

АЛЬБОМ
типовых решений
по применению габионных конструкций

1 Область применения

Настоящий альбом дает возможность рассмотреть применение габионных конструкций в соответствии с проектными решениями при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте объектов в дорожном, энергетическом, гидротехническом строительстве, а также ландшафтном дизайне.

Документ содержит правила применения габионных конструкций для основных областей строительства.

Изготовителями и поставщиками габионной продукции, а также зарубежными и отечественными разработчиками проектов признано, что главный фактор обеспечения эффективности применения габионов в строительстве – это разработка правильного проектного решения, что является основным условием достижения долговечного и надежного функционирования сооружения с применением габионных конструкций.

Габионные конструкции представляют собой естественные строительные блоки, они аккумулируют в себе частицы грунта, способствуют росту растительности, со временем приобретают еще большую прочность, становятся частью природного ландшафта и украшают его.

В соответствии с требованиями [34], а также в связи с отсутствием соответствующих типовых решений, габионные сооружения и сооружения, сопрягаемые с габионными конструкциями, подлежат индивидуальному проектированию с соответствующими обоснованиями условий их функционирования и проработками всех конструктивно-технологических решений.

Проектирование защитных, усиливающих, подпорных и удерживающих габионных конструкций, сооружений и устройств на оползневых и оползнеопасных участках, а также в районах распространения селей, осыпей, камнепадов, лавин, карста, слабых грунтов, просадочных и набухающих грунтов и на участках влияния абразии и речной эрозии следует осуществлять на основе специальных нормативных документов.

При разработке проектно-строительных решений по возведению земляного полотна с применением габионных конструкций, сооружений и устройств на косогорах, участках залегания и образования вечномерзлых грунтов и наледей, в районах распространения засоленных грунтов и подвижных песков, на болотах и слабых основаниях следует руководствоваться нормативными требованиями и рекомендациями [34] с учетом несущих, защитных, дренирующих и других особенностей и возможностей габионов и их сопряжений с земляным полотном. Типы применяемых габионных конструкций, сооружений и устройств должны отвечать конструктивным особенностям и условиям работы сопряженных в едином комплексе с ними сооружений; учитывать свойства грунтов и возможности использования местных каменных материалов, особенности погодного-климатических и гидрологических факторов; обеспечивать устойчивость всего комплекса возводимых сооружений, возможность механизации работ и минимум затрат на строительство и эксплуатацию.

2 Термины и определения

В настоящем альбоме применены следующие термины:

Габионные сетчатые изделия (ГСИ) – объемные изделия различной формы из проволочной крученой сетки с шестиугольными ячейками, а также объемные конструкции различной формы из этой сетки, заполняемые камнем.

Диафрагма – сетчатая перегородка, применяемая для упрочнения габионных конструкций.

Размер ячейки – расстояние между скрутками с учетом размера одной скрутки.

Скрутка проволоки – свивка двух проволоки в одном направлении на полный оборот 180°, проволоки вращаются в одном направлении, минимальное количество скруток три.

Покрытие сплавом цинка с алюминиием и мишметаллом (гальфан) – покрытие стальной проволоки сетки сплавом цинка, содержащим 5% алюминииа и 0,01% мишметалла.

Мишметалл – сплав редкоземельных металлов с преобладающим содержанием церия и лантана.

Рулон сетки – скатанное полотно сетки в форме цилиндра.

Проволока кромки – проволока по контуру развертки габрионных конструкций, используемая для соединения граней проволочной сетки при сборке объемной конструкции габриона.

Проволока связи – проволока, используемая для связывания граней сетки при сборке объемной конструкции габриона.

Геотекстиль – поставляемое в рулонах сплошное водонепроницаемое тонкое гибкое нетканое, тканое, трикотажное полотно, получаемое путем скрепления волокон или нитей механическим (плетение, иглопробивание), химическим (склеивание), термическим (сплавление) способами или их комбинацией.

3 Конструктивные схемы и типовые размеры габрионных конструкций

Габрионные конструкции изготавливаются по [12], [49] из сеток крученых с шестиугольными ячейками.

Сетки изготавливают по [11], [50] из проволоки по [8] с цинковым покрытием по [10].

Типы габрионных конструкций по форме:

- коробчатые – К;
- коробчатые с армирующей панелью – КА;
- матрасно-тюфячные – МТ;
- цилиндрические – Ц.

Типы габрионных конструкций по видам покрытий проволоки сетки:

- покрытые цинком – Ц;
- покрытые цинком и полимером – ЦП;
- покрытые сплавом цинка с алюминиием и мишметаллом (гальфан)– Г;
- покрытые сплавом цинка с алюминиием и мишметаллом и полимером – ГП.

Пример условного обозначения габрионных конструкций:

Коробчатая конструкция с размерами: длина 3 м, ширина 1 м, высота 1 м, из проволоки оцинкованной диаметром 2,7 мм, с полимерным покрытием:

«Габрионные конструкции – К-3×1×1-С80-2,7/3,7-ЦП ТУ 1275-001-99475458-2007»

Структура условного обозначения:

X – X – XXX – X – X/X – X
1 2 3 4 5/6 7

1 – наименование изделия;

2 – тип;

3 – размеры, м;

4 – условное обозначение сетки;

5 – диаметр проволоки, мм;

6 – диаметр проволоки вместе с полимерным покрытием, если оно есть, мм;

7 – условное обозначение технических условий.

В конструкциях габрионных по [17] должно выполняться соотношение диаметров проволок сетки, кромки, связки, приведенное в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Диаметры проволоки сетки, кромки, перевязки		
Диаметр проволоки сетки, мм	Диаметр проволоки кромки, мм	Диаметр проволоки связки, мм
2,0	2,4	2,0
2,2	2,7	2,0
2,4	3,0	2,0
2,7	3,4	2,2
3,0	3,9	2,4

3.1 Габрионные конструкции коробчатые

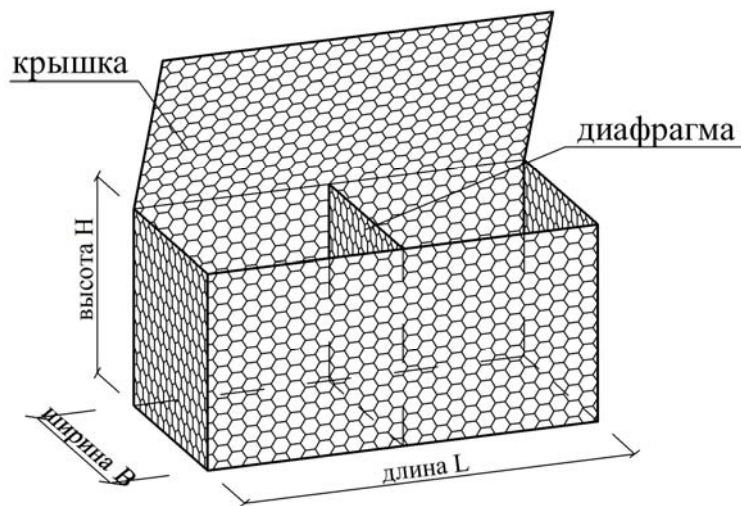


Рис. 3.1 Конструктивная схема габрионных конструкций коробчатых

Таблица 3.2

Типовые размеры габрионных конструкций коробчатых			
Длина L, м	Ширина В, м	Высота Н, м	Объем, м ³
1,5	1,0	0,5	0,75
2,0	1,0	0,5	1
3,0	1,0	0,5	1,5
4,0	1,0	0,5	2,0
1,5	1,0	1,0	1,5
2,0	1,0	1,0	2,0
3,0	1,0	1,0	3,0
4,0	1,0	1,0	4,0

3.2 Габиионные конструкции коробчатые с армирующей панелью

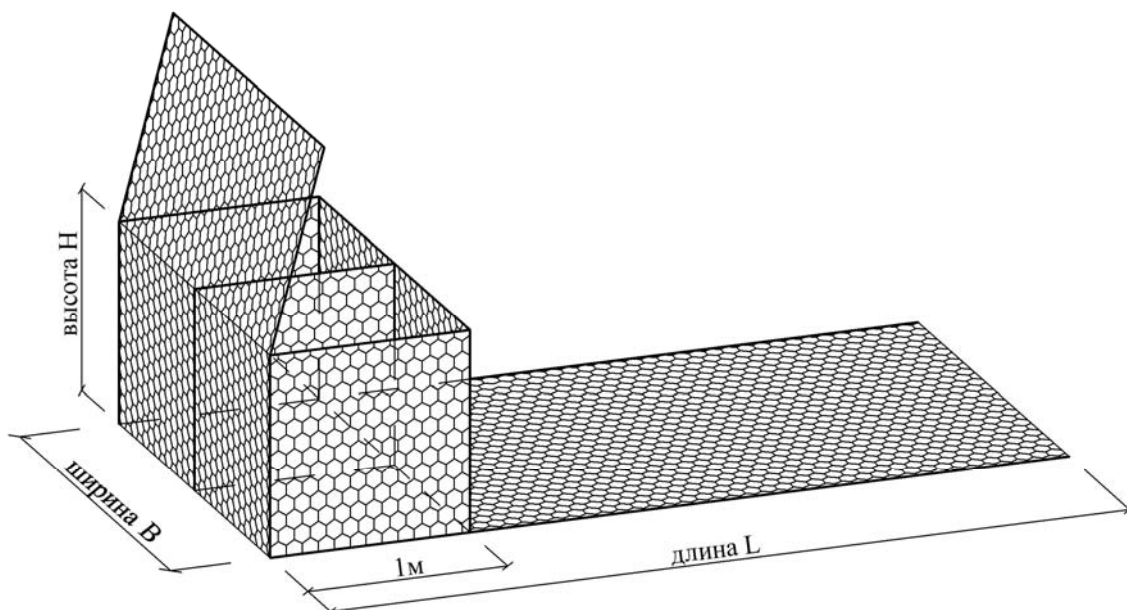


Рис. 3.2 Конструктивная схема габиионных конструкций коробчатых с армирующей панелью

Таблица 3.3

Типовые размеры габиионных конструкций коробчатых с армирующей панелью

Длина L, м	Ширина В, м	Высота Н, м	Объём, м ³
3,0	2,0	0,5	3,0
3,0	2,0	1,0	6,0
4,0	2,0	0,5	4,0
4,0	2,0	1,0	8,0
5,0	2,0	0,5	5,0
5,0	2,0	1,0	10,0
6,0	2,0	0,5	6,0
6,0	2,0	1,0	12,0

3.3 Габиионные конструкции матрасно-тюфячные

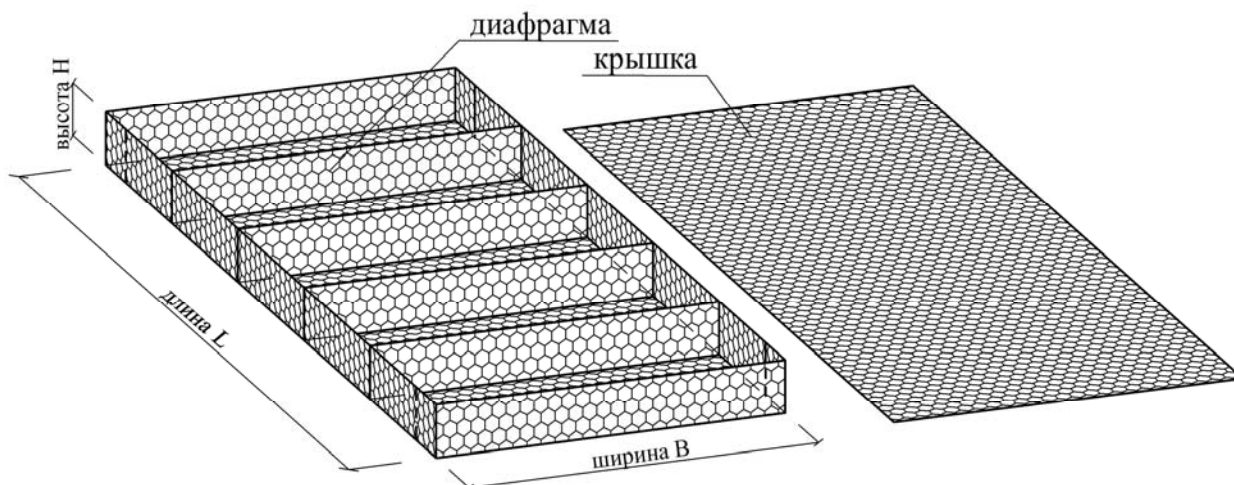


Рис. 3.3 Конструктивная схема габиионных конструкций матрасно-тюфячных

Таблица 3.4

Типовые размеры габрионных конструкций матрасно-тюфячных

Длина L, м	Ширина B, м	Высота H, м	Площадь, м ²
3,0	2,0	0,17	6,0
4,0	2,0	0,17	8,0
5,0	2,0	0,17	10,0
6,0	2,0	0,17	12,0
3,0	2,0	0,23	6,0
4,0	2,0	0,23	8,0
5,0	2,0	0,23	10,0
6,0	2,0	0,23	12,0
3,0	2,0	0,30	6,0
4,0	2,0	0,30	8,0
5,0	2,0	0,30	10,0
6,0	2,0	0,30	12,0
3,0	2,0	0,50	6,0
4,0	2,0	0,50	8,0
5,0	2,0	0,50	10,0
6,0	2,0	0,50	12,0

3.4 Габрионные конструкции цилиндрические

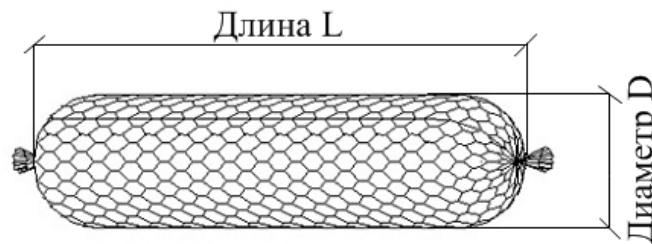


Рис. 3.4 Конструктивная схема габрионных конструкций цилиндрических

Таблица 3.5

Типовые размеры габрионных конструкций цилиндрических

Длина L, м	Диаметр D, м	Объём, м ³
2,0	0,65	0,65
3,0	0,65	1,00
4,0	0,65	1,30
2,0	0,95	1,40
3,0	0,95	2,10

4 Требования к каменным материалам

Каменные материалы, используемые для заполнения габрионных конструкций, должны удовлетворять требованиям нормативно-технической документации на эти материалы.

Для наполнения габрионов используется любой каменный материал изверженных, метаморфических или осадочных пород, но при условии, чтобы его физико-механические характеристики отвечали статическим, функциональным требованиям и требованиям к сроку службы сооружения. Камень не должен иметь признаков выветривания, прослоек мягких (рыхлых) пород или других размокаемых и растворимых включений. За основу необходимо брать требования строительных норм

и правил к материалам-заполнителям для каждого конкретного вида сооружений. Обычно, используется материал, состоящий из булыжника, гальки или карьерного камня.

Рекомендуется использовать материал со следующими характеристиками:

- повышенный удельный вес (не менее $17,5\text{кН/м}^3$, а для гидротехнических работ – не менее 23кН/м^3), особенно в тех случаях, когда доминируют свойства силы тяжести конструкции, или если она сама погружена в воду (гидротехнические сооружения);
- высокая морозоустойчивость (марка по морозоустойчивости выше МР350);
- прочность (марка камня по прочности не менее 400);
- неразмываемость (водопоглощение камня (% по весу) не менее 0,6);
- хорошая твердость;
- для каменного материала, предназначенного к укладке в габиионы ниже поверхности воды или подверженного ее воздействию, показатель снижения прочности при насыщении водой (коэффициент размягчаемости) должен быть не ниже 0,9 (для изверженных и метаморфических пород) и 0,8 (для осадочных);
- устойчивость структуры камня против распада (потеря массы) не более 5-10 %.

Диаметр камня-заполнителя, во-первых, должен быть таким, чтобы камень не выпадал из габииона через ячейку сетки, а, во-вторых, чтобы пустоты между камнями в габиионе были не очень большими. Таким образом, размер камня-заполнителя должен находиться в пределах между $(1-2)D$, где D – размер ячейки сетки.

Необходимо также отметить, что, если размер камня-заполнителя находится в пределах $(1-1,5)D$, то процесс заполнения габиионных конструкций камнем упрощается, и габиионы в этом случае дают более равномерную осадку по всему фронту сооружения. При заполнении габиионов более крупные камни должны находиться у края габииона, а более мелкие – в середине.

Максимальный размер камня – не более 250 мм; для матрасно-тюфячных габиионных конструкций – не более $2/3$ высоты матраса.

Прочность при сжатии, МПа (кгс/см^2), в воздушно-сухом состоянии каменных материалов должна быть не менее:

- 1) для габиионов надводной части сооружения:
 - изверженных – 90 (900);
 - метаморфических – 60 (600);
 - осадочных – 50 (500),
- 2) для габиионов сооружений зоны переменного уровня воды:
 - изверженных и метаморфических – 90 (900);
 - осадочных – 75 (750).

Тип камня, пригодный к заполнению габиионов указан в **табл. 4.1**.

Таблица 4.1

Тип камня, пригодного к заполнению габиионов

Тип камня	Плотность γ_3 (т/м^3)
Базальт	2,9
Гранит	2,6
Плотный известняк	2,6
Трахиты	2,5
Песчаник	2,3
Мягкий известняк	2,2
Туф	1,7

Средний размер каменного материала и высота матрасно-тюфячных габиионных конструкций по защите откосов берегов от размыва принимаются исходя из расчетов по [40]. Допускается средний размер камня определять согласно [5] при отсутствии ветровых волн – по **табл. 4.2**; при наличии волновых нагрузок – по **табл. 4.3**.

Таблица 4.2

Средний размер камня при отсутствии ветровых волн

Тип габрионных конструкций	Высота, м	Предельная скорость потока, м/с	Средний размер камня, мм
матрасно-тюфячные	0,17	3,4	85
		4,2	110
	0,23	3,6	85
		4,5	120
	0,30	4,2	100
		5,0	125
коробчатые	0,5-1,0	5,8	150
		6,4	190

Таблица 4.3

Средний размер камня при наличии ветровых волн

Тип габрионных конструкций	Высота, м	Заложение откоса (уклон)			Средний размер камня, мм
		1:1,5	1:2	1:3	
		Максимальная высота волны, м			
матрасно-тюфячные	0,17	0,4	0,75	1,2	85
	0,23	0,6	0,9	1,4	120
	0,30	0,7	1,2	1,8	150
коробчатые	0,5-1,0	0,9	1,4	2,0	250

5 Требования к геотекстилю

Чаще всего при возведении габрионных конструкций в качестве обратного фильтра используется дорнит (геотекстиль). В современном строительстве этот строительный материал является заменителем традиционных песчано-гравийных и щебеночных смесей и зачастую играет более эффективную роль за счет своей экономичности и технических показателей (применение геотекстильных материалов позволяет снизить толщину песчаного слоя на 15-20%)

Дорнит (геотекстиль) – самый распространенный геосинтетический материал, представляющий собой водопроницаемый нетканый синтетический материал из полиэстера или полипропилена, скрепленный механическим, термическим и др. способами. Материал не подвержен гниению, воздействию грибов и плесени, грызунов и насекомых, прорастанию корней.

Основная роль геотекстиля – способствование кольматации пористых габрионных конструкций и, как следствие, общей консолидации сооружения.

Основное отличие дорнита (или синтетических геотекстилей) – его плотность, т.е. способность пропускать влагу. В зависимости от капитальности сооружения, а также технических и гидрологических требований плотность материала различна (150–3000 г/м²).

Основные свойства геотекстиля:

- высокий модуль упругости, благодаря которому геотекстильный материал может воспринимать значительные нагрузки и выполнять функцию армирования при относительно малых деформациях;

- большие удлинения при разрыве (в зависимости от типа геотекстиля – до 120%);

- универсальная фильтрующая способность, обусловленная специфической структурой геотекстильного материала, которая исключает внедрение частиц грунта в поры и их засорение;

- дренажующая функция – отвод от сооружений подземной (грунтовой) воды; материал предотвращает засорение дренажного слоя и заиливание дренажных труб, сохраняя их эффективное действие;

- высокая сопротивляемость раздиру и прокалыванию, что особенно ценно при укладке;

- стойкость к ультрафиолетовому излучению; геотекстиль не образует никаких побочных продуктов и является экологически чистым материалом;

- коэффициент фильтрации не менее 40 м/сут;

- разрывная нагрузка не менее 2 кН/м.

