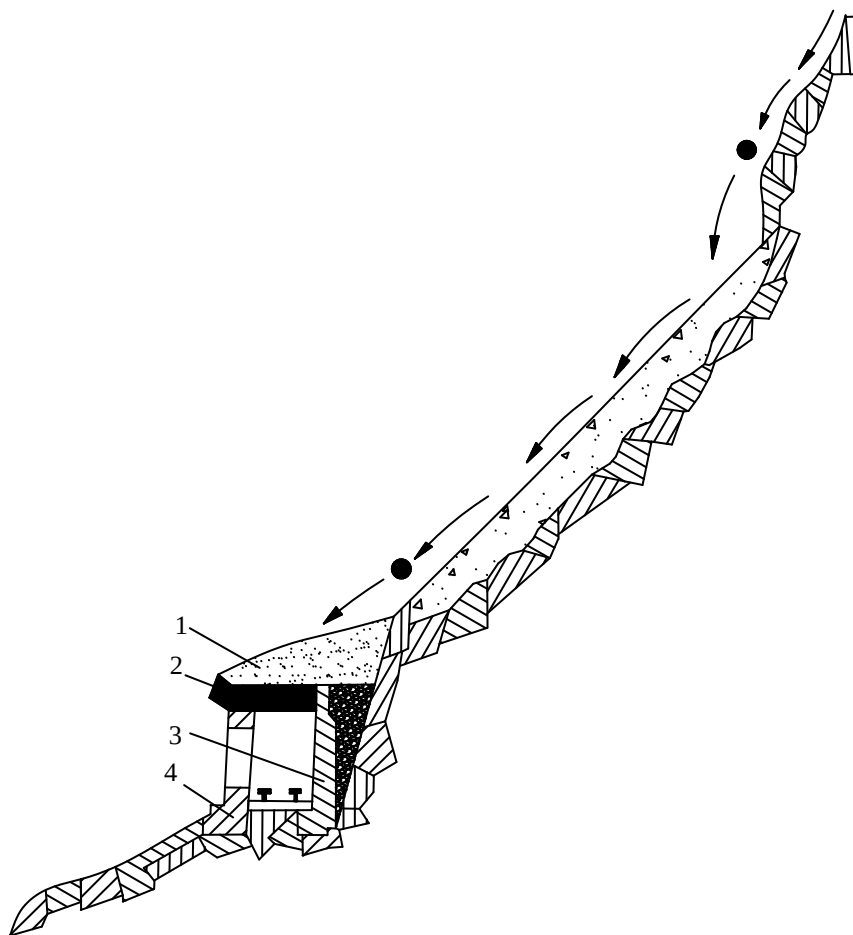


Рис. 3.21 Схема противообвальной галереи:
1—амортизирующая отсыпка; 2—перекрытие; 3—нагорная стена;
4—низовая опора

3.3.3 Проектирование противообвальных галерей должно выполняться в следующей последовательности: определяется расчетная скорость падающих скальных обломков в зоне располагаемого сооружения; устанавливается расчетная крупность падающих обломков; производится расчет на прочность и устойчивость с учетом динамического воздействия скальных обвалов.

3.3.7 Выбор конструкций галерей следует производить, исходя из топографических и геологических условий с учетом нагрузок и особенностей производства работ. По конструктивным признакам галереи делятся на: балочные, рамные, арочные и консольные (рисунок 3.22).

При выборе конструкций галерей необходимо руководствоваться следующими положениями: балочные галереи позволяют полностью освободить низовые опоры от восприятия горизонтальных составляющих реакций перекрытия; они наиболее просты по своему устройству и монтажу; рамные галереи позволяют сократить объем работ по устройству перекрытия и опор; однако в них горизонтальная составляющая реакций перекрытия передается и на низовые опоры; усложняются стыковые соединения, выполняемые при монтаже; арочных галереях существенно снижается металлоемкость конструкций, однако их применение ограничено типографскими и геологическими условиями; низовые опоры арочных галерей воспринимают значительные горизонтальные силы от перекрытия, в связи с чем конструкция их усложняется; консольные галереи требуют заанкеривания перекрытия галереи в устойчивый скальный грунт нагорного склона; их рекомендуется использовать для защиты от мелких обломков скального грунта и осыпного материала.