Рабочий температурный диапазон от -60°C до +100°C.

При работе с геотекстилем необходимо учитывать особенность его впитывать влагу и, соответственно, увеличение заявленного в характеристике веса, что может привести к последующим трудностям при работе с данным строительным материалом.

Поставляемые в рулонах геотекстильные материалы не должны иметь разрывов и других нарушений сплошности. Допускается резка полотна и соединение полотен внахлест, при этом прочность соединения полотен должна быть не меньше прочности материала по ширине.

Согласно Техническим рекомендациям [47] рулоны геотекстильной ткани раскатываются вручную с перекрытием смежных полос на 10-20 см. Полотна соединяют между собой склеиванием или сшиванием.

Согласно [46] требуемая площадь геотекстиля должна быть в 1,1 раза больше номинальной площади ввиду нахлеста рулонов геосинтетического материала.

6 Требования по проектированию и строительству сооружений из габрионных конструкций

Для проектирования габрионных сооружений необходимы следующие материалы:

- климатическая характеристика района;

- геоморфология и рельеф;

- гидрологические условия;

- почвенно-мелиоративные данные;

- строительная документация.

Выбор типа антикоррозионного покрытия проволоки габрионных конструкций определяется проектом в зависимости от степени ответственности сооружения и ожидаемой интенсивности коррозии проволоки в период эксплуатации.

Согласно [5] срок службы габрионных сооружений в среднем составляет:

- для габрионных сооружений из проволоки с цинковым покрытием – 35 лет;

- для габрионных сооружений из проволоки с гальфановым покрытием – 75 лет;

- для габрионных сооружений из проволоки с металлическим антикоррозионным покрытием с дополнительной полимерной оболочкой – не менее 75 лет.

Согласно [17] габрионные сооружения используются в любых климатических условиях при расчетной средней скорости потока воды до 5,5 м/с и волновой нагрузке, определяемой расчетом по [40].

Допускается для противозерозионных сооружений, работающих в среде водного потока, движущегося со скоростью более 5,5 м/с, а также в зоне действия ледовых нагрузок, осуществлять дополнительную защиту наружной поверхности габрионов арматурными сетками.

В проектах габрионных сооружений, возводимых на не скальном основании, следует предусматривать подготовку и выравнивание основания, удаление растительного слоя и слоя, пронизанного корневищами деревьев и кустов или ходами землеройных

животных, а также удаление грунта, содержащего более 5% по массе органических включений или такое же количество солей, легкорастворимых в воде.

Глубину заложения подошвы сооружений можно уменьшить за счет отсыпки в основание сооружения крупного камня, укладки цилиндрических габрионных конструкций и (или) “фартуков” из матрасно-тюфячных габрионных конструкций и следует принимать в соответствии с проектом минимально возможной. Это будет отражено в конструктивных решениях, описанных далее.

Основание габрионных сооружений должно проектироваться на основе:

- 1) результатов инженерно-геодезических, инженерно-геологических и инженерно-гидрометеорологических изысканий по [33];
- 2) данных, характеризующих назначение, конструктивные и технологические особенности сооружения, нагрузки, действующие на фундаменты, и условия его эксплуатации.

Материалы и результаты инженерных изысканий должны отвечать требованиям [2], [4], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32], [44].

Матрасно-тюфячные габрионные конструкции, уложенные по откосу, конструктивно крепят анкерами по схеме, указанной на рис. 6.1.

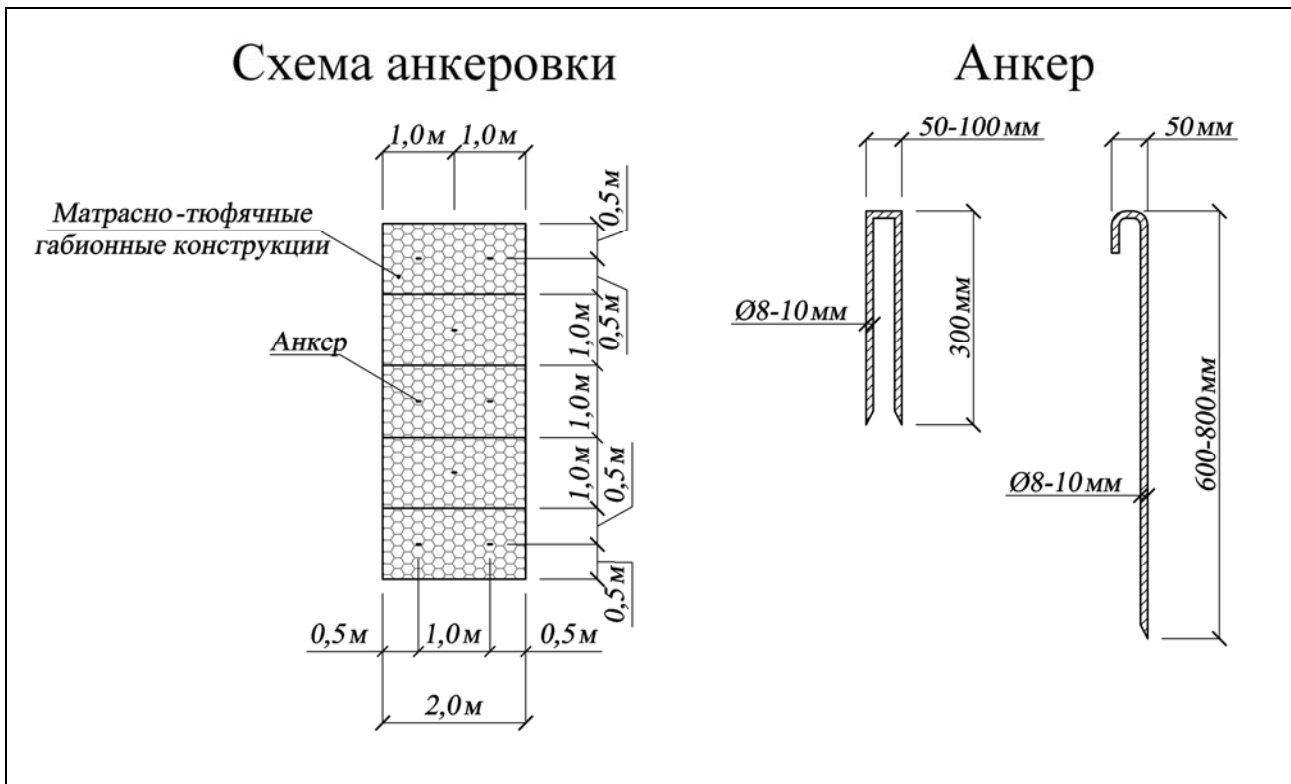


Рис. 6.1 Анкеровка матрасно-тюфячных габрионных конструкций

Аналоговый перенос ранее разработанных на других объектах индивидуальных проектно-строительных решений по габрионным конструкциям, сооружениям и устройствам с одного объекта на другой без выполнения поверочных расчетов, привязки и обоснования применимости этих решений к конкретным местным условиям недопустим, так как это не гарантирует качество проектирования и надежное функционирование возводимых объектов.

7 Конструктивные решения применения габионных конструкций

Габионные конструкции органично вошли в комплекс оригинальных прогрессивных проектно-строительных решений. Благодаря их применению накоплен весьма значительный опыт. В этом пункте настоящего Альбома рассмотрены наиболее востребованные конструктивные решения по применению габионных конструкций в различных областях строительства.

7.1 Подпорно-удерживающие сооружения из коробчатых габионных конструкций

Подпорно-удерживающие и подпорно-защитные габионные конструкции и сооружения могут находить применение в следующих наиболее характерных случаях:

- при укреплении откосов земляного полотна;
- при устройстве и укреплении подмостовых конусов, регуляционных и вдольбереговых сооружений;
- при укреплении склонов;
- при устройстве земляного полотна, съездов транспортных развязок движения и других дорожных сооружений в стесненных условиях и близкорасположенных подземных коммуникаций;
- при усилении и стабилизации эксплуатируемых деформирующихся насыпей, а также укреплении крутых и высоких склонов (откосов);
- при устройстве водоотводных, водопропускных, водобойных и очистных сооружений, а также подводящих, отводящих и канализируемых русел;
- при реконструкции автомобильных дорог и их расположении вблизи подземных коммуникаций.

Устройство габионных стен не требует больших объемов дефицитных дренирующих грунтов, отвода дополнительных площадей культурных земель под основания контрбанкетов, сноса строений и переноса существующих коммуникаций.

Габионные стены (тип, форма, размеры, материалы) должны проектироваться с учетом местных условий, планируемых нагрузок и возможных деформаций стен. Форма стен устанавливается из условия обеспечения внешней и внутренней устойчивости.

Расчет устойчивости производится согласно указаниям [1], [48].

При отсутствии в исходных данных точных физико-механических характеристик используемых грунтов допускается применять в расчетах их табличные значения, найденные в [16], [48].

При расчете подпорной стены необходимо учитывать нагрузку, расположенную со стороны грунта обратной засыпки (чаще всего, от автомобилей на дорожных трассах). Значения таких нагрузок, а также расчетные схемы нагружения, габариты приближения назначаются согласно [13].

При проектировании подпорно-удерживающих сооружений из коробчатых габионных конструкций необходимо учитывать следующие данные:

Коэффициент пористости габионных конструкций равен 0,25-0,35.

Угол наклона задней грани стены от вертикали в сторону обратной засыпки не должен превышать 5°.

Габионная подпорная стена должна рассчитываться на устойчивость по различным схемам ее разрушения:

- сдвиг;
- опрокидывание;
- полное обрушение;
- нарушение несущей способности основания;
- внутреннее разрушение (сдвиг или опрокидывание отдельно взятых слоев габионной стены).

Пример. Необходимо рассчитать подпорную стену из габионных конструкций на сдвиг при следующих исходных данных:

1) характеристики грунта основания – песок средней крупности:

- удельный вес – $\gamma_{осн}=19$ кН/м³;
- угол внутреннего трения – $\varphi_{осн}=38^\circ$;
- удельное сцепление – $c_{осн}=2$ кПа;

2) характеристики грунта обратной засыпки – суглинок легкий:

- удельный вес – $\gamma_{zas}=19$ кН/м³;
- угол внутреннего трения – $\varphi_{zas}=24^\circ$;
- удельное сцепление – $c_{zas}=35$ кПа;

3) угол наклона поверхности грунта к горизонту по задней грани подпорной стены – $\varepsilon_a=15^\circ$;

4) характеристики стены:

- высота стены – $H=3$ м;
- высота 1 секции стены – $a_1=1$ м; ширина 1 секции стены – $b_1=1$ м;
- высота 2 секции стены – $a_2=1$ м; ширина 2 секции стены – $b_2=1,5$ м;
- высота 3 секции стены – $a_3=1$ м; ширина 3 секции стены (ширина подошвы) – $B=b_3=2$ м;
- высота заглубления подошвы стены – $h_p=0$ м;
- пористость материала заполнения габионного сооружения – $n=0,3$;
- удельный вес частиц материала заполнения габиона – $\gamma_s=26$ кН/м³;
- угол наклона задней поверхности стены – $\alpha=0^\circ$;
- угол трения по задней поверхности стены – $\varphi_0=\varphi_{zas}=24^\circ$.

Решение.

1. Определение допустимого коэффициента устойчивости $k_{доп}$.

Необходимо определить значения основных коэффициентов:

γ_n – коэффициент надежности по назначению сооружения (коэффициент ответственности сооружения):

- для скоростных и особогрузонапряженных линий и сооружений I класса – 1,25;
- для линий 1 и 2 категорий и сооружений II класса – 1,20;
- для линий 3 категории и сооружений III класса – 1,15;
- для линий 4 категории и сооружений IV класса – 1,10.

$\gamma_n=1,2$.

γ_{fs} – коэффициент сочетания нагрузок, учитывающий уменьшение вероятности одновременного появления расчетных нагрузок:

– для основного сочетания нагрузок и воздействий в период нормальной эксплуатации – 1,00;

– для строительного периода и ремонта – 0,95;

– для особой нагрузки, в том числе сейсмической на уровне проектного землетрясения, годовой вероятностью 0,01 и менее – 0,95;

– для особой нагрузки, кроме сейсмической, годовой вероятностью 0,001 и менее – 0,90;

– для сейсмической нагрузки уровня максимального расчетного землетрясения – 0,85.

$\gamma_{fs}=1$.

γ_c – коэффициент условий работы:

– для методов расчета, удовлетворяющих условиям равновесия – 1,00;

– для упрощенных методов – 0,95.

$\gamma_c=1$.

Допускаемый коэффициент устойчивости $k_{доп}$:

$$k_{dop} = \frac{\gamma_n \cdot \gamma_{fs}}{\gamma_c} \quad (7.1)$$

$$k_{dop} = \frac{\gamma_n \cdot \gamma_{fs}}{\gamma_c} = \frac{1,2 \cdot 1}{1} = 1,2$$

2. Определение удельного веса материала заполнения габриона γ_g .

$$\gamma_g = \gamma_s \cdot (1 - n) \quad (7.2)$$

$$\gamma_g = \gamma_s \cdot (1 - n) = 26 \cdot (1 - 0,3) = 18,2 \text{ кН/м}^3$$

3. Определение коэффициента трения основания f .

$$f = tg(\phi_{osn}) \quad (7.3)$$

$$f = tg(\phi_{osn}) = tg(38^\circ) \approx 0,781$$

4. Определение коэффициента активного давления грунта k_a .

$$k_a = \frac{\cos^2(\varphi_{zas} - \alpha)}{\left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_{zas} + \varphi_0) \cdot \sin(\varphi_{zas} - \varepsilon_a)}{\cos(\alpha + \varphi_0) \cdot \cos(\alpha - \varepsilon_a)}}\right)^2 \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \varphi_0)} \quad (7.4)$$

$$k_a = \frac{\cos^2(24^\circ - 0^\circ)}{\left(1 + \sqrt{\frac{\sin(24^\circ + 24^\circ) \cdot \sin(24^\circ - 15^\circ)}{\cos(0^\circ + 24^\circ) \cdot \cos(0^\circ - 15^\circ)}}\right)^2 \cdot \cos^2 0^\circ \cdot \cos(0^\circ + 24^\circ)} \approx 0,492$$

5. Определение активного давления грунта E_a .

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma_{zas} \cdot H^2 \cdot k_a \quad (7.5)$$

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma_{zas} \cdot H^2 \cdot k_a = \frac{1}{2} \cdot 19 \cdot 3^2 \cdot 0,492 = 42,066 \text{ кН/м}$$

Горизонтальная составляющая активного давления грунта E_{ah} :

$$E_{ah} = E_a \cdot \cos(\alpha + \phi_0) \quad (7.6)$$

$$E_{ah} = 42,066 \cdot \cos(0^\circ + 24^\circ) \approx 38,429 \text{ кН/м}$$

Вертикальная составляющая активного давления грунта E_{av} :

$$E_{av} = E_a \cdot \sin(\alpha + \phi_0) \quad (7.7)$$

$$E_{av} = 42,066 \cdot \sin(0^\circ + 24^\circ) \approx 17,110 \text{ кН/м}$$

6. Определение веса i -ых секций G_i и веса всей стены G_0 .

$$G_i = a_i \cdot b_i \cdot \gamma_g \quad (7.8)$$

$$G_1 = a_1 \cdot b_1 \cdot \gamma_g = 1 \cdot 1 \cdot 18,2 = 18,2 \text{ кН/м}$$

$$G_2 = a_2 \cdot b_2 \cdot \gamma_g = 1 \cdot 1,5 \cdot 18,2 = 27,3 \text{ кН/м}$$

$$G_3 = a_3 \cdot b_3 \cdot \gamma_g = 1 \cdot 2 \cdot 18,2 = 36,4 \text{ кН/м}$$

$$G_0 = \sum_{i=1}^m G_i \quad (7.9)$$

$$G_0 = \sum_{i=1}^m G_i = \sum_{i=1}^3 (18,2 + 27,3 + 36,4) = 81,9 \text{ кН/м}$$

7. Определение реакции грунта основания N .

$$N = G_0 + E_{av} \quad (7.10)$$

$$N = G_0 + E_{av} = 81,9 + 17,110 = 99,010 \text{ кН/м}$$

8. Определение удерживающей силы R.

$$R = N \cdot f + c_{osn} \cdot B \quad (7.11)$$

$$R = N \cdot f + c_{osn} \cdot B = 99,010 \cdot 0,781 + 2 \cdot 2 \approx 81,327 \text{ кН/м}$$

9. Определение сдвигающей силы T.

$$T = E_{ah} \quad (7.12)$$

$$T = E_{ah} = 38,429 \text{ кН/м}$$

10. Проверка устойчивости подпорной стены на сдвиг.

$$k = \frac{R}{T} \geq k_{dop} \quad (7.13)$$

$$k = \frac{R}{T} = \frac{81,327}{38,429} \approx 2,116 \geq k_{dop} = 1,2$$

Поскольку проверка выполняется, устойчивость стены против сдвига обеспечена.

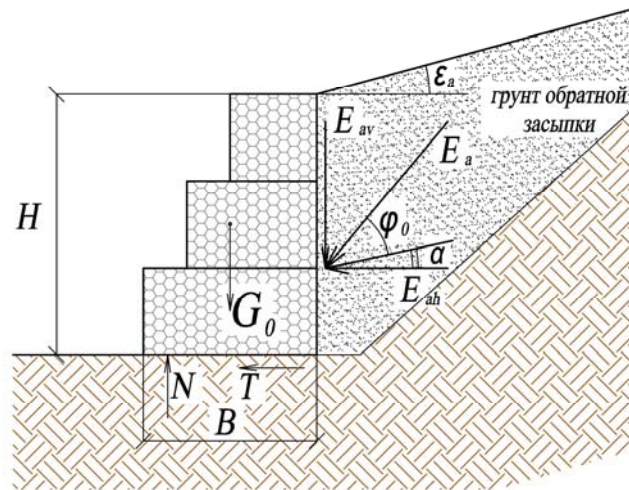


Рис. 7.1 Схема к расчету устойчивости подпорной стены из габрионных конструкций на сдвиг

При строительстве и реконструкции автомобильных дорог и их расположении вблизи подземных коммуникаций или угрозе оползневых процессов откосная часть земляного полотна может быть устроена в виде габрионной подпорно-удерживающей стенки применительно к конструктивной схеме, представленной на **рис.7.2**.

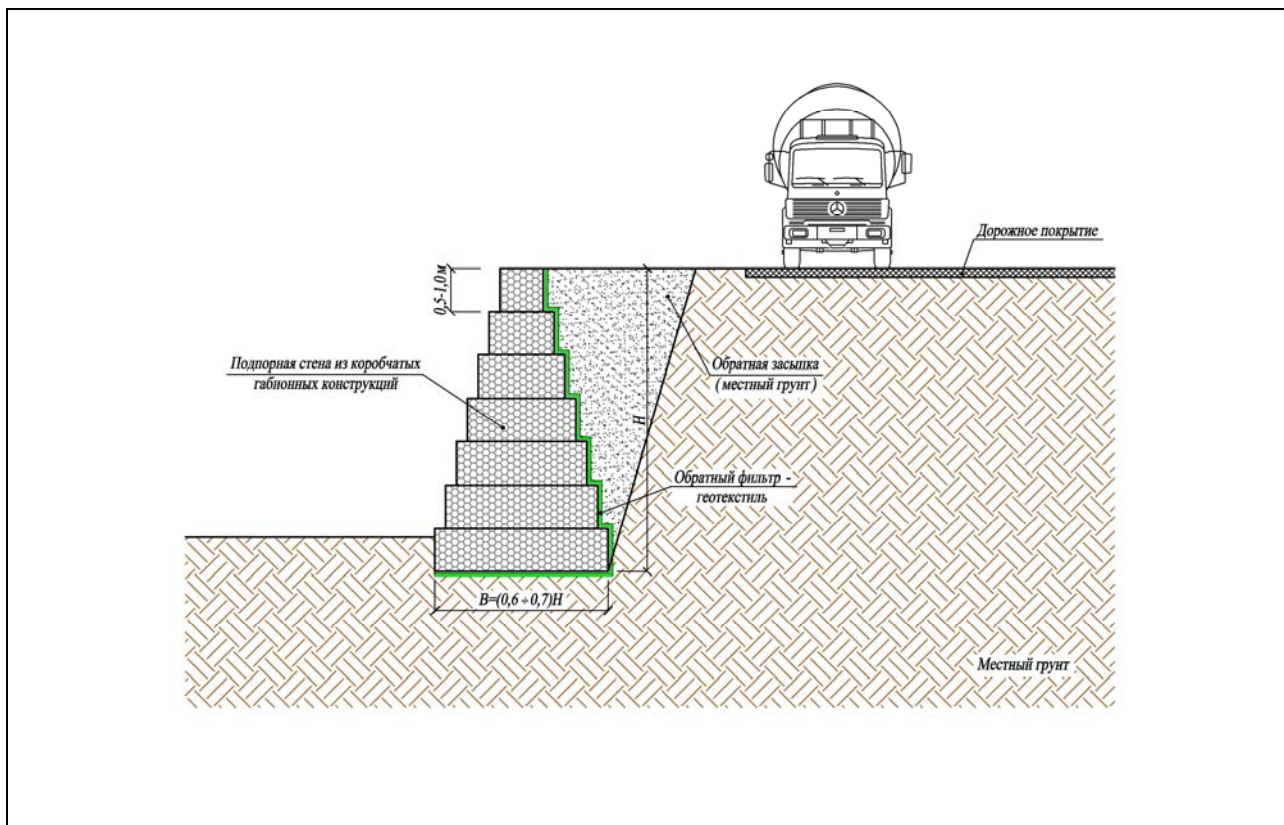


Рис. 7.2 Схема подпорно-удерживающего сооружения из коробчатых габрионных конструкций

В сооружениях высотой более 7-8 м в проекте необходимо предусматривать устройство промежуточных берм (рис. 7.3).