3.3.8 Профиль и план железнодорожного пути и автомобильных дорог в защитных галереях проектируется по нормам, установленным для тоннельных участков трассы. Размеры поперечного сечения галерей и их уширение в кривых должны удовлетворять требованиям главы СНиП «Проектирование железнодорожных и автодорожных тоннелей».

.

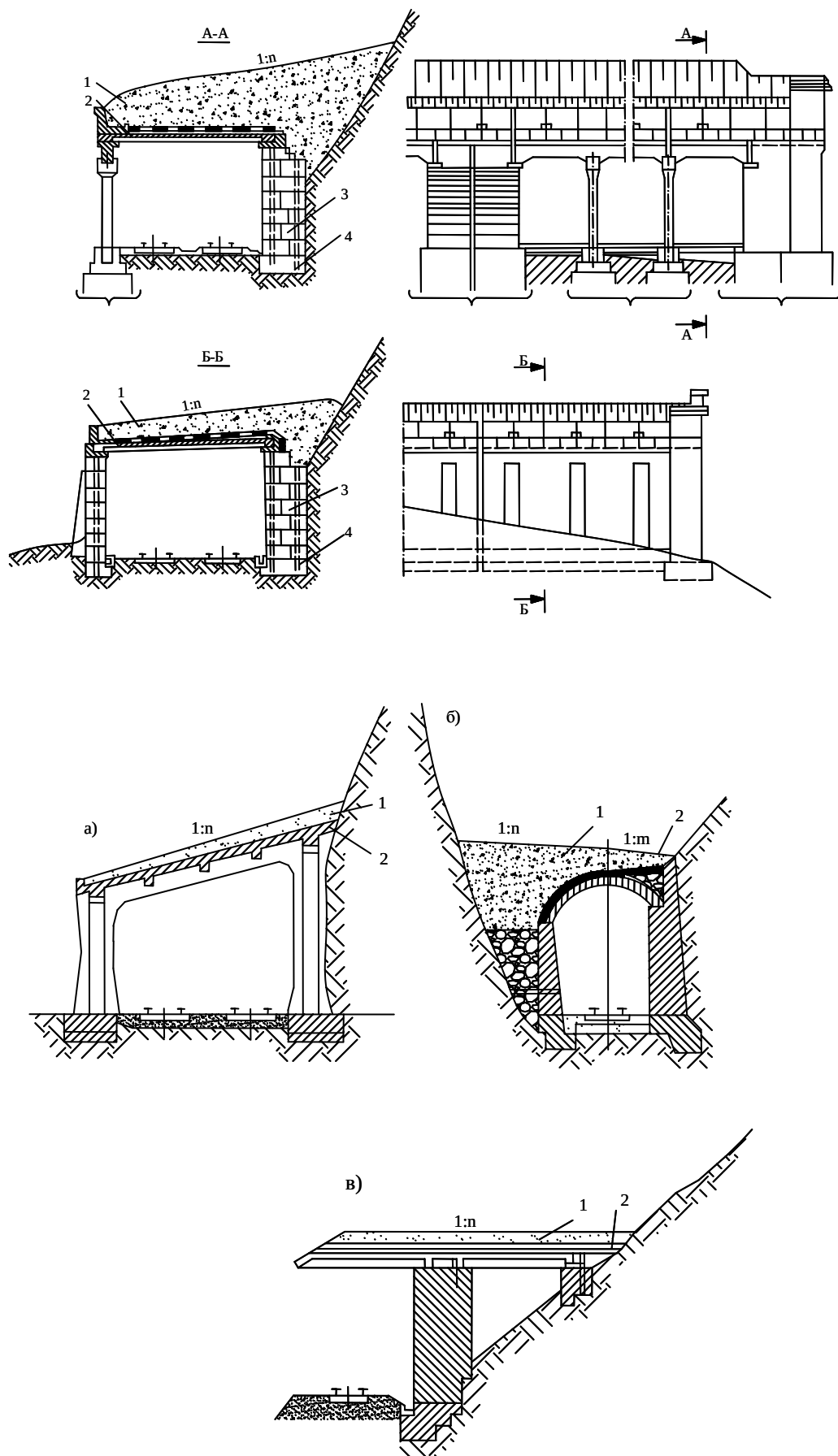


Рисунок 3.22 Противообвальные галереи рамного (а), арочного (б) и консольного (в) типов: 1—амортизирующая отсыпка; 2—слой изоляции

3.3.9 Защитные галереи при сплошных низовых опорах (в виде стен) должны иметь ниши сечением 2х2 м, глубиной 1м. Их надо располагать через 60 м в шахматном порядке. При открытых низовых опорах ниши должны устраиваться только с нагорной стороны

3.3.10 Для уменьшения длины противообвальных галерей при наличии соответствующих местных условий в предпортальных их частях необходимо устраивать противообвальные улавливающие стены.

3.3.11 Низовые и верховые опоры галерей следует выполнять из сборных железобетонных конструкций (или бетонных блоков) с надежным омоноличиванием.

3.3.12 Для уменьшения объема верховых опор могут применяться разгружающие консоли и контрфорсы, а при расположении их у скального косогора выполняют анкеровку опор.

3.3.13 Низовые и верховые сборные железобетонные опоры в пределах, каждой секции должны быть объединены поверху продольными ригелями, соединенными между собой штырями.

3.3.14 Фундаменты опор смежных секций галерей следует закладывать, как правило, на одном уровне. Допускается заложение фундаментов опор смежных секций галерей на разных отметках, при этом для нескальных грунтов переход от высоких к низким отметкам допускается уступами высотой не более 0.5 м.

3.3.15 Сборные железобетонные перекрытия галерей балочного типа необходимо конструировать из Т-образных балок. Балки сборных перекрытий в пределах каждой секции должны быть объединены между собой путем сварки закладных деталей или шпоночными соединениями.

3.3.16 Гидроизоляция перекрытия должна проектироваться согласно требованиям СНиП «Кровли, гидроизоляция, пароизоляция и теплоизоляция».

3.3.17 Для обеспечения водоотвода на кровле галереи требуется предусматривать устройство бетонных лотков, консольных водосбросов, водоотводных трубок, приемных колодцев и т. п. Поверхности гидроизолирующего слоя на кровле галерей необходимо придавать уклон в низовую сторону.

Для отвода грунтовых вод, поступающих к галерее с верховой стороны, должно быть предусмотрено устройство продольного застенного дренажа, связанного с водоприемными колодцами.

3.3.18 В проектах по устройству галерей должны предусматриваться следующие основные требования к технологии производства и безопасности работ: при строительстве галерей со сборными опорами с низовой стороны монтаж их следует начинать с установки опор (колонн) в железобетонные подколенники (стаканы), которые должны опираться на массивный фундамент; ригели при монтаже должны удерживаться в нужном положении подъемными устройствами и насаживаться сквозными отверстиями на металлические штыри, заделанные в колоннах, с последующей заливкой отверстий бетонным раствором; балки перекрытия должны монолитизироваться поверху галерей, а с нагорной стороны дополнительно заделываться специальными арматурными выпусками в кладку нагорной стены;

устройство амортизирующей отсыпки над галереями надлежит выполнять в процессе строительства или немедленно после его завершения из местного или привозного грунта автосамосвалами. Для подачи грунта автосамосвалами на кровлю галереи за нагорной стеной должны устраиваться въезды или эстакады шириной не менее 4 м. Для разворачивания машины на кровле галереи необходимо устройство ограждения

4 Техника безопасности и безопасность движения поездов в период выполнения работ

4.1 Ответственные за охрану труда и технику безопасности обязаны перед допуском работников к работе, а в дальнейшем периодически в установленные сроки и в установленном порядке проводить обучение и проверку знаний правил охраны и безопасности труда с учетом должностных инструкций по охране труда.