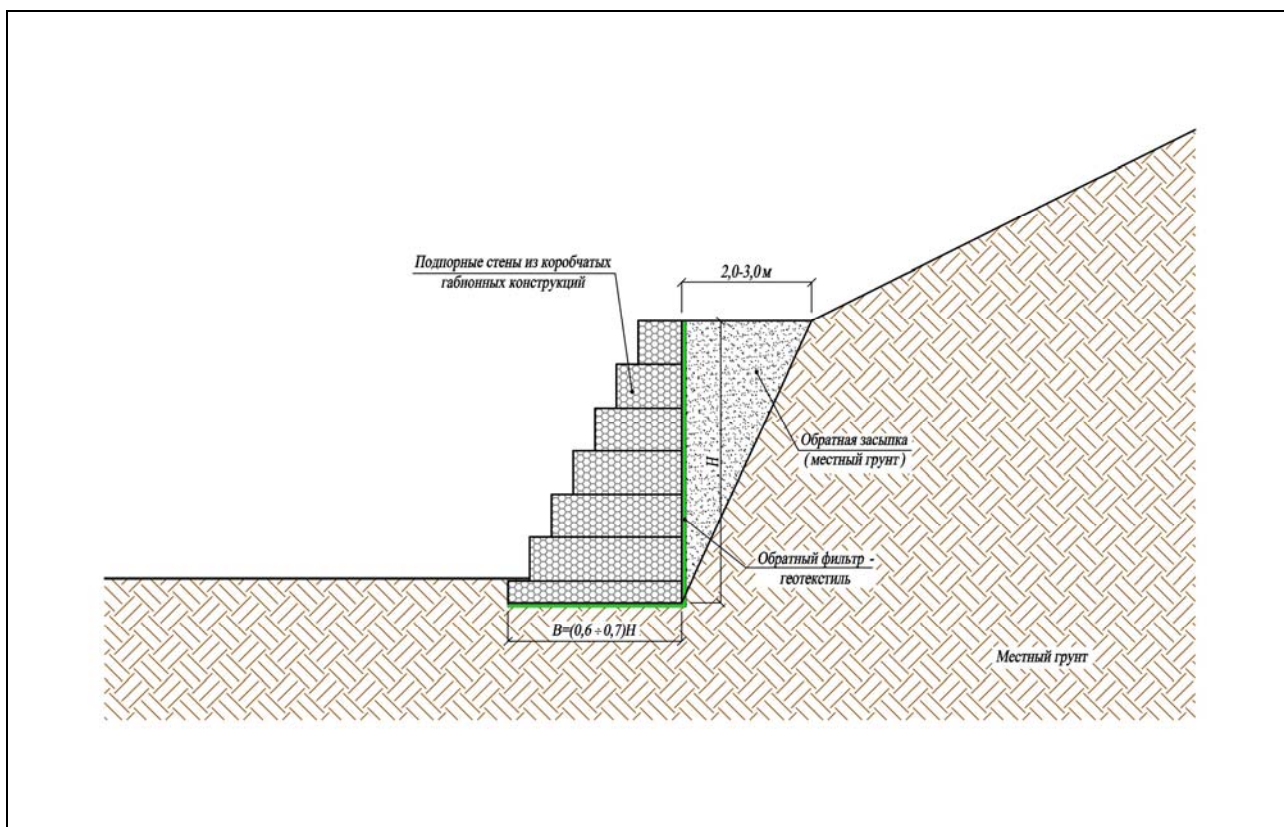


Рис. 7.3 Схема подпорно-удерживающего сооружения из коробчатых габрионных конструкций с устройством промежуточной бермы

Устройство вследствие большой высоты нескольких “ступеней” – подпорных стен, в частности, позволяет выполнить дороги каскадного типа (рис. 7.4).

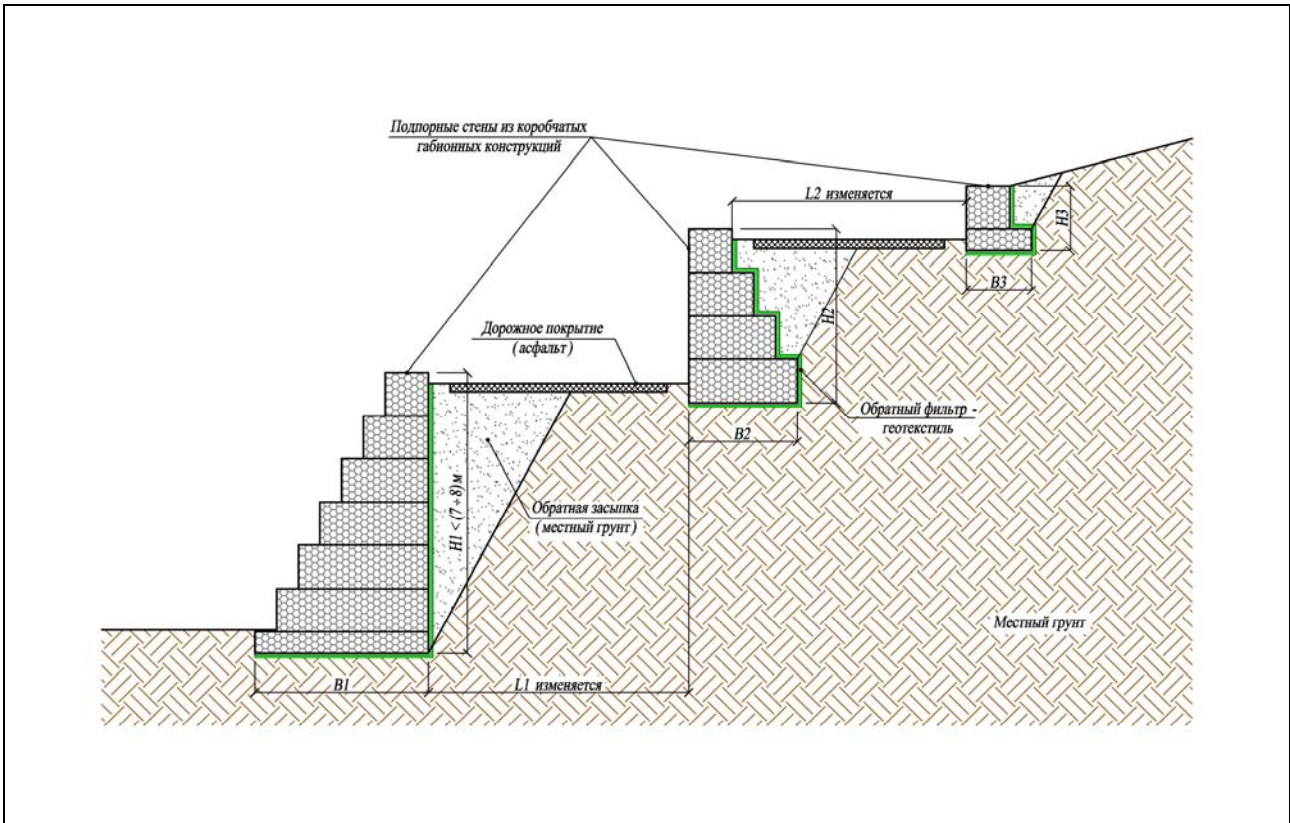


Рис. 7.4 Схема комплекса подпорно-удерживающих сооружений из коробчатых габрионных конструкций

В ситуациях, требующих срочного вмешательства, в горных местностях возможно устройство подпорной стены, изображенной на рис. 7.5.

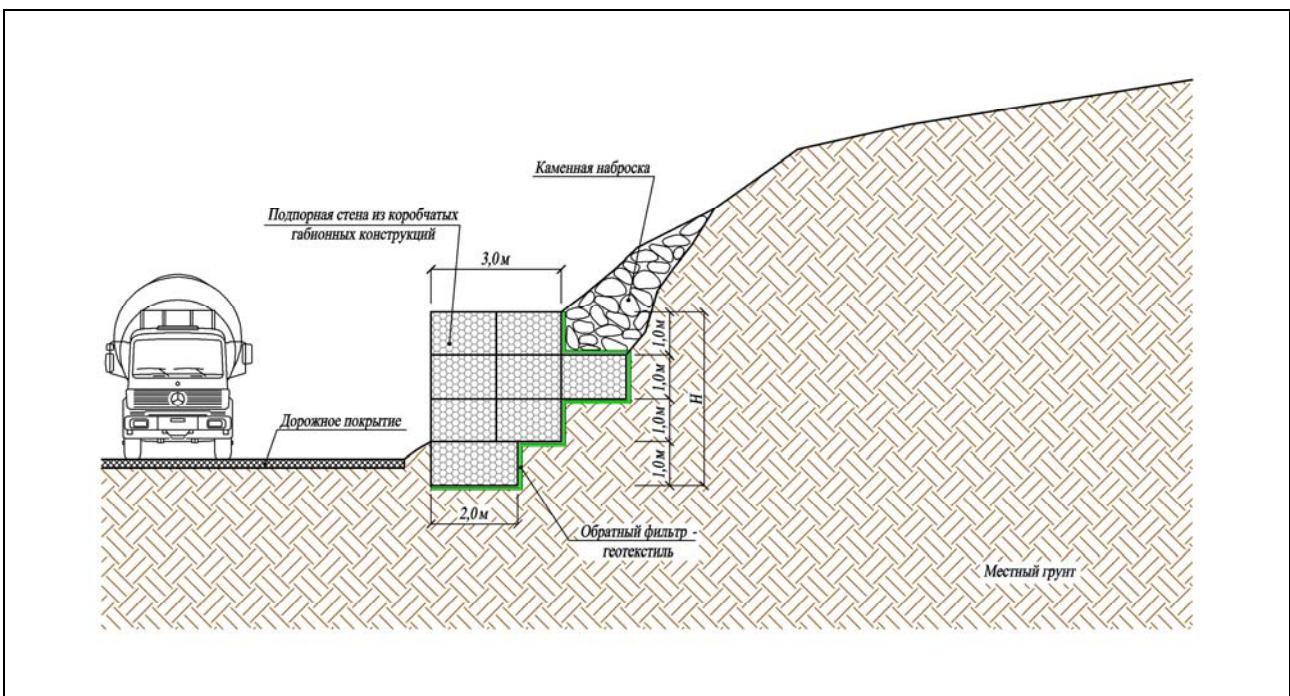


Рис. 7.5 Схема подпорно-удерживающего сооружения срочного вмешательства из коробчатых габрионных конструкций

7.2 Подпорно-удерживающие сооружения с армированием грунта

Самые распространенные проблемы, присущие склонам, – смыв почвы, а также ее иссушение под действием солнца и ветра (эрозия). В таких случаях, чтобы укрепить грунт, обычно высаживают растения. Однако, если склон круче 30° , естественного озеленения недостаточно. В этом случае нужен комплекс специальных мер по армированию грунта, защите почвы от эрозии и оползней.

Подпорные армогрунтовые стены представляют собой сооружения удерживающего типа. Они состоят из коробчатых габрионных конструкций, сопряженных с армирующими панелями, выполненными из той же сетки двойного кручения с ПВХ-покрытием или покрытием типа “гальфан”.

Лицевая сторона стены может быть выполнена в виде вертикальной или наклонной стены гладкого или ступенчатого очертания.

Коробчатые габрионы, заполненные камнем (с возможным частичным заполнением растительным грунтом), составляют лицевую сторону стены. К нижним граням габрионов присоединяются горизонтально располагаемые сетчатые армирующие панели.

Заполнение габрионов камнем или с частичным заполнением грунтом может улучшить внешний вид откосов путем посадки саженцев кустарника, вьющихся растений и другого растительного материала.

Для обеспечения необходимого сцепления в армогрунтовом сооружении и гарантии надежной работы армогрунтовой стены с использованием металлических сеток, независимо от содержания влаги, в качестве материала обратной засыпки, укладываемого позади лицевой грани конструкции, рекомендуется применять зернистый, свободнодренирующий материал, который должен отвечать следующим требованиям:

- не более 15 % от общей массы материала должно быть мельче $0,075$ мм;
- не менее 90 % от общей массы материала должно быть мельче, чем 100 мм;
- максимальный размер частиц грунта засыпки не должен быть больше 150 мм.

При соблюдении вышеприведенных рекомендаций угол внутреннего трения обратной засыпки будет равен 36° . Нижний предел зернового состава засыпки может быть увеличен до 20 % от общей массы с размером частиц мельче $0,075$ мм. При этом обеспечивается необходимая величина угла внутреннего трения.

Поведение материалов обратной засыпки, не отвечающих этим требованиям, менее предсказуемо из-за содержания влаги в засыпке и ее изменения в течение срока службы сооружения. В качестве обратной засыпки возможно использование смешанных материалов (смесь песка и гравия и т.п.), в том числе полученных с помощью химических методов стабилизации. При этом необходимо обеспечить, чтобы величина угла внутреннего трения грунта обратной засыпки была не меньше $28-30^\circ$.

Во избежание повреждения сетки армогрунта грунтоуплотняющими машинами отсортированный материал засыпки укладывается и уплотняется слоями не более $0,2-0,3$ м. Грунтоуплотняющие машины не должны подходить ближе $1,0$ м к тыльной стороне коробчатого габриона. Уплотнение засыпки у габрионов завершают с помощью площадных вибраторов. Рекомендуется обеспечить уплотнение засыпки до плотности материала $1,8$ т/м³.

Подпорно-удерживающие сооружения с армированием грунта рассчитываются аналогично подпорным стенам из габрионных конструкций. Расчеты устойчивости производятся согласно Техническим указаниям [48]. Отличием является то, что в работу стены включается утрамбованный армогрунт. И в расчете устойчивости подпорной стены учитываются его характеристики.

Внутренняя устойчивость проверяется на разрыв и выдергивание каждого слоя армированной сетки.

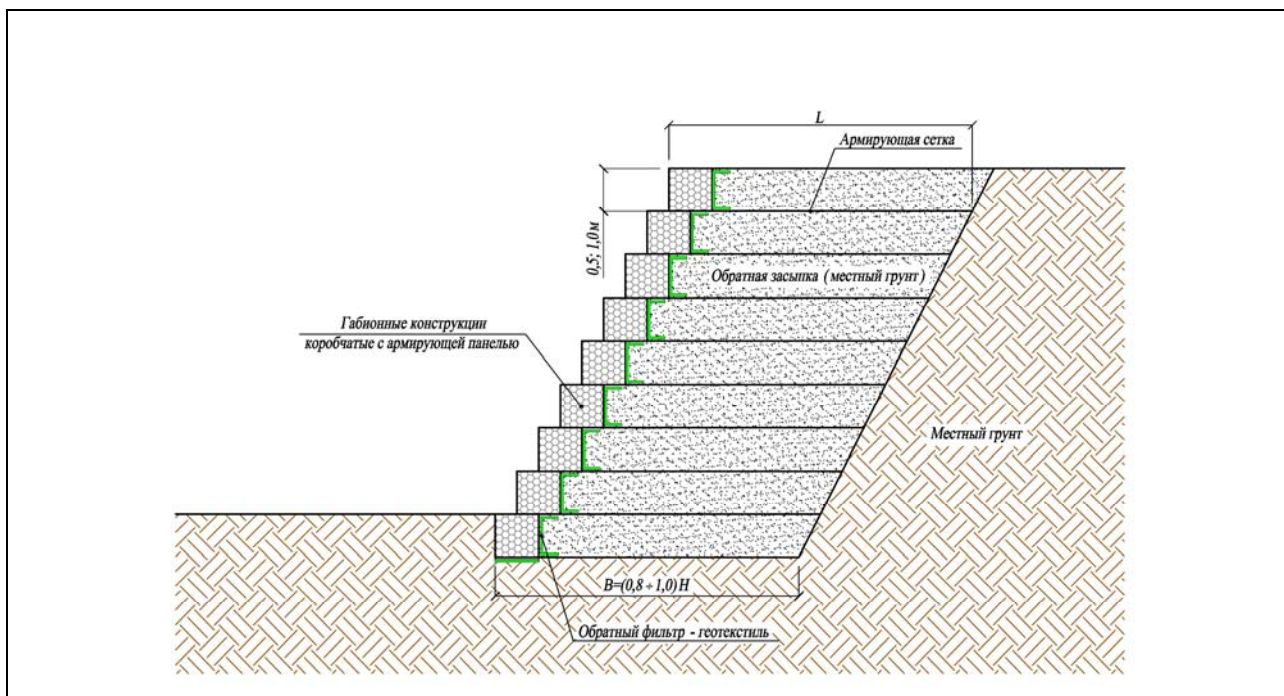


Рис. 7.6 Схема подпорно-удерживающего сооружения из коробчатых габрионных конструкций с армирующей панелью

В качестве конструктивного решения по укреплению основания подпорно-удерживающих и подпорно-защитных сооружений из коробчатых габрионных конструкций с армирующей панелью возможно устройство нижних слоев подпорной стены из коробчатых габрионных конструкций шириной 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 м (рис. 7.7).

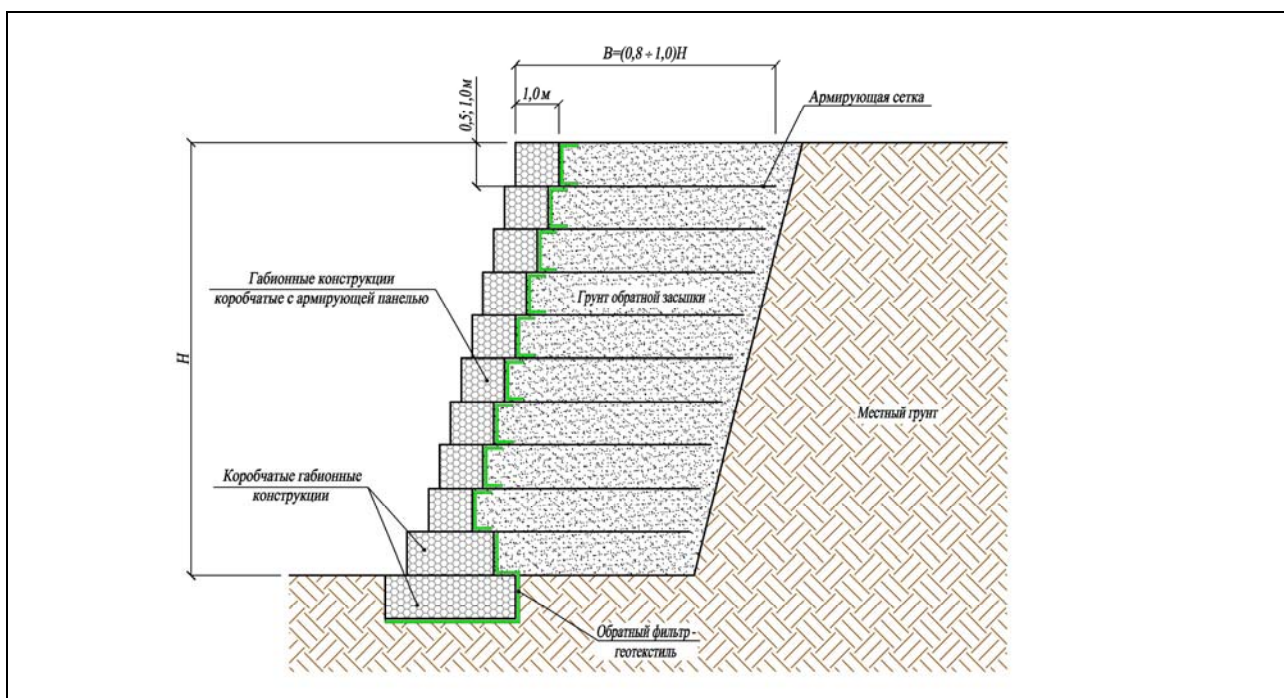


Рис. 7.7 Схема подпорно-удерживающего сооружения из коробчатых габрионных конструкций с армирующей панелью с усиленным основанием из коробчатых габрионных конструкций

При потенциальном воздействии водной эрозии, а также при относительно небольшой высоте подпорной стены укрепление основания может быть выполнено при помощи матрасно-тюфячных габрионных конструкций (рис. 7.8).

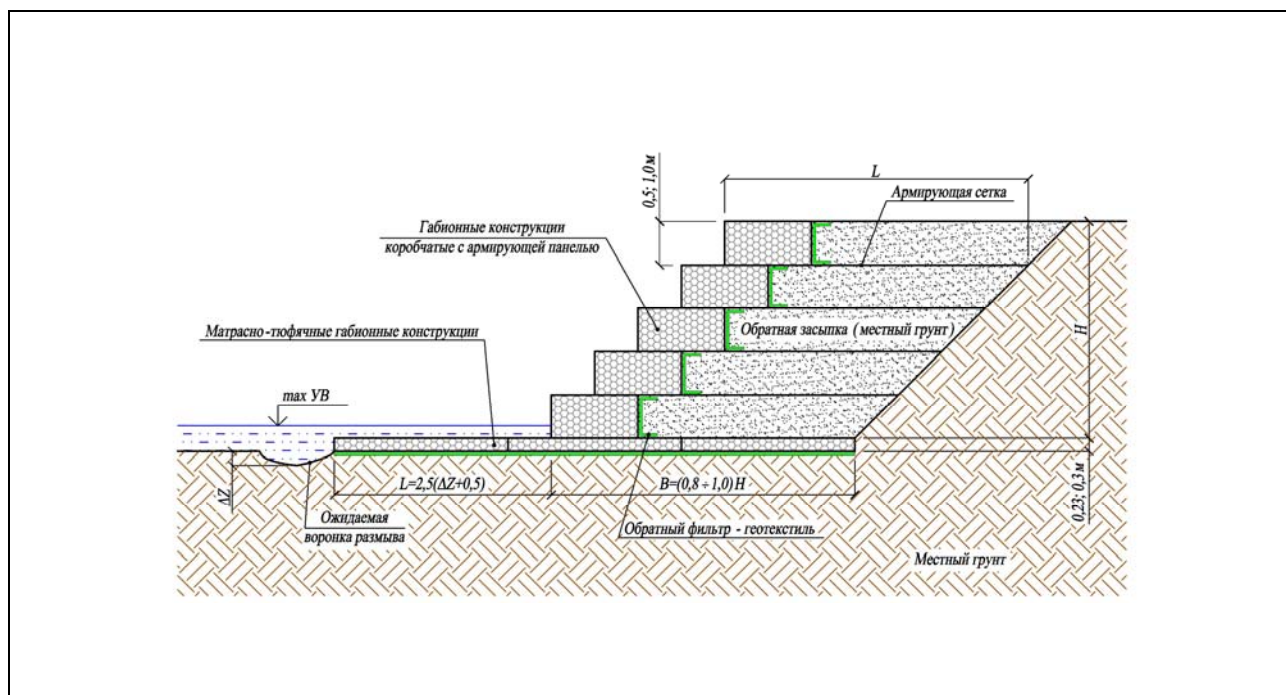


Рис. 7.8 Схема подпорно-удерживающего сооружения из коробчатых габрионных конструкций с армирующей панелью с усиленным основанием из матрасно-тюфячных габрионных конструкций

Подобно аналогичным сооружениям из коробчатых габрионных конструкций при высоте более 7-8 м необходимо предусматривать устройство промежуточных берм и, следовательно, “разделение” одной подпорной стены на несколько (рис. 7.9).

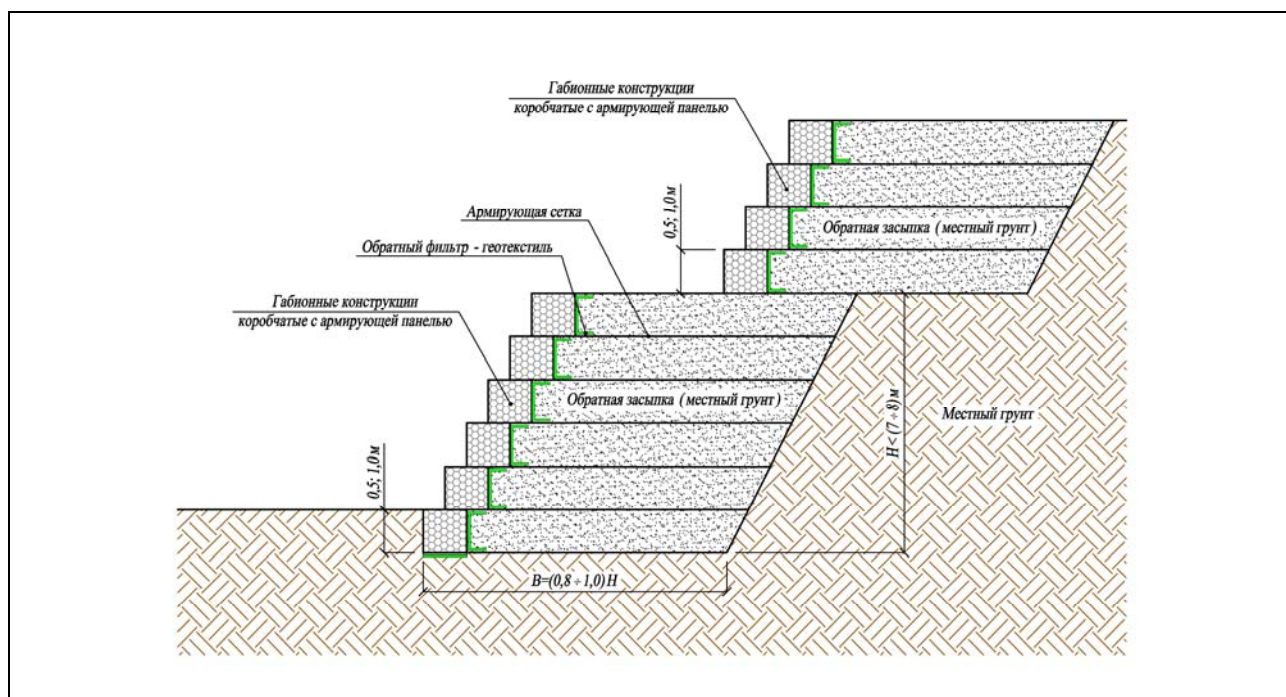


Рис. 7.9 Схема комплекса подпорно-удерживающих сооружений из коробчатых габрионных конструкций с армирующей панелью

В стесненных условиях расположения автомобильных дорог, а также при устройстве новых дорог откосные части земляного полотна могут быть заменены на подпорно-удерживающие габрионные конструкции, располагаемые с одной или двух сторон дороги. Конструктивное решение таких сооружений может быть принято применительно к схеме, представленной на **рис. 7.10**.

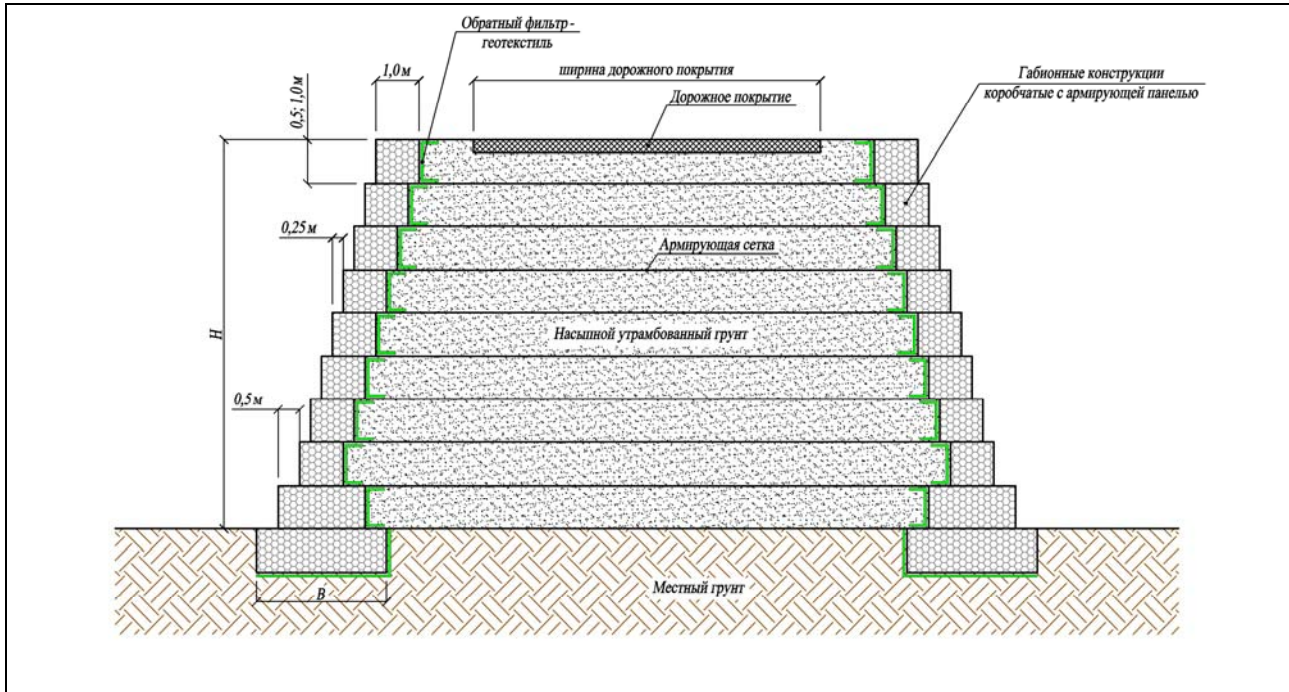


Рис. 7.10 Схема подпорно-удерживающего сооружения из коробчатых габрионных конструкций с армирующей панелью для укрепления откосов автодорог

7.3 Берегоукрепительные сооружения

Укрепление откосов земляного полотна и склонов производится с целью их предохранения от разрушающего воздействия поверхностных и речных вод, грунтовых вод, ветра, волн, ледохода и других факторов.

Определение расчетных характеристик паводочных, ледово-термических и других природно-техногенных воздействий должно производиться в соответствии с нормативными вероятностями превышения и методами, регламентируемыми [19], [34], [35], [37], [38], [42], [43].

Береговое укрепление из матрасно-тюфячных габрионных конструкций должно проектироваться, основываясь на расчет берегоукрепительного сооружения, методика которого изложена в Технических указаниях [48].

При этом выполняются следующие расчеты:

- определение требуемой толщины матрасно-тюфячных габрионных конструкций;
- проверка габрионной структуры на деформацию;
- проверка скорости фильтрации.

Поскольку при проектировании габрионных и сопрягаемых с ними конструкций в средней и нижней частях подтопленного сооружения следует учитывать возможное воздействие примерзающего ледяного покрова к откосным сооружениям, выполняется расчет на воздействие ледовых нагрузок согласно [21], [40].

Пример. Необходимо определить, будет ли размыв под матрасно-тюфячными габрионными конструкциями толщиной $t=0,23$ м, уложенными по откосу 1:3.

Решение.

1. Определение коэффициента шероховатости поверхности откоса n_f .

Значение коэффициента шероховатости поверхности откоса или берега:

- для глинистых грунтов – $n_f=0,033$;
- для гравийной подготовки – $n_f=0,025$;
- для геотекстиля – $n_f=0,020$.

Поскольку под матрасно-тюфячными габионными конструкциями уложен геотекстиль, то и коэффициент n_f берется как для геотекстиля – $n_f=0,020$.

2. Определение расчетного диаметра камня-заполнителя d_k .

Согласно [5] средний расчетный размер камня $d_k=0,12$ м.

3. Определение скорости фильтрации на границе габион – грунт v_B .

$$v_B = \frac{1}{n_f} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{d_k}{2}\right)^2} \cdot \sqrt{i_o} \quad (7.14)$$

$$v_B = \frac{1}{n_f} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{d_k}{2}\right)^2} \cdot \sqrt{i_o} = \frac{1}{0,020} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{0,12}{2}\right)^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{3}} \approx 4,424 \text{ м/ч}$$

4. Определение допустимой скорости фильтрации v_L .

$$v_L = 16,1 \cdot \sqrt{d_k} \quad (7.15)$$

$$v_L = 16,1 \cdot \sqrt{0,12} = 5,577 \text{ м/ч}$$

5. Проверка возможности размыва под габионными конструкциями.

$$v_B \leq (2 \div 4) \cdot v_L \quad (7.16)$$

$$v_B = 4,424 \text{ м/ч} \leq (2 \div 4) \cdot v_L = (2 \div 4) \cdot 5,577 = (11,154 \div 22,308) \text{ м/ч}$$

Следовательно, размыва под габионами не будет.

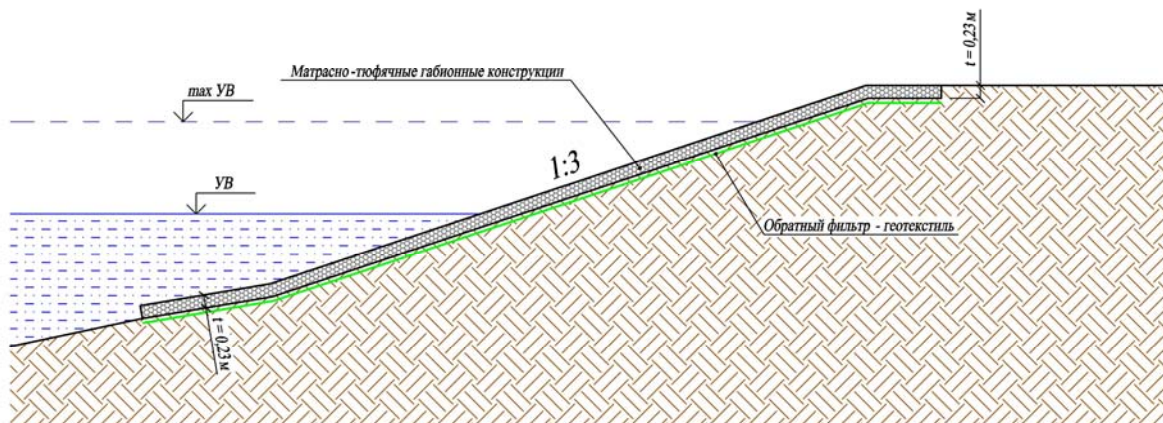


Рис. 7.11 Схема к расчету берегоукрепительного сооружения

Согласно [45] при строительстве каналов и возведении насыпей речных гидротехнических сооружений укрепление откосов и берегов следует выполнять, как правило, насухо. Укрепляемые откосы и берега надлежит в надводной части предварительно спланировать, а в подводной – протралить, очистить и в необходимых случаях спланировать.

Габионную кладку можно производить в любое время года при низкой воде. Укладку матрасно-тюфячных габионных конструкций можно производить не только со стороны берега, но и со стороны водоема при помощи плавсредств или кранов с траверсами. В этом случае матрас или комплекс взаимосвязанных матрасов заранее собираются и заполняются камнем. При необходимости к дну конструкции можно “пристегнуть” геотекстиль.

Границы укрепления откосов по длине подтопляемого участка рекомендуется устанавливать с запасом по 15 м в каждую сторону при их сопряжении с

незащищаемыми участками, а при сопряжении с более слабыми типами укрепления – с запасом, равным 5 м.

Согласно [5] высота габионного сооружения должна превышать на 0,5-1,0 м расчетный уровень воды в водоеме в паводковый период с учетом ветровой и судовой волны.

Особенностью габионных конструкций является гибкость структуры, способной воспринимать возможные осадки грунта и размывы дна русел, реагируя на это прогнозируемыми прогибами.

Согласно [18] длины матрасно-тюфячных габионных конструкций, используемых в нижней части габионных укреплений для защиты от подмыва, следует устанавливать по формуле:

$$L \geq 2,5(\Delta Z + 0,5\text{м}) \quad (7.17)$$

Глубина заглоблений подпорных стен из габионных конструкций, устраиваемых без матрасов, определяется по формуле:

$$\Delta H \geq \Delta Z + 0,5\text{м}, \quad (7.18)$$

где ΔZ – расчетно-прогнозная глубина воронки размыва, определяемая для характерных участков месторасположения этих и других подтопленных сооружений с учетом степени стеснения русловых потоков этими сооружениями, м.

Для определения выбранной оптимальной конструкции берегового укрепления следует работы по проектированию укрепляемых сооружений выполнять параллельно с проектированием и вариантными проработками всего комплекса того или иного объекта.

Достаточно часто разрушенный откос требует срочного вмешательства. В этом случае необходима не просто укладка матрасно-тюфячных конструкций по откосу, но и усиление основания в нижней части сооружения. Подобные варианты укреплений представлены на **рис. 7.12 – 7.14**.