4.2 В организации должны быть созданы условия для изучения работниками правил и инструкции по охране труда, требования которых распространяются на данный вид производственной деятельности. Комплект документов по охране и безопасности труда, издаваемых Госстроем России, должен быть в каждом производственном подразделении организации и предоставляться работникам для самоподготовки.

4.3 В соответствии с законодательством на работах с опасными условиями труда, связанных с защитой откосов сетчатыми конструкциями, работодатель обязан бесплатно обеспечить выдачу сертифицированных средств индивидуальной защиты согласно действующим Типовым отраслевым нормам бесплатной выдачи работникам спецодежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты в порядке, предусмотренном Правилами обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, или выше этих норм в соответствии с заключенным коллективным договором или тарифным соглашением.

4.4 Все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски. Работники без защитных касок и других необходимых средств индивидуальной защиты к выполнению работ не допускаются.

4.5 При выполнении работ на высоте, под местом работ внизу, необходимо выделить опасные зоны. При совмещении работ по одной вертикали ниже-расположенные места должны быть оборудованы соответствующими защитными устройствами (настилами, сетками, козырьками), установленными на

расстоянии не более 6 м по вертикали от нижерасположенного рабочего места.

4.6 Механизированный способ погрузочно-разгрузочных работ является обязательным для грузов массой более 50 кг (таких как якоря), а также при подъеме грузов на высоту более 2 м.

4.7 В местах производства погрузочно-разгрузочных работ в зоне работы грузоподъемных машин запрещается нахождение лиц, не имеющих непосредственного отношения к этим работам.

Присутствие людей и передвижение транспортных средств в зонах возможного обрушения и падения грузов запрещается.

4.8 Для строповки груза на крюк грузоподъемной машины должны назначаться стропальщики. В качестве стропальщика могут допускаться другие монтажники, обученные профессии стропальщика в порядке, установленном Госгортехнадзором России.

4.9 Техника безопасности по очистке откосов выемок от неустойчивых обломков скального грунта включает:

- перед началом работ по очистке откосов выемок (склонов) от неустойчивых обломков скального грунта из зоны возможного падения их на путь должны быть выведены все люди, а на подходах к месту работ выставляют охрану.
- при наличии за бровкой откоса технологической полки (площадки) неустойчивые обломки скального грунта можно удалить механизированным способом - протягиванием по откосу цепей или специальных устройств, прикрепленных к тяговым механизмам, перемещаемым по полкам вдоль откоса.
- на должность скалолазов горно-обвальных бригад назначаются исключительно мужчины в возрасте не моложе 18 и не старше 55 лет, овладевшие альпинистской техникой восхождения к труднодоступным местам горных склонов, освоившие приемы страховки и самостраховки и сдавшие экзамен в знании правил и инструкций по кругу своих обязанностей и признанные медицинскими комиссиями годными для выполнения верхолазных работ.

- после окончания работ бригада обборщиков должна тщательно осмотреть откос и убедиться в отсутствии на нем неустойчивых обломков скального грунта.
- при устройстве анкеров на откосе с использованием химического способа закрепления рабочие должны обеспечиваться перчатками (водонепроницаемыми рукавицами) и очками для недопущения попадания клеевого состава на кожу и на глаза.
- перчатки (рукавицы) должны служить для предохранения ладоней и пальцев скалолазов от ожогов, вызываемых проскальзыванием страховочной веревки.
- очки применяются пылезащитные из небьющегося стекла.
- снаряжение каждого работника горных бригад помимо указанного включает: рюкзак или вещевой мешок (служит для переноски необходимых предметов снаряжения и инструмента).
- предохранительный пояс - обязательное защитное приспособление каждого скалолаза. Предохранительные пояса и карабины должны отвечать требованиям ГОСТ 12.4.089-80. Для удобства перемещения и выполнения производственных операций скалолазов оснащают двумя поясами. Для этого используют имеющиеся виды пожарных, монтерских поясов. Испытания поясов на прочность производят в застегнутом состоянии через каждые шесть месяцев приложением статической нагрузки, равной 4 кН, к полукольцу для карабина, выдерживаемой в течение 5 мин;
- веревка - основной и важнейший предмет снаряжения скалолаза, предназначенный для его страховки и само страховки. Такие веревки изготавливают из пеньки, льна, сизаля или синтетических волокон. Вережка должна выдерживать разрывное усилие не менее 12 кН. Этому условию соответствует веревка из естественных волокон толщиной от 12 до 14 мм. Капроновые веревки толщиной 11-12 мм, выдерживающие разрывное усилие до 18 кН, нашли широкое применение в последнее время. Скалолазов оснащают основной веревкой длиной 20-40 м и отрезком в 5-6 м вспомогательной веревки толщि-