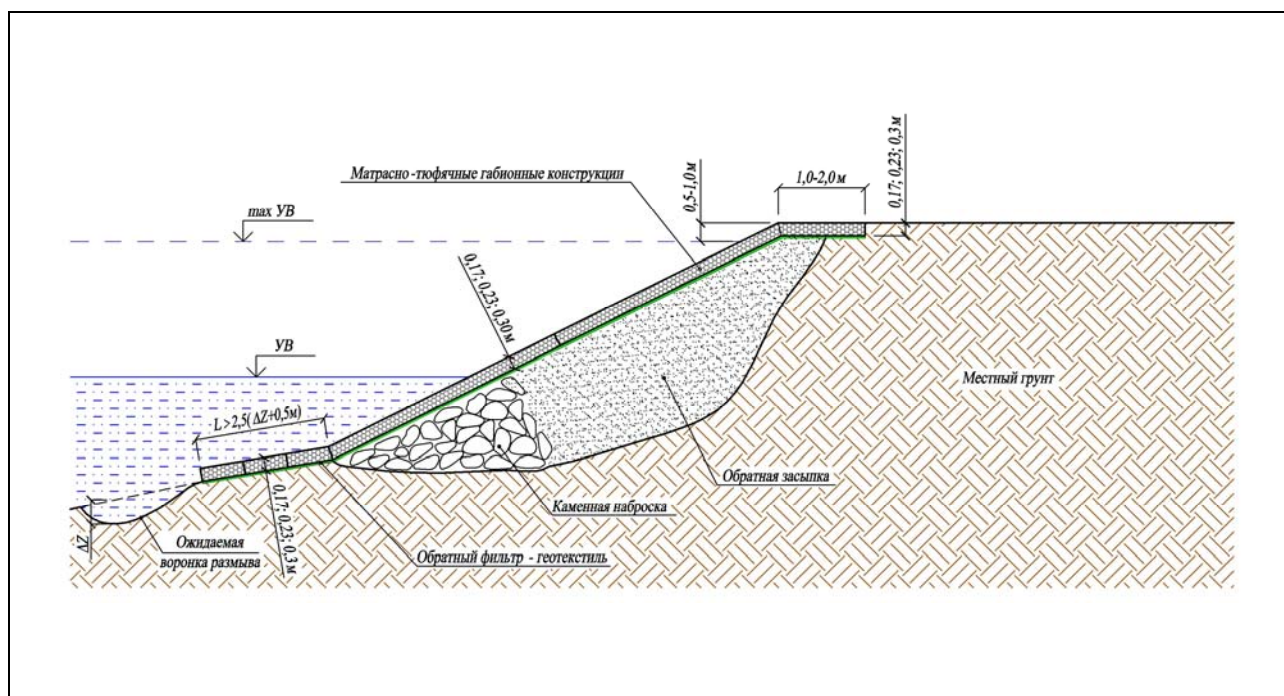


Рис. 7.12 Берегоукрепительное сооружение срочного вмешательства с усилением основания каменной наброской

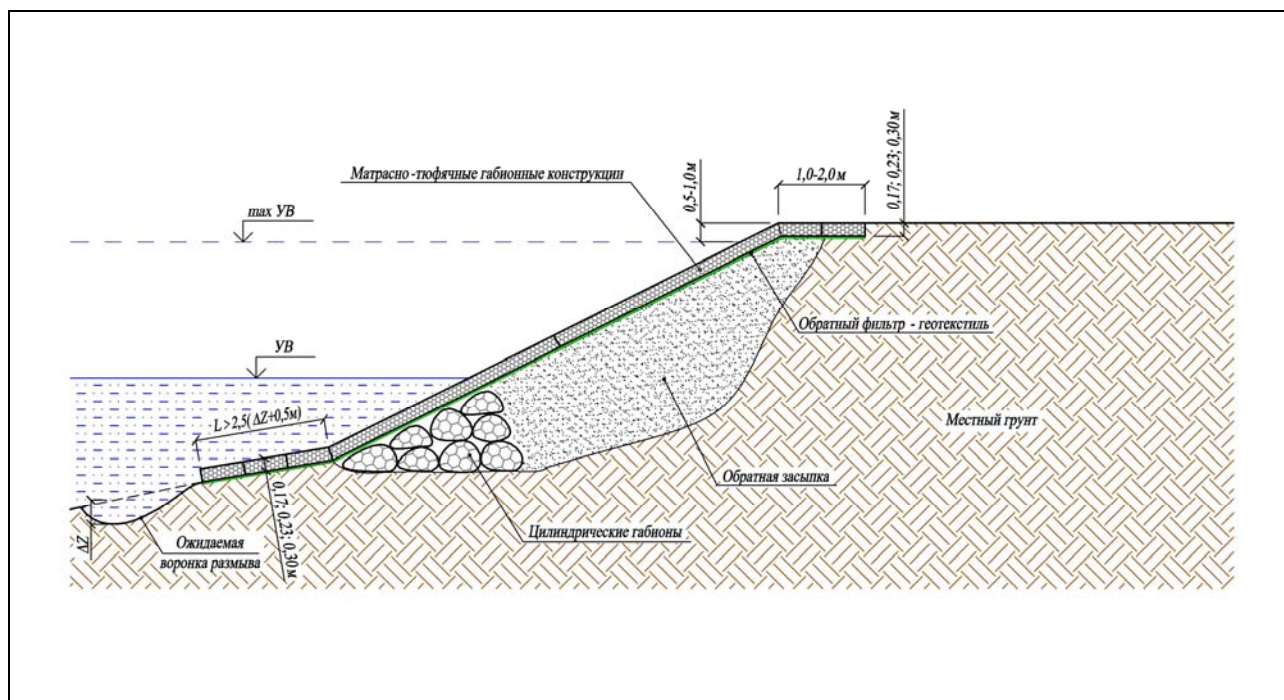


Рис. 7.13 Берегоукрепительное сооружение срочного вмешательства с усилением основания цилиндрическими габрионными конструкциями

Каменную наброску, как и цилиндрические габрионные конструкции обычно используют при создании подводных фундаментов сооружений из коробчатых габрионов, а также для выполнения работ, требующих незамедлительного вмешательства при ликвидации аварий сооружений, расположенных на реках.

Согласно [23] для уменьшения высоты наката волн рекомендуется откосным сооружениям придавать ступенчатую форму. Крепление откоса делится на основное, расположенное в зоне максимальных волновых и ледовых воздействий, возникающих в эксплуатационный период, и облегченное – ниже или выше основного крепления.

Для креплений откосов из сортированного камня масса элементов наброски должна увеличиваться послойно от основания; каждый последующий слой должен надежно защищать нижележащий слой от вымывания. Верхний слой наброски должен состоять по высоте не менее чем из двух рядов камней, устойчивых против волнового воздействия.

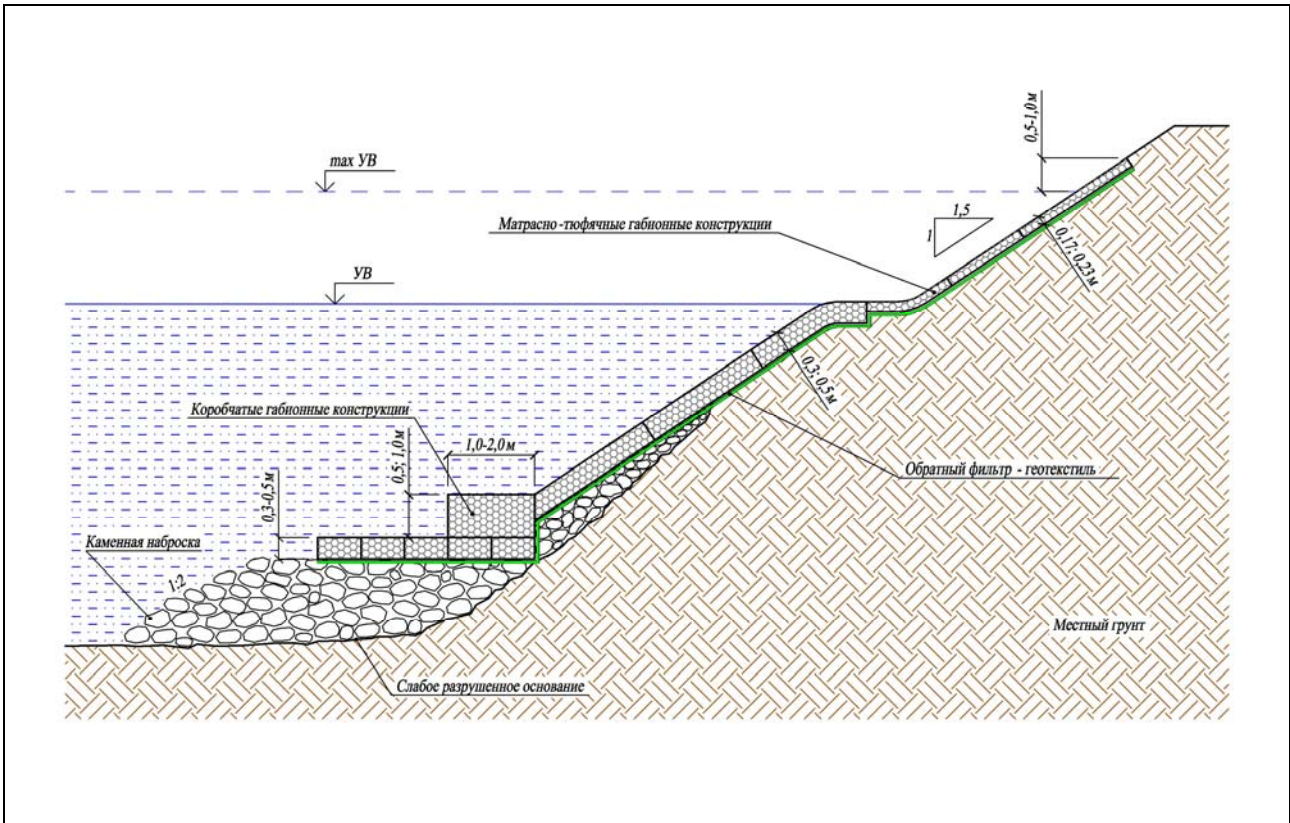


Рис. 7.14 Берегоукрепительное сооружение срочного вмешательства с усилением основания каменной наброской и габрионными конструкциями

При относительно небольшой крутизне нижней части берегового откоса и небольшом стеснении пойменно-русловых массивов могут быть применены конструкции откосно-матрасного габрионного укрепления (рис. 7.15).

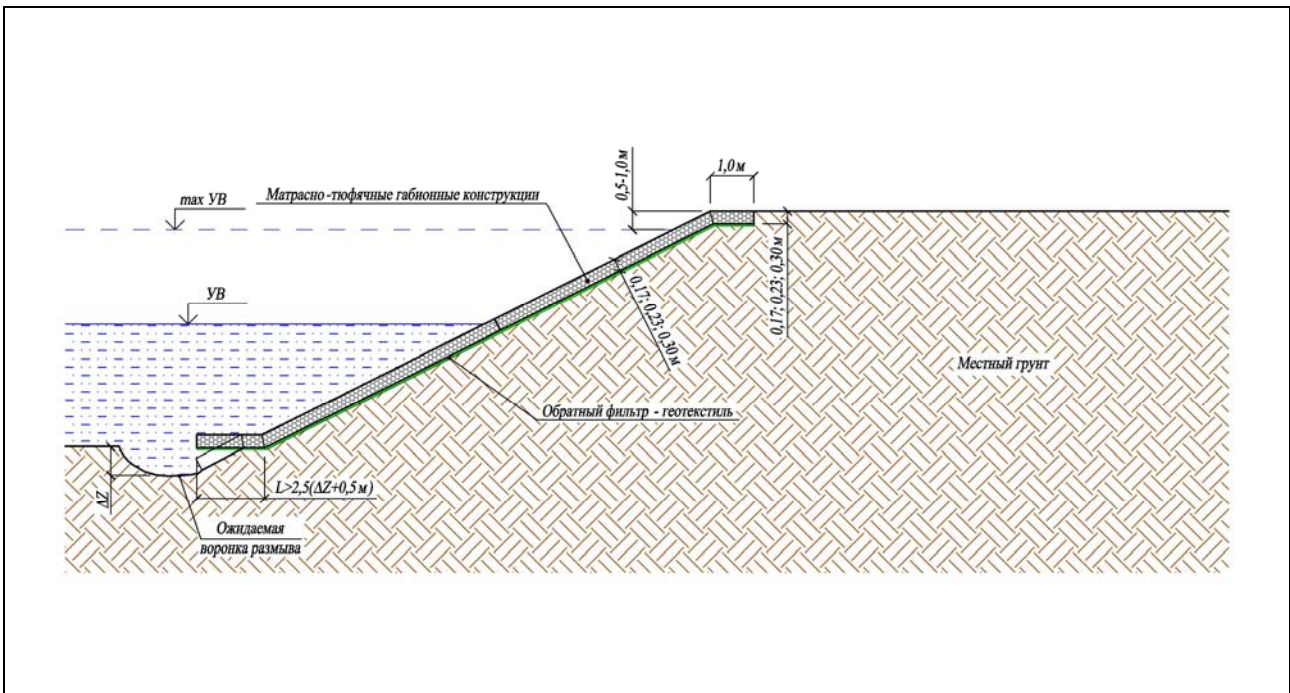


Рис. 7.15 Берегоукрепительное сооружение из матрасно-тюфячных габрионных конструкций

В практике строительства находит применение техническое решение по устройству берегоукрепительного сооружения из матрасно-тюфячных габрионных конструкций, заглубленных в землю на высоту, большую ожидаемой воронки размыва (рис. 7.16). Такое укрепление возможно при небольших глубинах, поскольку в противном случае проведение земляных работ становится затруднительным.

В обоснованных случаях обратную засыпку грунтом можно заменить на засыпку каменным материалом.

Согласно [22] уклон засыпки должен быть 1:1.

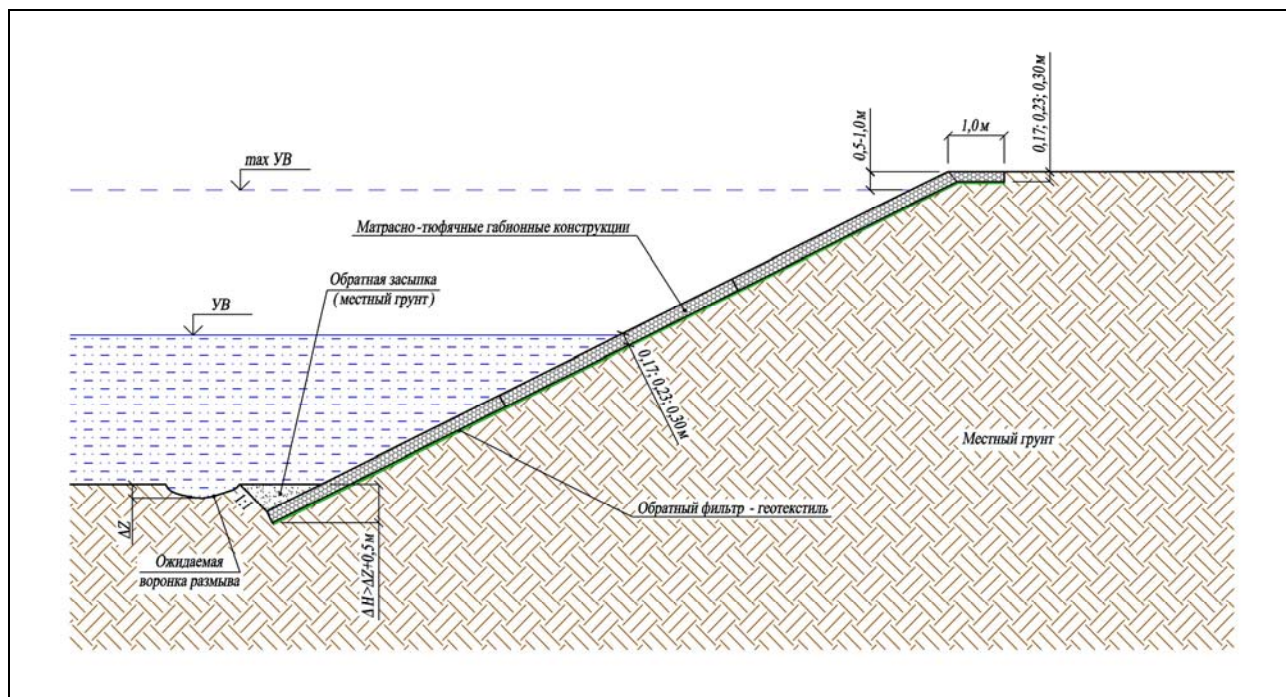


Рис. 7.16 Берегоукрепительное сооружение из матрасно-тюфячных габрионных конструкций с их заглублением в грунт

В обоснованных случаях экономически целесообразным является укладка по береговому откосу матрасно-тюфячных габрионных конструкций различной толщины (с нижней до верхней части укрепительного сооружения толщина применяемых матрасов уменьшается). Подобный вариант представлен на рис. 7.17. Стоит отметить, что это решение должно быть подтверждено соответствующими расчетами.

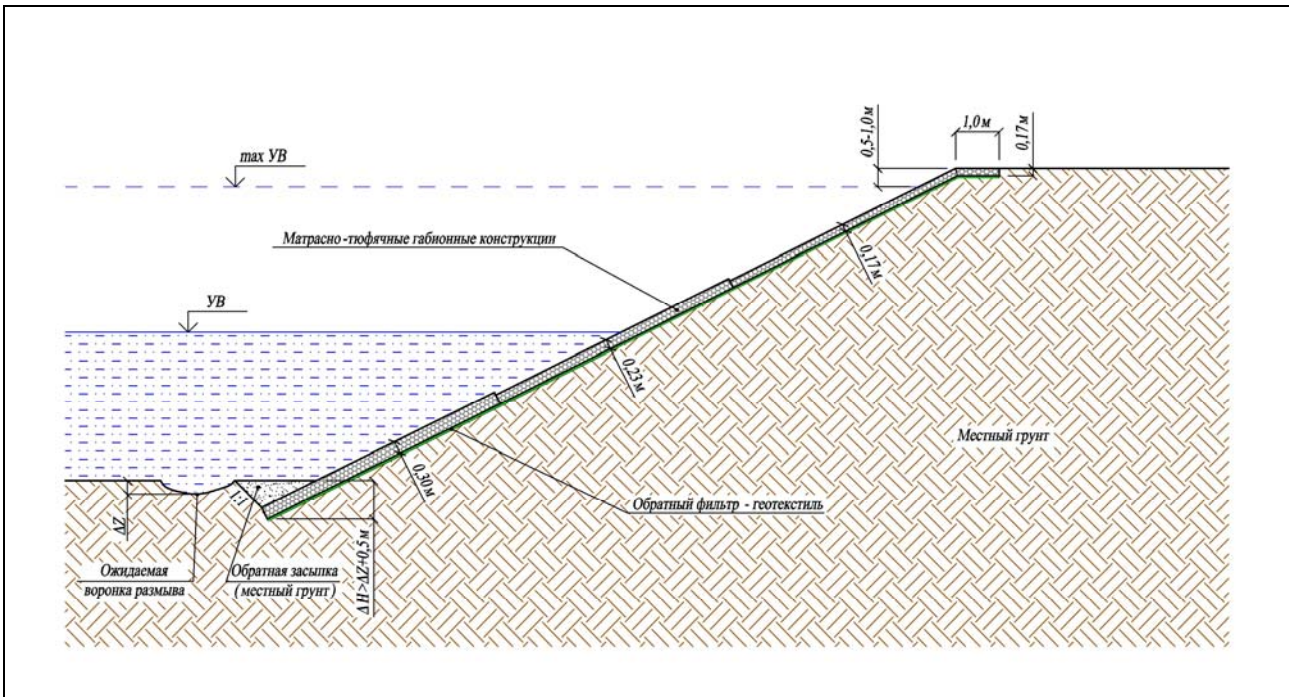


Рис. 7.17 Берегоукрепительное сооружение из матрасно-тюфячных габрионных конструкций различной толщины

В качестве защиты от подмыва берегоукрепительного сооружения возможно устройство “упорного зуба”. Эта конструкция может иметь совершенно разную структуру (подпорная стена небольшой высоты, несколько уложенных вместе габрионов, каменная наброска, а также комбинации этих вариантов).

При этом упорные конструкции в нижней части откосного укрепления для обеспечения их устойчивости должны учитывать возможность возникновения деформаций от подмыва.

На **рис. 7.18 – 7.20** приведены варианты, в которых роль “упорного зуба” выполняют коробчатые габрионные конструкции.

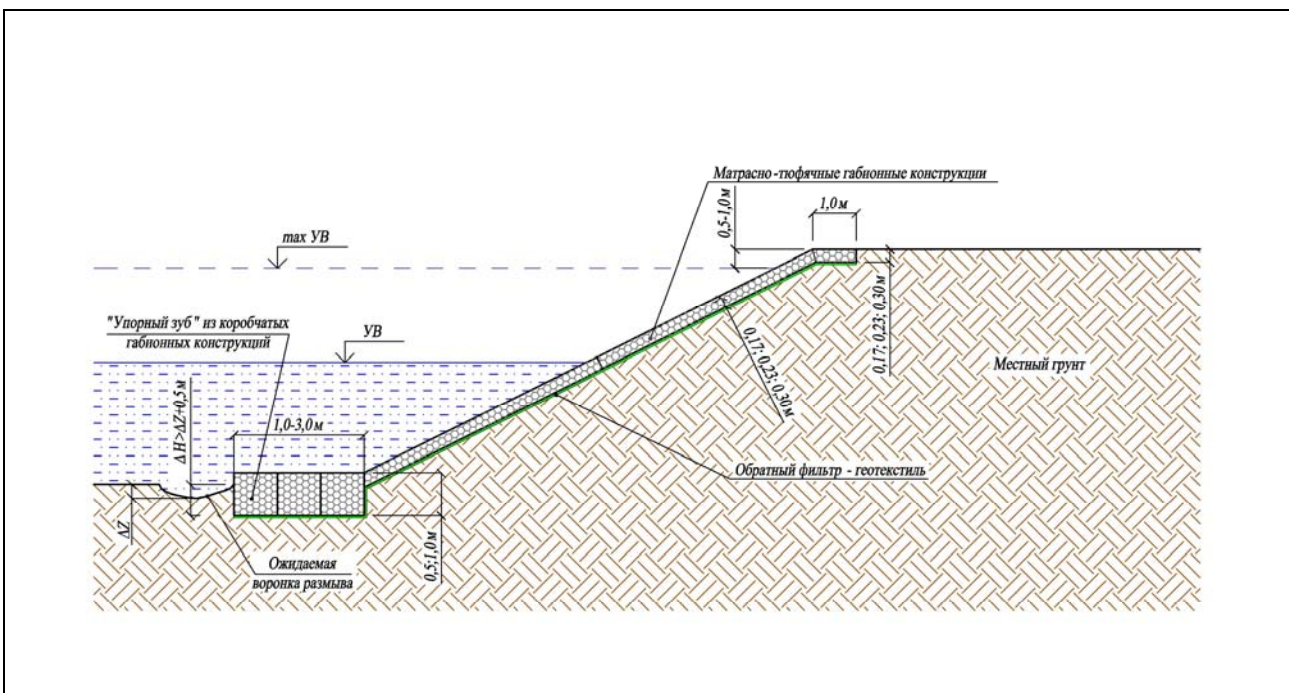


Рис. 7.18 Берегоукрепительное сооружение из матрасно-тюфячных габрионных конструкций с упорной конструкцией из коробчатых габрионных конструкций

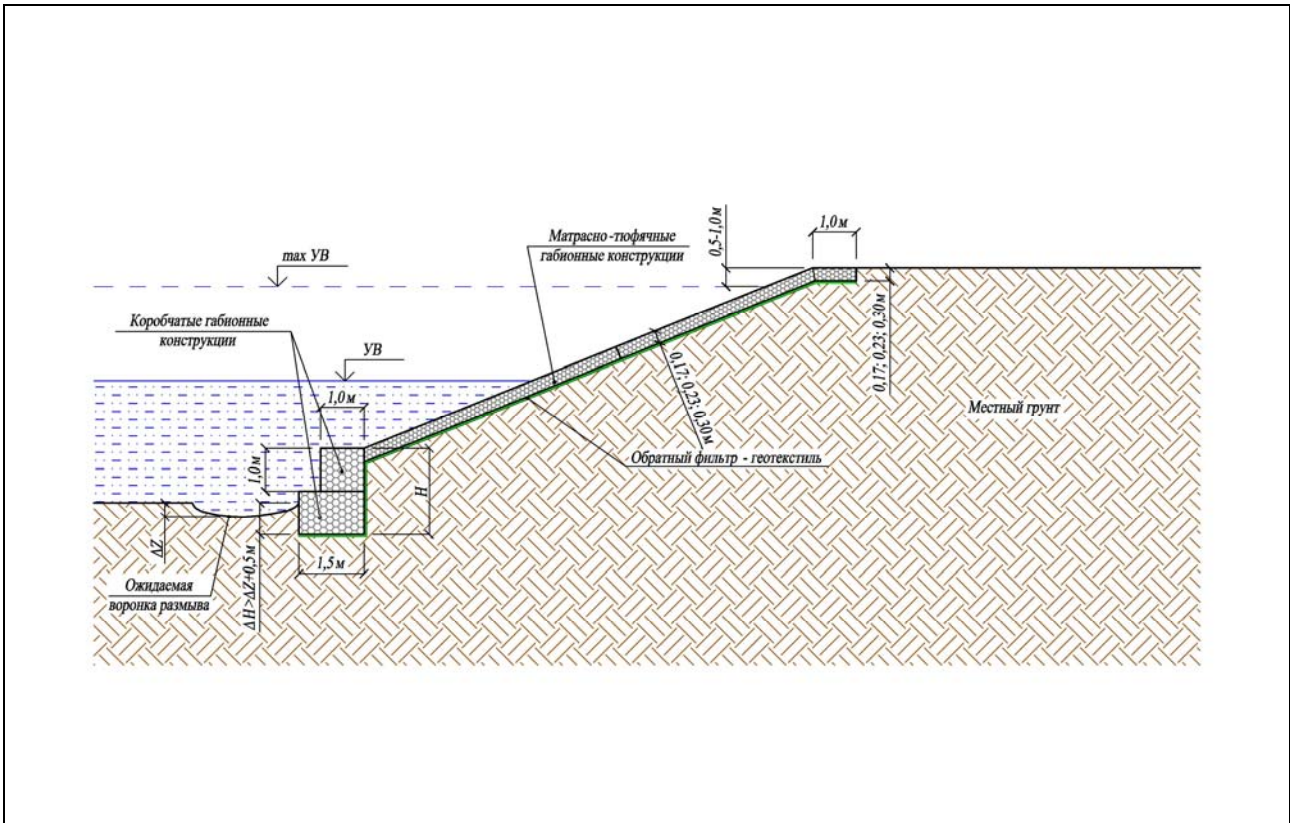


Рис. 7.19 Берегоукрепительное сооружение из матрасно-тюфячных габрионных конструкций с упорной конструкцией в виде подпорной стены из коробчатых габрионных конструкций

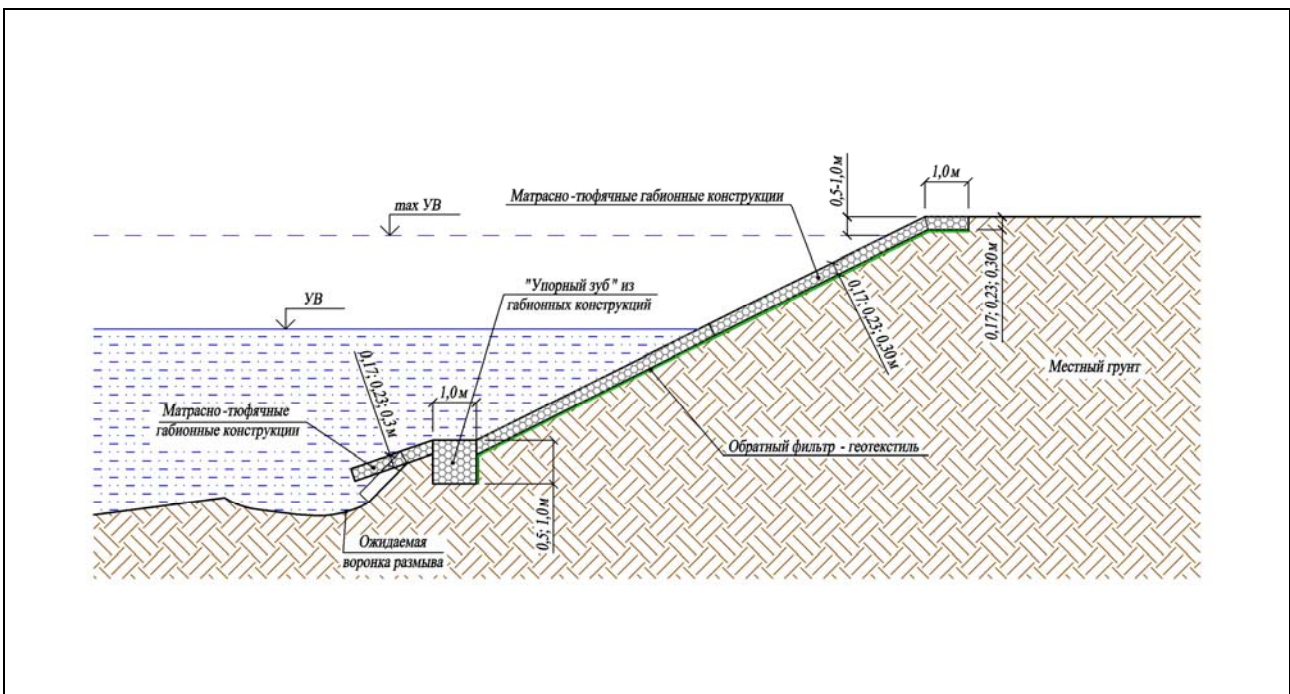


Рис. 7.20 Берегоукрепительное сооружение из матрасно-тюфячных габрионных конструкций с упорной конструкцией из коробчатых габрионных конструкций с "фартуком"

Упорная конструкция из каменной наброски чаще всего применяется в случаях, когда укладывать и заполнять габрионные конструкции затруднительно или невозможно (рис. 7.21), а также для обеспечения дополнительной устойчивости сооружения от подмыва (рис. 7.22).

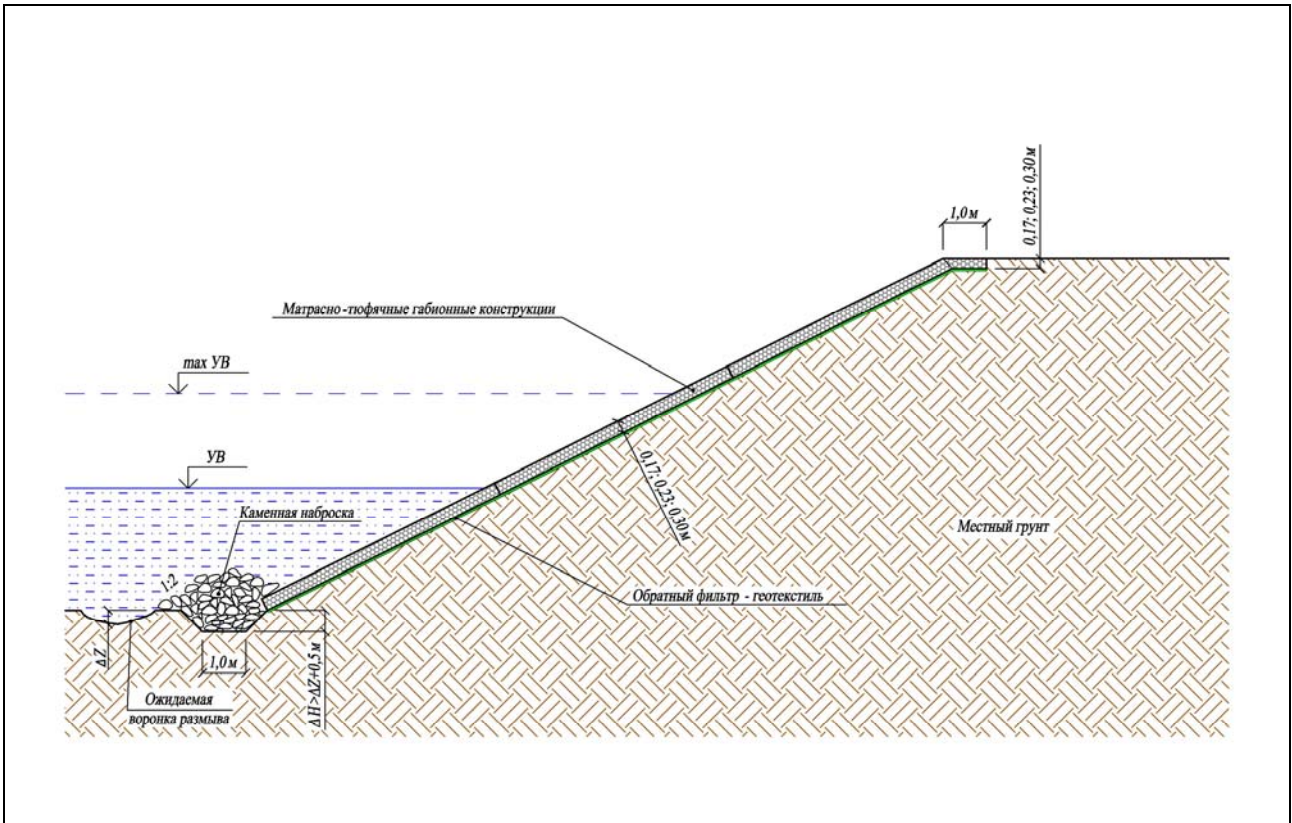


Рис. 7.21 Берегоукрепительное сооружение из матрасно-тюфячных габрионных конструкций с упорной конструкцией из каменной наброски

Согласно Методическим рекомендациям [14] при определении объема камня следует принимать уклон откоса воронки размыва равным 1:2, а толщину слоя каменной наброски не менее размера двух камней, соответствующего максимальной скорости течения воды при расчетной глубине размыва.

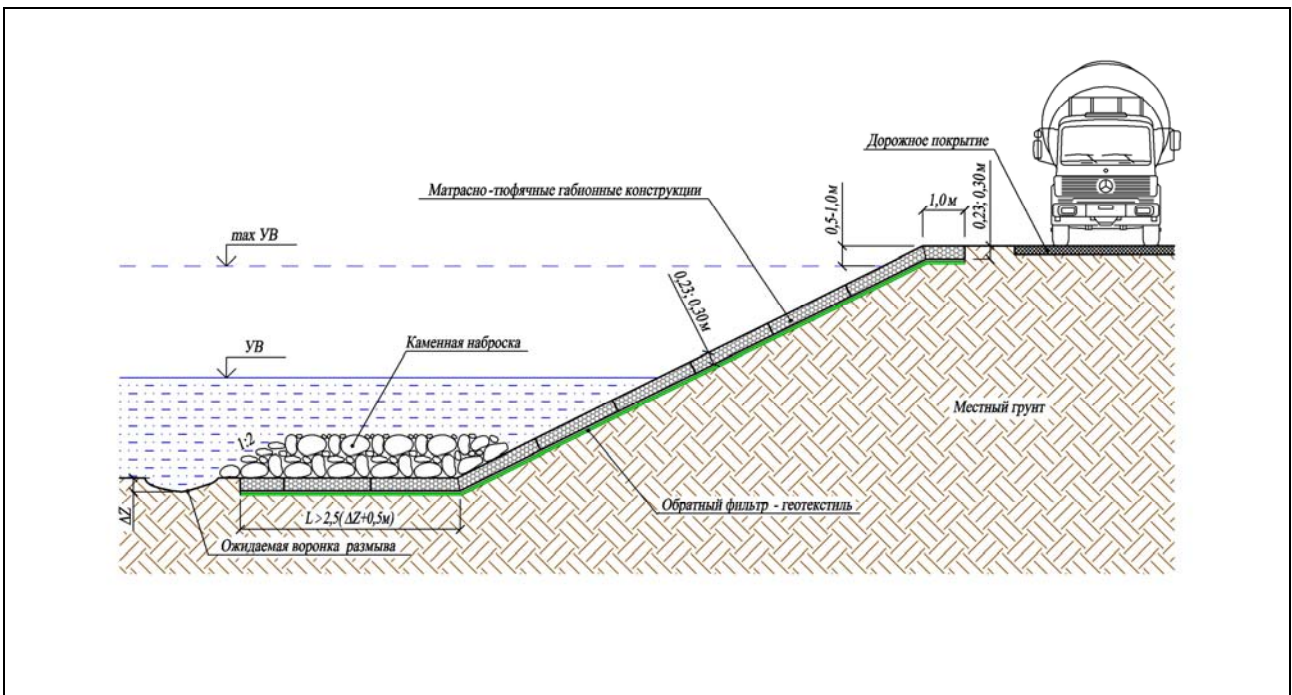


Рис. 7.22 Берегоукрепительное сооружение из матрасно-тюфячных габрионных конструкций с упорной конструкцией из "фартука" и каменной наброски

Устройство “упорного зуба” возможно и в верхней части берегоукрепительного сооружения (рис. 7.23).

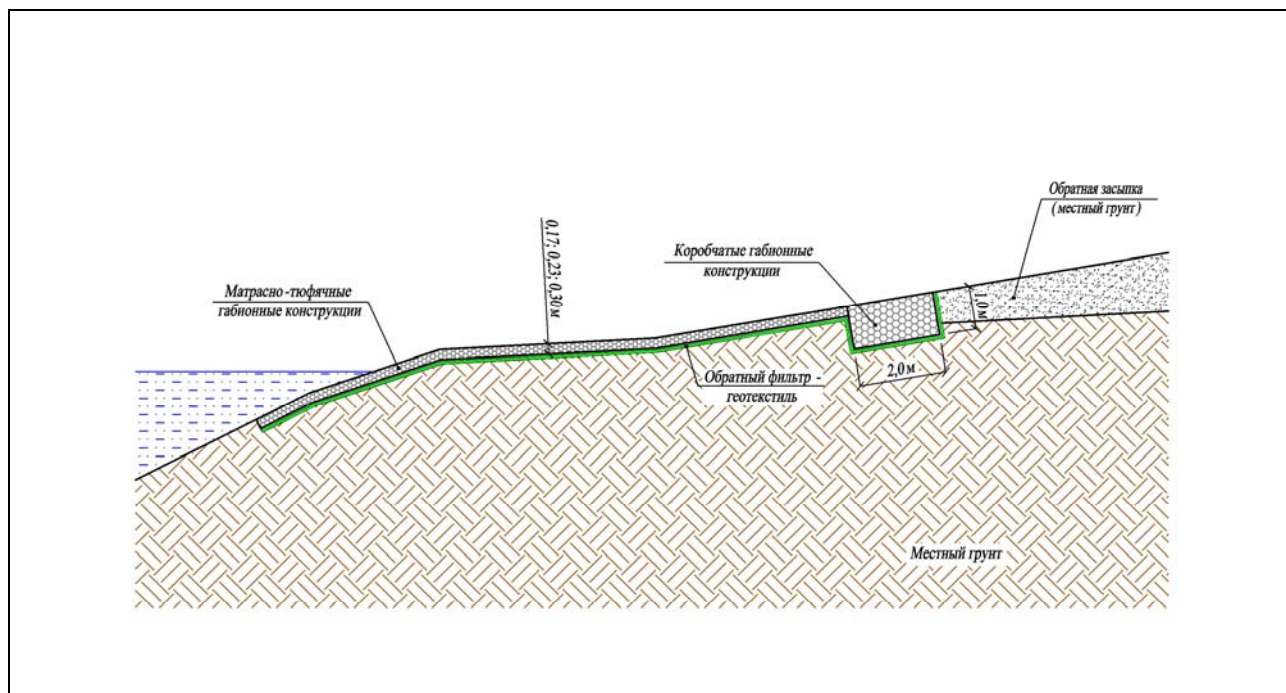


Рис. 7.23 Берегоукрепительное сооружение из матрасно-тюфячных габрионных конструкций с упорной конструкцией, расположенной в верхней части

Укрепление береговых откосов производится также при помощи подпорных стен из габрионных конструкций. Подпорные сооружения могут иметь различное очертание.

Они применимы при относительно большой крутизне берегового откоса и вынужденной необходимости стеснения пойменно-русловых массивов.

Габрионные стены способны выдерживать большие скорости течения воды, волновые и ледовые нагрузки.

Подпорно-защитные габрионные конструкции (рис. 7.24 – 7.27) должны быть рассчитаны на устойчивость против их опрокидывания, при этом расчеты устойчивости должны производиться на момент развития наибольшей глубины размыва.

Стоит отметить, что сечение подпорных стен из коробчатых габрионных конструкций может быть различным:

- с гладкой лицевой гранью (вариант 1 рис. 7.24);
- со ступенчатыми лицевой и задней гранями – “ёлочка” (вариант 2 рис. 7.24);
- с гладкой задней гранью (вариант 3 рис. 7.24);
- комбинированное (вариант 4 рис. 7.24);

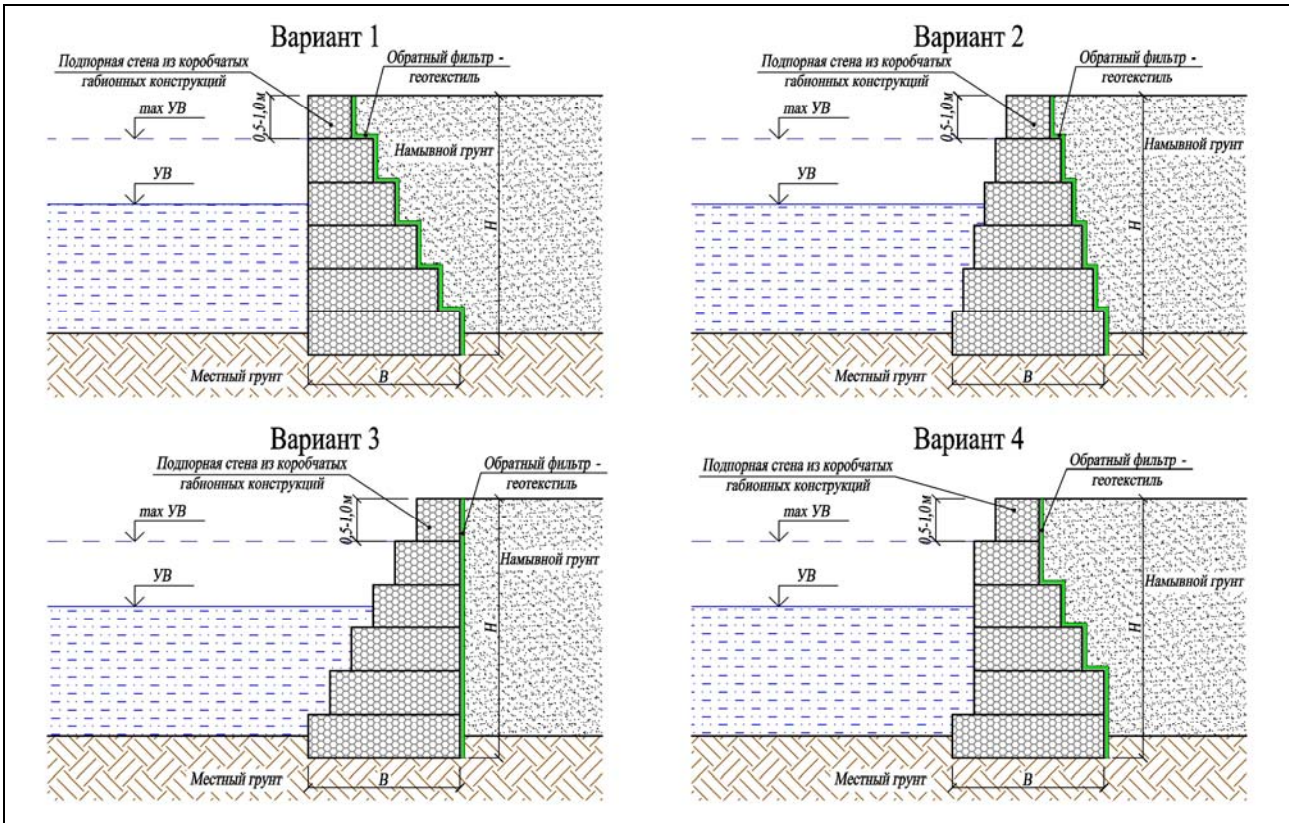


Рис. 7.24 Берегоукрепительное подпорно-защитное сооружение из корычатых габионных конструкций

В случае значительных глубин размывов наиболее предпочтительны стены, в нижней части которых проектируются матрасно-тюфячные габионные конструкции (рис. 7.25).