ной 6-8 мм, называемой также репшнуром, которая должна выдерживать разрывное усилие не менее 6 кН;

- набор из 4-6 крючьев для создания искусственных точек закрепления скалолаза на обрывистых горных склонах.

4.10 Бригада скалолазов должна оснащаться средствами связи в виде мобильного телефона, переносных портативных радиостанций и духовых рожков, а также аптечкой с набором необходимых медикаментов и перевязочных средств для оказания первой помощи при несчастных случаях.

4.11 Для достижения согласованности в работе обборщиков и страхующего его работника из членов бригады назначают корректировщика, который может находиться рядом со страхующим на верхней площадке или вне ее.

4.12 Одновременная работа двух обборщиков на одном откосе (склоне) допускается лишь при условии их нахождения на одной высоте и на расстоянии не ближе 5 м друг от друга.

4.13 Страхующий не имеет права снимать страховку до завершения работы обборщиком и его спуска к железнодорожному полотну.

4.14 Для обеспечения личной безопасности рабочие, находясь на переносных лестницах, подмостях и люльках, обязаны крепить себя к ним предохранительными поясами и цепями. Подмости и люльки ограждаются перилами высотой 1 м или металлической сеткой.

4.15 Навесные лестницы, монтажные площадки и другие приспособления, необходимые для работы монтажников на высоте, следует устанавливать и закреплять на откосе до подъема сеток.

4.16 При установке и передвижении строительных машин и механизмов (таких как лебедки) должны быть приняты меры, исключающие возможность их произвольного перемещения и опрокидывания. Лебедки, при осмотре которых обнаружены дефекты, к работе не допускаются.

4.17 К производству скально-съёмочных работ бригада обборщиков приступает по сигналу руководителя работ. Работы ведутся под постоянным надзо-

ром мастера по земляному полотну и бригадира обборщиков. На опасном участке у основания склона выставляется временное ограждение. Очистку склона от камней начинают с самых верхних точек откоса. Проведение очистки склона во время прохождения поезда или нахождения внизу людей и техники запрещается. Также не допускается производство указанных работ в темное время суток, в тумане, при видимости менее 200 м, во время дождей или снегопада, грозы, при ветре, скорость которого превышает 10 м/с, при температуре воздуха ниже -20°C.

Операции по подъему сетчатых полотен или других грузов разрешается производить только в светлое время суток. Подъем каждого полотна сети должен производиться не менее чем тремя лебедками, закрепленными на трех разных якорях.

Запрещается применять канат для спуско-подъемных операций в следующих случаях:

- одна прядь каната оборвана;
- на длине шага свивки каната диаметром до 20 мм число оборванных проволок составляет 5 %, а каната диаметром свыше 20 мм - более 10 %;
- канат вытянут или сплюснут и его наименьший диаметр составляет 90% и менее от первоначального;
- одна из прядей вдавлена вследствие разрыва сердечника;

4.18 Каждый подъемный канат ежедневно должен подвергаться тщательному осмотру по всей длине. Кроме того, еженедельно должен производиться дополнительный осмотр каната с подсчетом числа обрывов проволок на одном шаге свивки в наиболее поврежденных местах. Если при осмотре каната окажется, что на каком-либо участке, равном шагу свивки, число обрывов проволок составляет 5 % и более от их общего числа в канате, то канат должен быть заменен.

Соединение подъемного каната с сетчатым полотном должно производиться с помощью коуша и не менее чем тремя винтовыми зажимами или соединительным звеном или он должен быть оборудован крюком с замком.