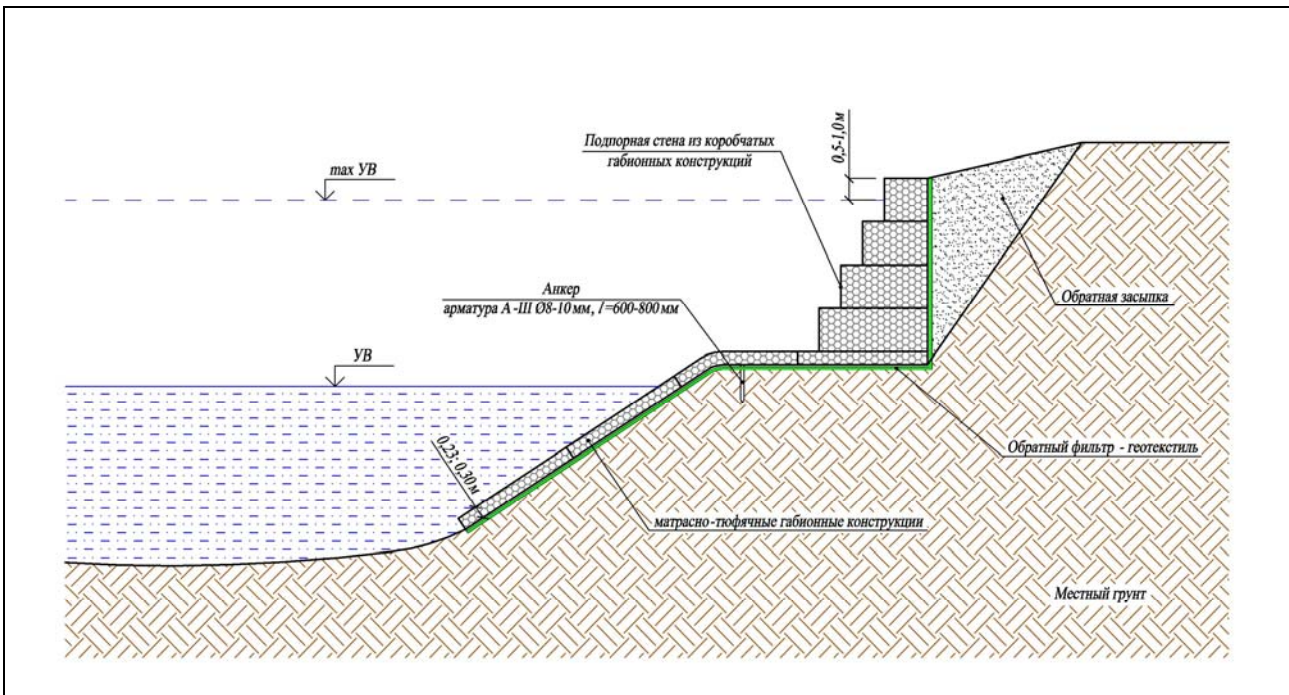


Рис. 7.25 Берегоукрепительное подпорно-защитное сооружение из корычатых габионных конструкций с "фартуком" из матрасно-тюфячных габионных конструкций

Подпорная стена откосно-ступенчатого типа устраивается, когда откос подвержен сильному размыву и оползневым воздействиям (рис. 7.26, 7.27).

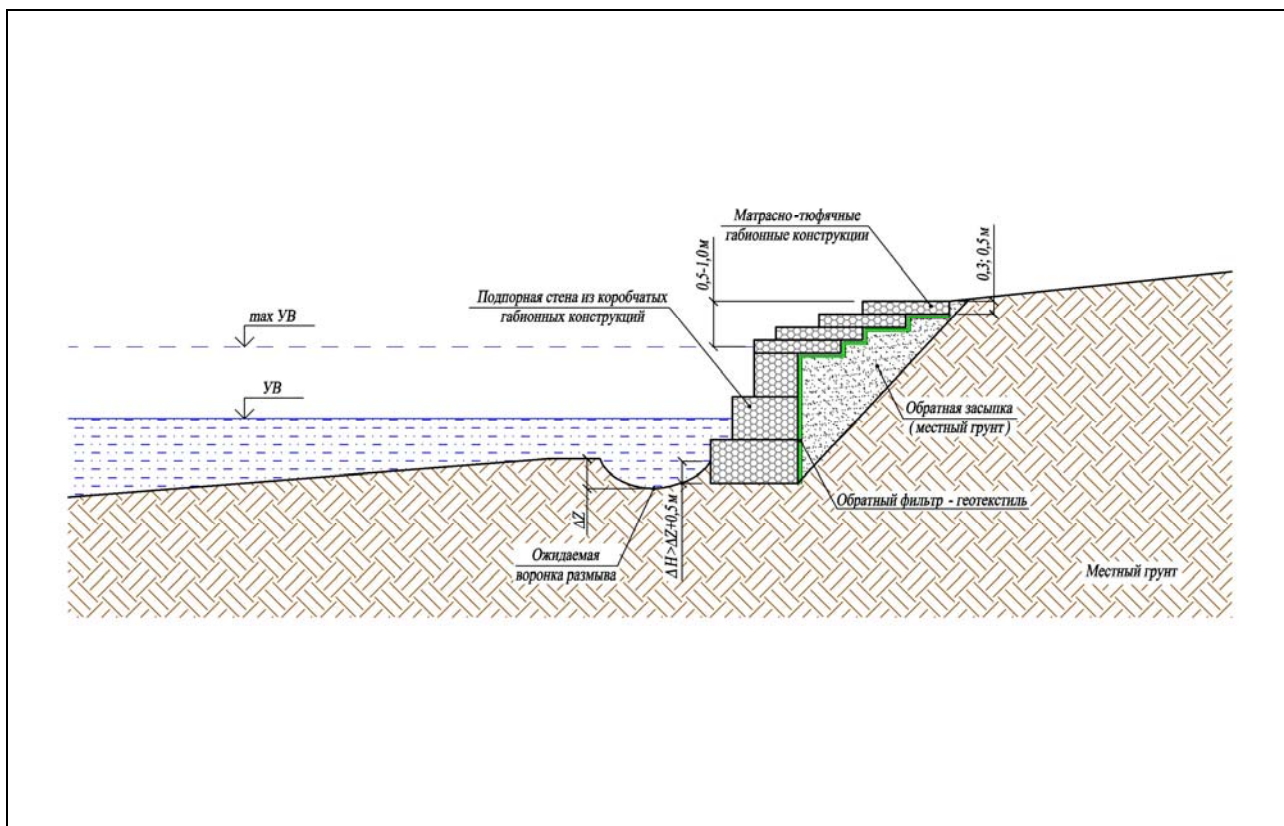


Рис. 7.26 Берегоукрепительное подпорно-защитное сооружение из габрионных конструкций откосно-ступенчатого типа

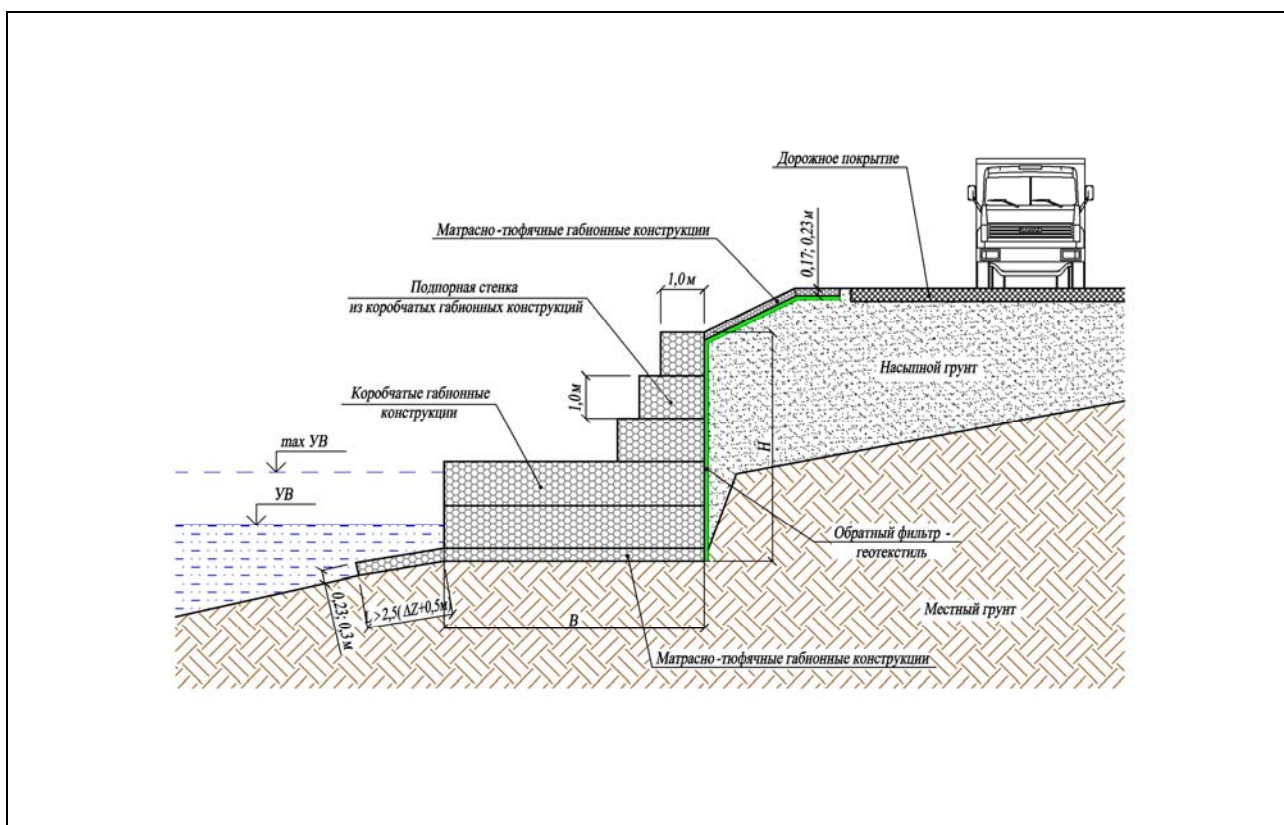


Рис. 7.27 Берегоукрепительное подпорно-защитное сооружение из габрионных конструкций при повышенных эксплуатационных требованиях

При необходимости упрочнения основания подпорной стены выполняют укладку заполненных цилиндрических габионных конструкций на проектную отметку основания сооружения (рис. 7.28). Количество рядов цилиндрических габионов должно определяться индивидуально в зависимости от глубины меженных вод.

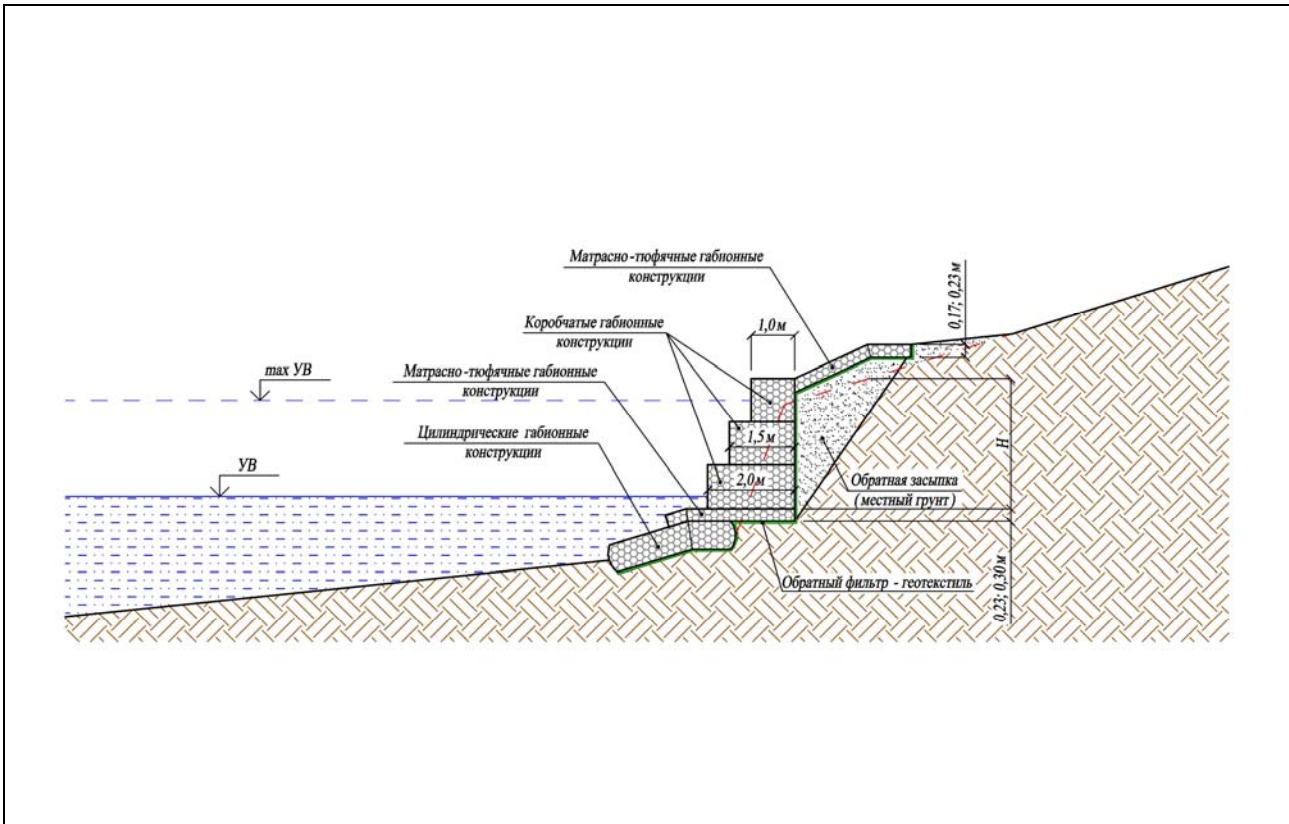


Рис. 7.28 Берегоукрепительное подпорно-защитное сооружение из коробчатых габионных конструкций с усилением основания цилиндрическими габионными конструкциями

В качестве конструктивного решения возможно возведение подпорной стены из коробчатых габионных конструкций с армирующей панелью. Однако это возможно лишь выше максимального уровня воды. На высоте, ниже этого уровня укладываются и заполняются коробчатые (при необходимости – матрасно-тюфячные) габионные конструкции шириной 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 м (рис. 7.29).

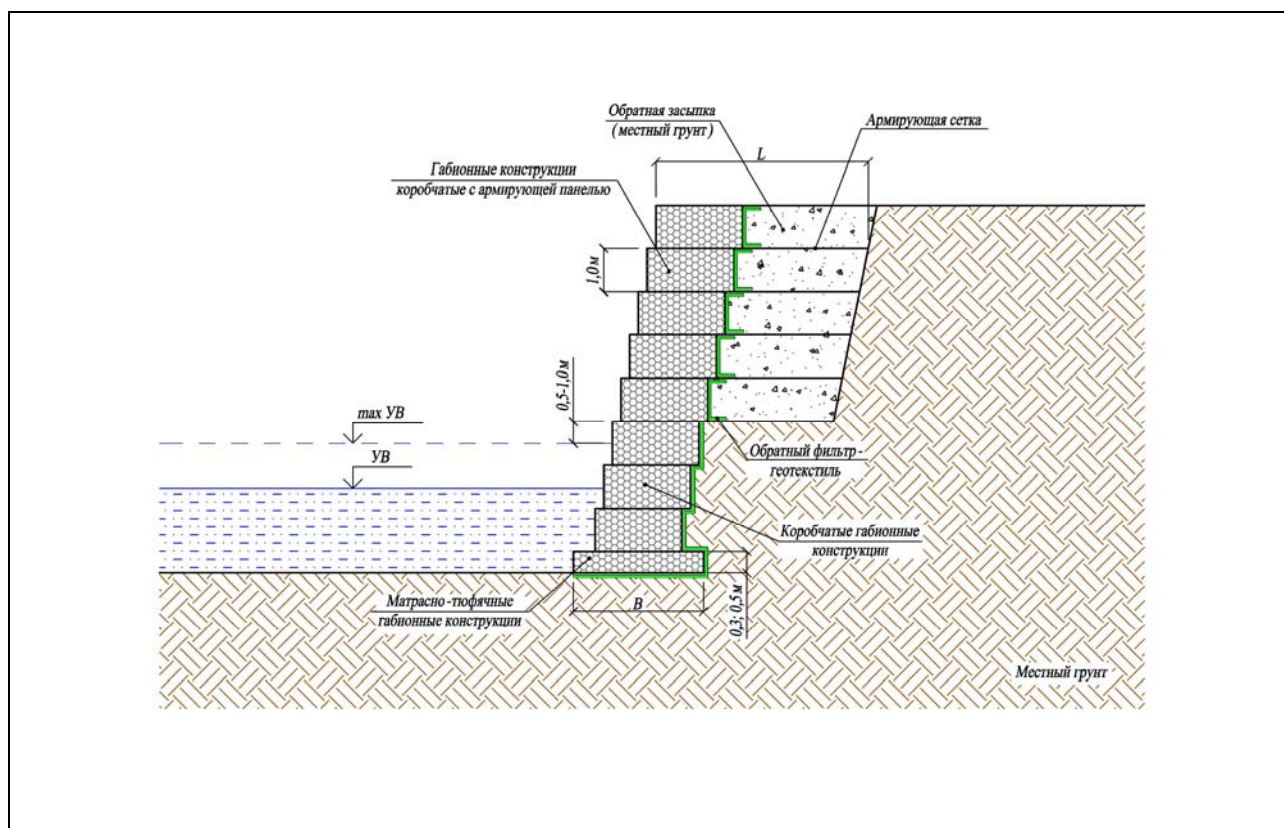


Рис. 7.29 Берегоукрепительное подпорно-защитное сооружение из коробчатых габрионных конструкций с армирующей панелью с усилением основания коробчатыми габрионными конструкциями

7.4 Укрепление берегов и русел малых водоемов

Укрепление берегов и русел малых водоемов аналогично обычному береговому укреплению, за исключением того, что, поскольку монтажные работы зачастую не вызывают затруднений, то матрасно-тюфячные габрионные конструкции укладываются по руслу в качестве защиты от линейной эрозии размыва.

На **рис. 7.30** представлены варианты конструктивных решений габрионных защитных сооружений, оберегающих водоем от русловой и склоновой эрозии размыва.