4.19 С целью обеспечения безопасности движения поездов при производстве работ на откосе и при устройстве барьеров из сетчатых конструкций порядок перед началом производства работ на объекте руководителем предприятия должна быть составлена и утверждена местная инструкция по технике безопасности, в которой:

- уточняются общие положения применительно к местным условиям;
- даются указания по ограждению места работы сигналами;
- расстановке сигналистов, правила работы с ручным инструментом и механизмами;
- конкретизируется порядок прохода по путям.

4.20 Местная инструкция по технике безопасности должна отвечать основным положениям Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ЦРБ 756), Инструкции по обеспечению безопасности движения при производстве путевых работ (ЦП 485), Инструкции по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации (ЦРБ 176), Правилам по охране труда при содержании и ремонте железнодорожного пути и сооружений (ПОТ РО-32-ЦП-652-99), Инструкции по эксплуатации средств маневровой и горочной радиосвязи, устройств двухсторонней парковой связи (ЦШ/603) и другим нормативным документам, содержать план проведения инструктажей.

Проведение каждого инструктажа регистрируют в специальных журналах.

4.21 При работе самостоятельными группами по 2 человека и более руководитель работ должен назначить старшего в каждой группе из числа наиболее опытных работников.

Место работ должно быть ограждено сигналами в соответствии с требованиями инструкций по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ и по сигнализации на железных дорогах. Для оповещения работающих о приближении поезда должны устанавливаться сигнальные знаки «С» (свисток) на расстоянии 500-1500 м от границы участка работ

при скорости поездов до 120 км/час. В условиях плохой видимости (крутые кривые, глубокие выемки, лесистая местность, наличие строений) при производстве работ в темное время суток, во время тумана, снегопада и т.п., когда видимость менее 800 м, необходимо принимать дополнительные меры по обеспечению безопасности работающих у путей. При необходимости выставляются сигналисты со звуковым сигналом так, чтобы приближающийся поезд был виден сигналисту на расстоянии не менее 500 м от места работ.

4.22 При работе на пути с применением электрических или пневматических инструментов и механизмов, издающих шум и ухудшающих слышимость сигналов, необходимо до начала работ через местную дистанцию пути подавать заявку на выдачу предупреждений на поезда об особой бдительности и о подаче оповестительных сигналов при приближении к месту работ. У места работ выставляются сигналисты, которые должны стоять как можно ближе к работающим, но так, чтобы заблаговременно видеть подход поездов к месту работ. В случае необходимости выставляются несколько сигналистов, дублирующих сигнал о приближении поезда.

4.23 На электрифицированных железнодорожных линиях необходимо строго следить за тем, чтобы при производстве работ исключалась возможность приближения на расстояние ближе, чем 2 м к находящимся под напряжением частям контактной сети как самих работающих, так и применяемых ими инструментов, приспособлений, механизмов и материалов. Нельзя производить работы при помощи экскаваторов, стреловых кранов, погрузчиков и других строительно-дорожных машин непосредственно под проводами действующих воздушных линий электропередач любого напряжения.

4.24 В местах производства работ должны находиться закрытые сосуды с питьевой водой из расчета удовлетворения потребности всех работающих. В каждой бригаде должна быть специальная сумка с медикаментами и перевязочными материалами, необходимыми для оказания первой помощи, должны быть выделены лица, ответственные за сохранность и систематическое пополнение сумок первой помощи медикаментами и перевязочными материа-

лами. Все работники должны быть обучены правилам оказания первой медицинской помощи.

4.25 На строительной площадке должны быть установлены туалет, контейнеры для мусора, служебные вагончики для обогрева рабочих, укрытия от атмосферных осадков и кратковременного отдыха, а также вагончик-столовая. Вагончики должны быть оборудованы столами, стульями, скамейками для сидения, умывальниками, бачками с кипяченой питьевой водой, аптечками, безопасными отопительными приборами и др., необходимым для работы и отдыха инвентарем. На стройплощадке должно быть отдельное место с инвентарём и материалами для ликвидации возможных очагов пожара, а так же устроена площадка для хранения аварийного запаса строительного материала.

4.26 При погрузке камня, грунта, песка и др. в автотранспорт водители автотранспортных средств обязаны подчиняться сигналам машиниста экскаватора, значение которых устанавливается руководителем организации. Таблицу сигналов следует вывешивать на кабине экскаватора на видном месте, с ней должны быть ознакомлены машинисты экскаватора и водители транспортных средств. Запрещается во время работы экскаватора пребывание людей (включая и обслуживающий персонал) в зоне действия экскаватора.

4.27 Применяющиеся на экскаваторах канаты должны соответствовать паспорту и иметь сертификат завода-изготовителя. Канаты подвески стрелы подлежат осмотру не реже одного раза в неделю механиком участка. На длине шага свивки допускается не более 15% порванных проволок от их общего числа в канате. Торчащие концы оборванных проволок должны быть отрезаны. Подъемные, тяговые и напорные канаты подлежат осмотру в сроки, установленные на предприятии. Результаты осмотра канатов заносятся в журнал приема-сдачи смены, а записи об их замене с указанием даты установки и типа вновь установленного каната заносятся в агрегатный журнал горной машины.

Вся самоходная техника (бульдозеры, погрузчики и др.) должна иметь технические паспорта, содержащие их основные технические и эксплуатационные характеристики. Они должны быть укомплектованы:

- средствами пожаротушения;
- знаками аварийной остановки;
- медицинскими аптечками;
- упорами (башмаками);
- прерывистым звуковым сигналом при движении задним ходом; проблесковыми маячками желтого цвета, установленными на кабине; двумя зеркалами заднего вида;
- ремонтным инструментом.

5. Контроль и приемка работ

5.1 Контроль качества строительных работ осуществляется в целях обеспечения выполнения работ с высоким качеством в полном соответствии с проектно-сметной и нормативно-технической документацией, соответствия качества применяемых материалов требованиям проекта, технических условий, проверки выполненных работ по видам работ и по объекту в целом, своевременного ведения производственно-технической документации.

5.2. Контроль за производством работ должен осуществляться на всех стадиях технологического процесса.

5.3 Контроль качества и приемка работ должны обеспечивать:

- высокое качество выполняемых работ и полное соответствие их утвержденному проекту и действующим нормативным документам;
- соответствие качества материалов и конструкций требованиям утвержденного проекта и государственных стандартов;
- своевременное осуществление промежуточной приемки выполненных работ и правильное оформление соответствующей производственно-технической документации.

5.4 Контроль на стадии подготовки:

- обследование готовности поверхности откоса производится бригадиром или обвальным мастером визуально;
- проверка разметки анкеров и полотнищ сетки выполняется инженером - геодезистом;
- приемка комплектности материалов (анкера, якоря, цемент, сетчатые конструкции) - бригадир монтажников.

Контроль на стадии монтажа:

- правильность разметки анкеров производится бригадиром, мастером;
- контроль качества скрепления полотнищ сетки выполняется бригадиром, мастером, инженером-строителем;
- контроль качества закрепления верхнего и нижнего конца сетки производится бригадиром, мастером.

Приемка:

- проверка документации;
- выборочный контроль качества закрепления анкеров; выборочный контроль качества скрепления полотнищ сеток.

Приемка осуществляется заказчиком, представителем организации, выполняющим работу.

5.5 Перед началом работ по монтажу следует проверить наличие маркировки, отбраковать элементы, обеспечить комплектность элементов и крепежа.

5.6 Предварительная расчистка крутого склона или откоса выполняются скалолазами и рабочими горнообвальных бригад под непосредственным руководством обвальных мастеров или бригадиров.

5.7 Производственный контроль за безопасной эксплуатацией кранов должен осуществляться в соответствии с Правилами организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте, утвер-

жденными постановлением Правительства Российской Федерации от 10.03.99 № 263*.

5.8 При приемке построенного защитного сооружения должна быть представлена следующая документация: чертежи конструкции покровной сетки, на которые нанесены согласованные изменения; акты освидетельствования и акты промежуточной приемки ответственных конструкций (очистка склона, бурение шпуров, закрепление несущих анкеров); акт освидетельствования сетки в целом; паспорт на поставленные сетки; документы о согласовании допущенных при строительстве отступлений от проекта; сводная ведомость указанных документов [14].

5.9 Контроль качества и приемка работ должны выполняться в соответствии с нормативными документами: стандарт ISO 9001:1994 «Системы качества. Модель для обеспечения качества при проектировании, производстве, монтаже и обслуживании»; СНиП 3.01.04-87 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения».

5.10 Обязанность технического персонала строительной организации - проведение постоянного контроля: предварительного, технологического, промежуточного и по окончании строительства. На всех стадиях должен вестись лабораторный контроль.

5.11 К предварительному контролю относится входной контроль - приемка сетчатых и металлических конструкций, материалов, проверка их соответствия ГОСТам и ТУ, чертежам.

5.12 Технологический контроль осуществляется в ходе выполнения всех операций строительства. При этом контроле проверяют соблюдение заданной в проекте технологии и соответствие выполняемых работ чертежам, строительным нормам, правилам и стандартам. Технологический контроль выполняют производители работ, мастера, бригадиры с привлечением лабораторий и геодезических служб.

5.13 Приемочный контроль производится для оценки качества при приемке скрытых работ, отдельных ответственных конструкций. На все работы

должна составляться исполнительная документация с соответствующими актами. Без составления соответствующих актов выполнение работ, скрывающих ранее выполненные работы, не допускается.

5.14 В целях обеспечения системности в профилактической работе служб и специалистов, обеспечения и контроля качества следует установить периодичность контролируемых осмотров и проверок в следующих пределах: прораб, мастер, бригадир - ежемесячно; начальник участка - не реже двух раз в месяц; работники контрольных служб - постоянно, согласно установленным объемам контроля и приемки работ; руководители подрядной организации - не реже одного раза в месяц; работники вышестоящих организаций - по плану инспекционных проверок.

5.15 Работники службы контроля качества строительства обязаны проверить соответствие выполняемых работ нормативным требованиям. При установлении фактов производства работ с нарушением нормативных требований - сделать об этом запись в журнале, принять меры по устранению.

5.16 Контрольная проверка несущей способности якорей кольчужной сети.

Каждый якорь до начала использования подлежит проверке на выдергивание. Проверка производится путем присоединения к стропу якоря динамометра (ДПУ-50) и лебедки г/п 3,2 т. Другой конец каната лебедки опускается вниз склона и зацепляется за любой груз массой не менее 3 т. Натягивая канат лебедки, необходимо достичь усилия на динамометре в 3 т и держать его в течение 5 мин. Если якорь без деформаций выдержал эту нагрузку, он готов к работе. Если нет, нагрузку необходимо снять, якорь смонтировать на большую глубину или перенести дальше от бровки на участок с более прочным грунтом. Результаты испытаний необходимо отразить в журнале работ.

Список нормативных документов и справочной литературы

1. Проектирование земляного полотна железных дорог колеи 1520 мм. СП 32-104-98. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1999. – 90 с.
2. Руководство по проектированию противооползневых и противообвальных защитных сооружений. Проектирование противообвальных защитных сооружений. М.: ЦНИИС, 1984. – 114 с.
3. Методические рекомендации по защите скально-обвальных откосов сетчатыми конструкциями. М.: ОАО ЦНИИС, 2003. – 87 с.
4. Инструкция по содержанию земляного полотна железнодорожного пути. ЦП-544 / МПС России. – М.: Транспорт, 2000. – 189 с.
5. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. СНиП 22-02-2003.
6. Строительно-технические нормы Министерства путей сообщения Российской Федерации. Железные дороги колеи 1520 мм. СТН Ц-01-95. М.: МПС Российской Федерации, 1995. – 86 с.
7. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. Государственный комитет СССР по стандартам. М.: Издательство стандартов, 1996. – 27 с.
8. ТУ 14-178-351-98 Сетка проволочная двойного кручения с шестиугольными ячейками.
9. ТУ 1275-001-75212412-04 Сетка стальная с кольцевыми ячейками.