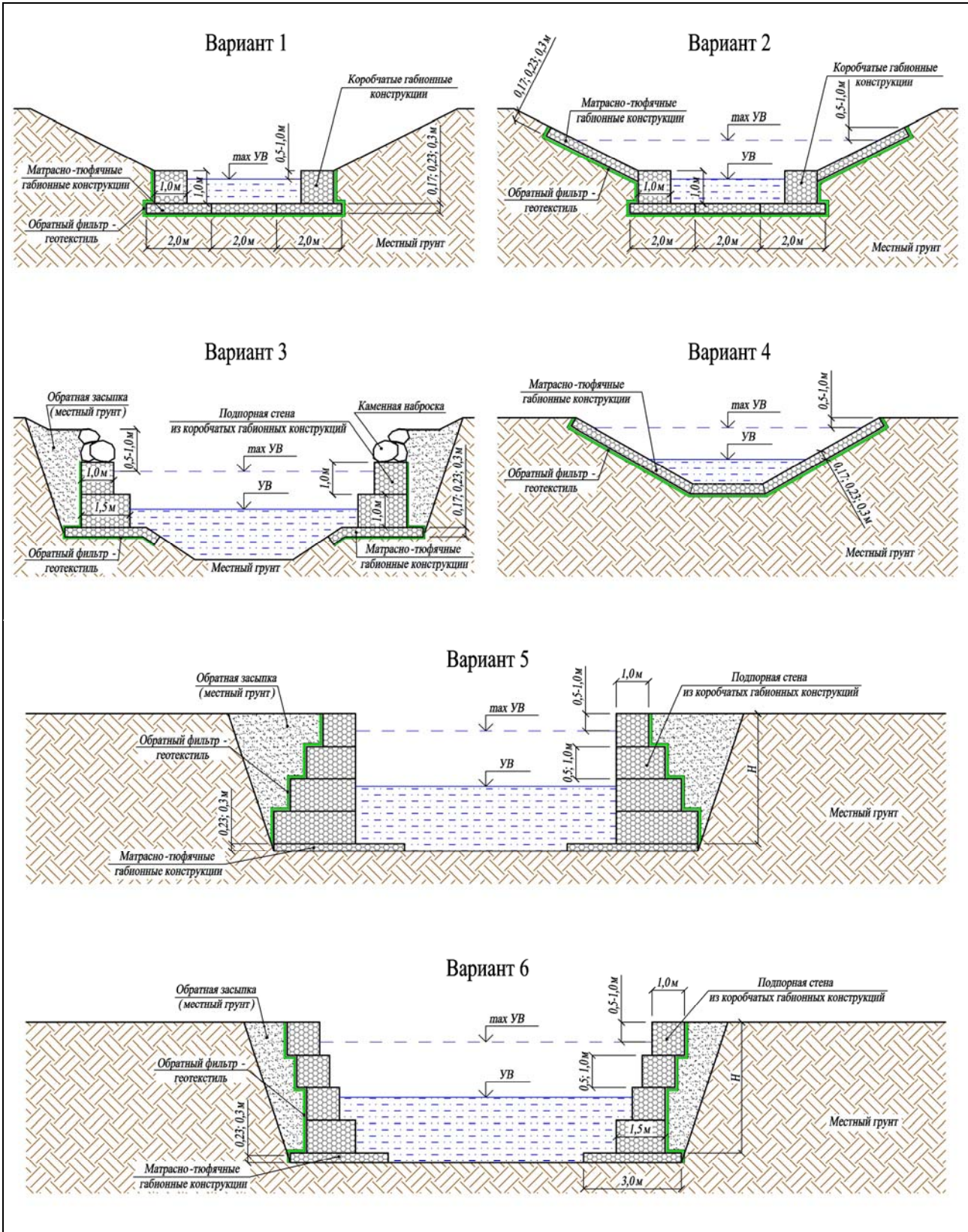


Рис. 7.30 Варианты укрепления из коробчатых габионных конструкций берегов и русел малых водоемов

7.5 Укрепление подмостовых конусов и русел, мостовых опор

Подмостовые конуса и укрепляемые русла являются ответственными сооружениями, предназначенными для восприятия нагрузок и паводочных процессов и явлений.

От их устойчивости во многом зависит сохранность основных конструктивов мостов и дорожного полотна, а также их надежное функционирование в период эксплуатации.

Согласно [19] габрионные конструкции применимы в качестве укрепления мостовых опор, подмостовых конусов и русел при скорости течения до 6 м/с, высоте волны до 1,5 м. К основным особенностям относится возможность использования низкосортного камня. Габрионные сооружения применяются на горных реках – при крупных грунтах и бурных потоках.

К числу рекомендуемых схем укрепления подмостовых конусов в условиях возможного размыва под мостами относятся схемы, представленные на рис. 7.31.

При небольших пролетах мостов, в которых подмостовые конуса и их укрепления трудно размещаемы, целесообразно конструктивное решение варианта 1 рис. 7.31.

Схема по варианту 2 рис. 7.31 целесообразна при больших пролетах мостов со свободно размещаемыми в них подмостовыми конусами, не стесняющими подмостовое пространство.

Подмостовые конуса позволяют увеличить подмостовое пространство, отодвинуться от воронки местного размыва, возникающей у промежуточной опоры моста, и обеспечить защиту при достаточности низа укрепления.

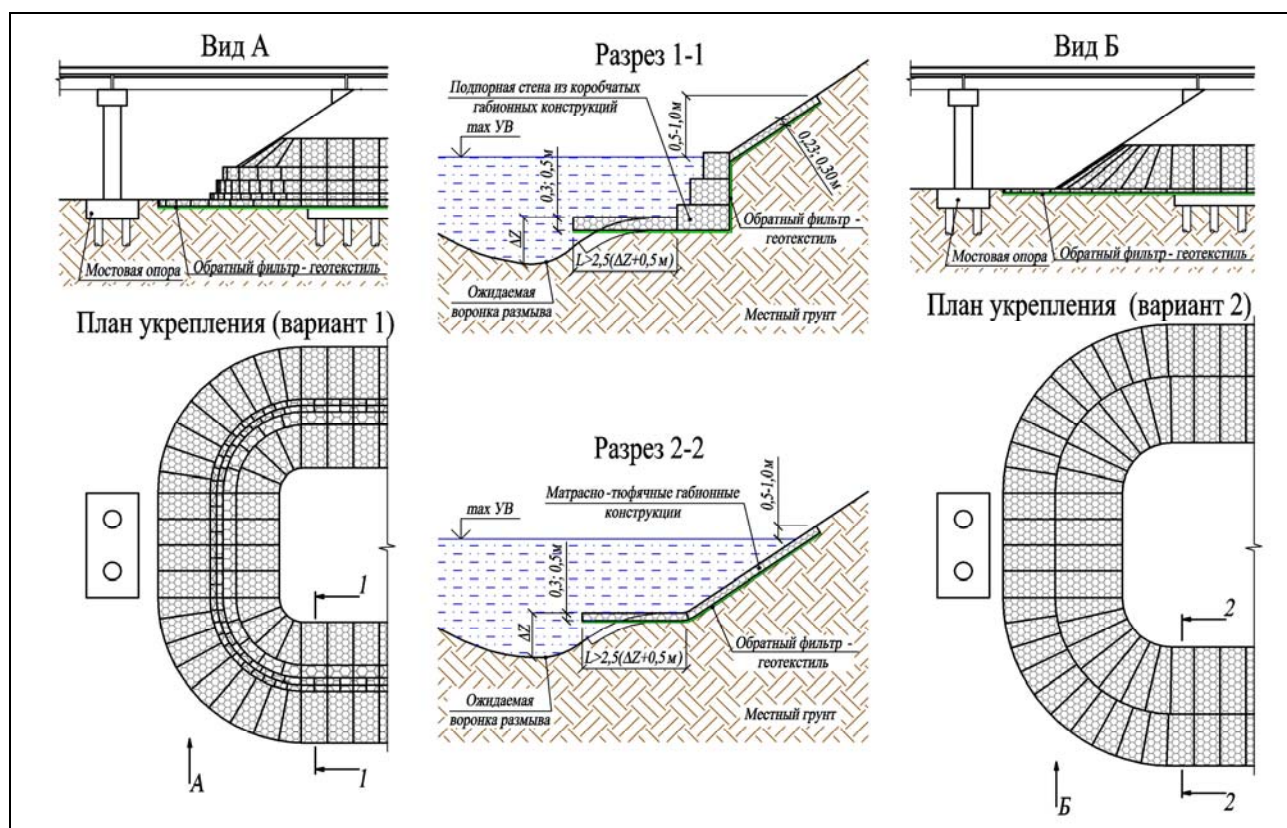


Рис. 7.31 Варианты укрепления подмостовых конусов габрионными конструкциями

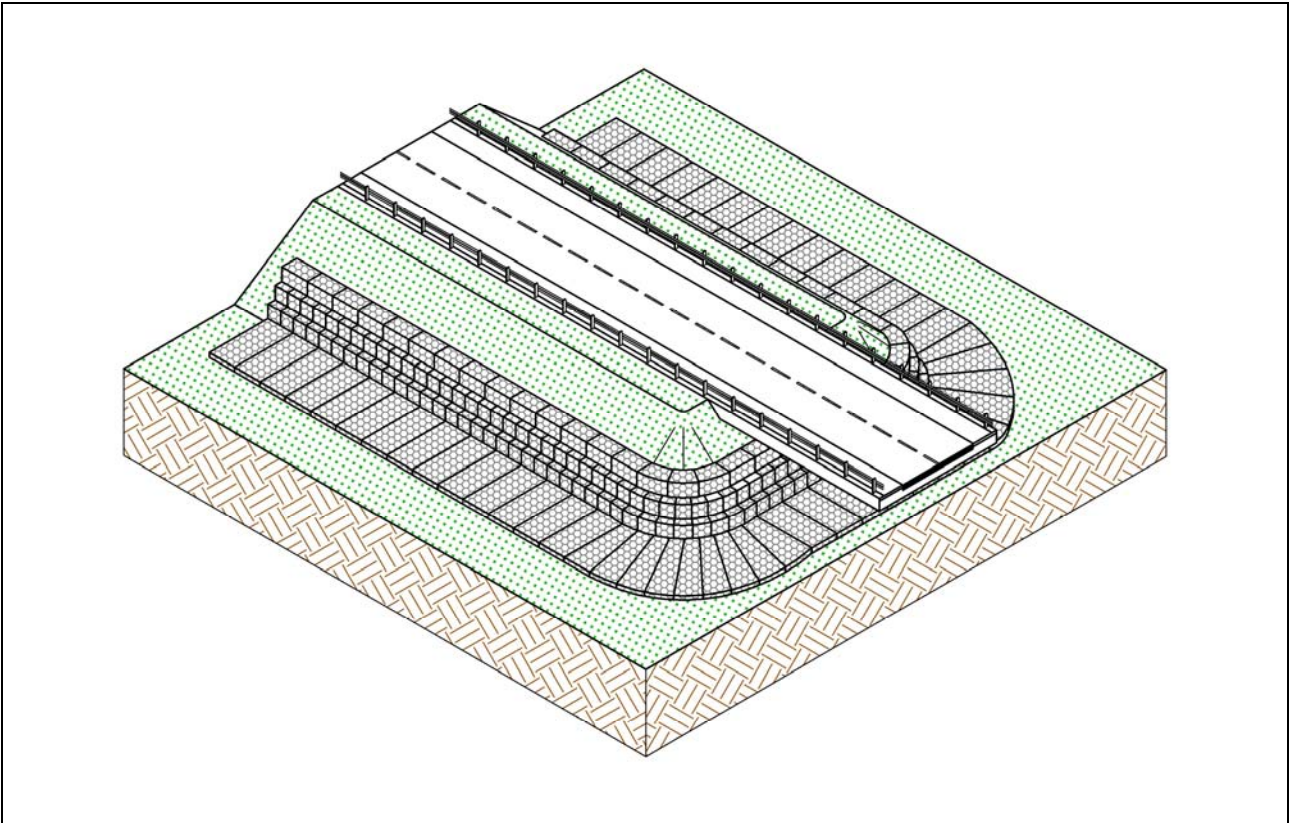


Рис. 7.32 Изометрия подмостового конуса из габийонных конструкций

Зачастую устройство подмостовых конусов затруднительно и неоправдано существующим рельефом и направлением русла водоема, либо отсутствием этого водоема. В этом случае подмостовые склоны защищаются аналогично береговому укреплению. Подобные конструктивные решения представлены на **рис. 7.33, 7.34**.

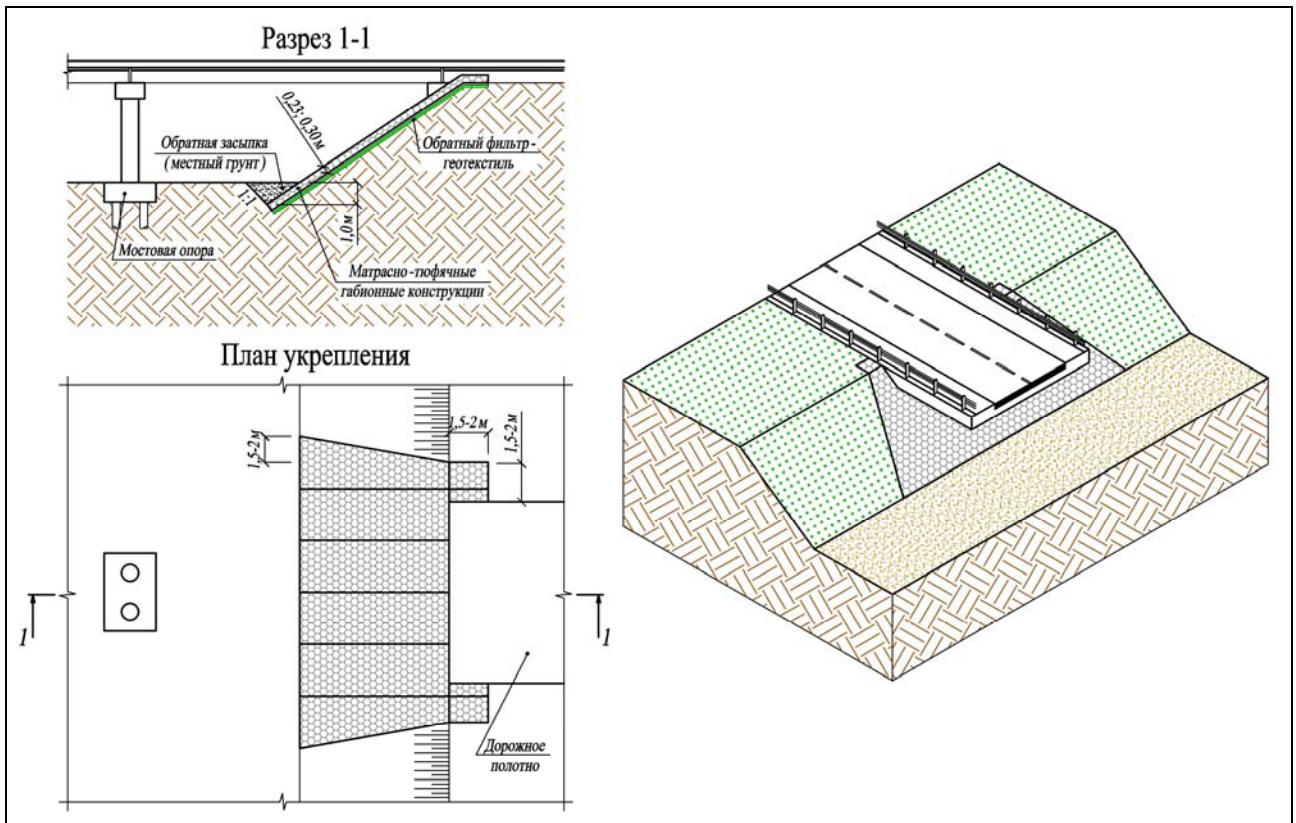


Рис. 7.33 Укрепление подмостового откоса габийонными конструкциями (вариант 1)

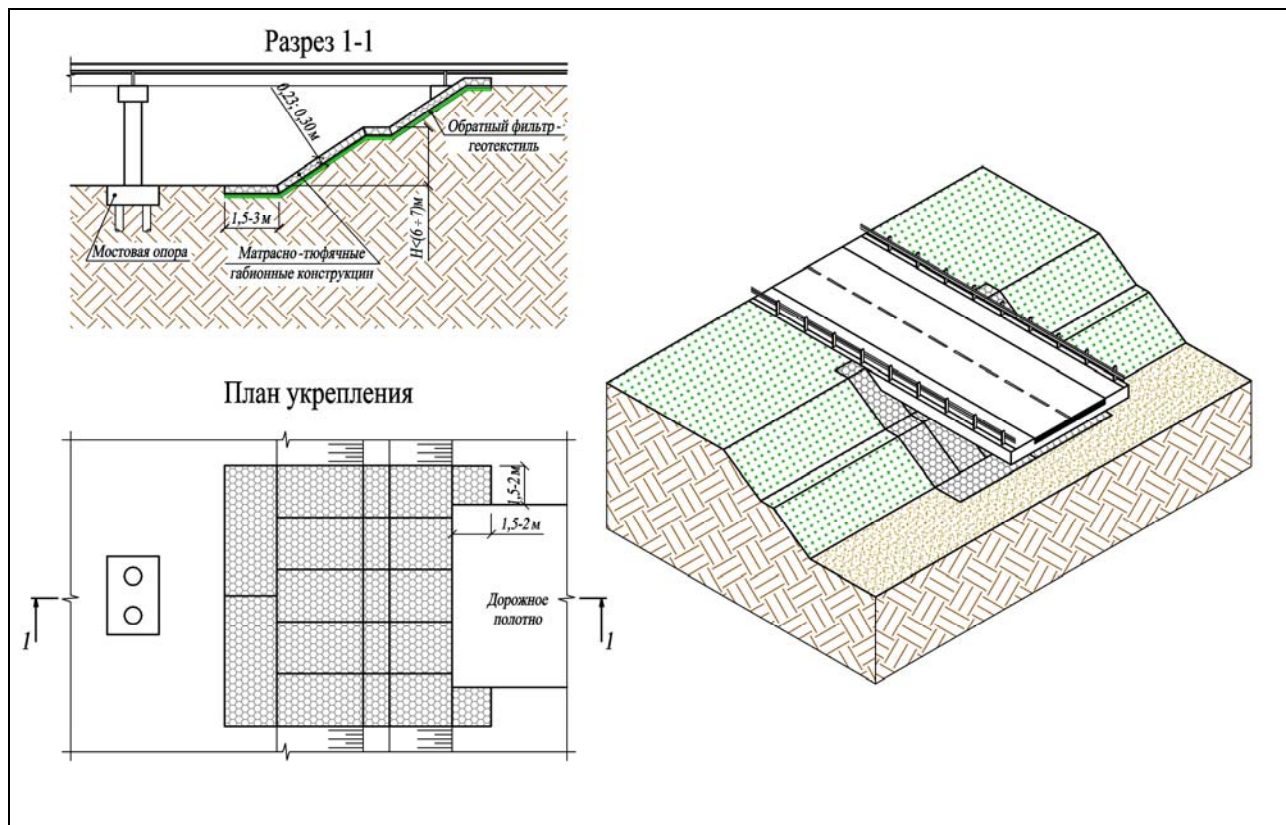


Рис. 7.34 Укрепление подмостового откоса габрионными конструкциями (вариант 2)

Конструктивные решения, представленные на рекомендуемых схемах укрепления подмостовых конусов, апробированы практикой строительства и эксплуатацией построенных сооружений.

Укрепление одиночных опор моста от возможного возникновения их подмыва и при отсутствии меженных вод, а также подтопления в период производства укрепительных работ может быть выполнено применительно к конструктивному решению, представленному на **рис. 7.35**.

Оно предполагает применение матрасно-тюфячных габрионов совместно с коробчатыми, соединенными с бетонным ростверком или основанием опоры моста.

В условиях возможного возникновения размывов по всему подмостовому сечению и угрозы подмыва всех опор мостов одним из наиболее оптимальных решений является устройство сплошного укрепления подмостового русла.

Одним из таких решений может быть укрепление габрионными конструкциями, представленное на **рис. 7.36**. Оно позволяет совместить укрепление подмостовых конусов с укреплением всех промежуточных опор и тем самым создать условия пропуска паводков по неразмываемому подмостовому пространству.

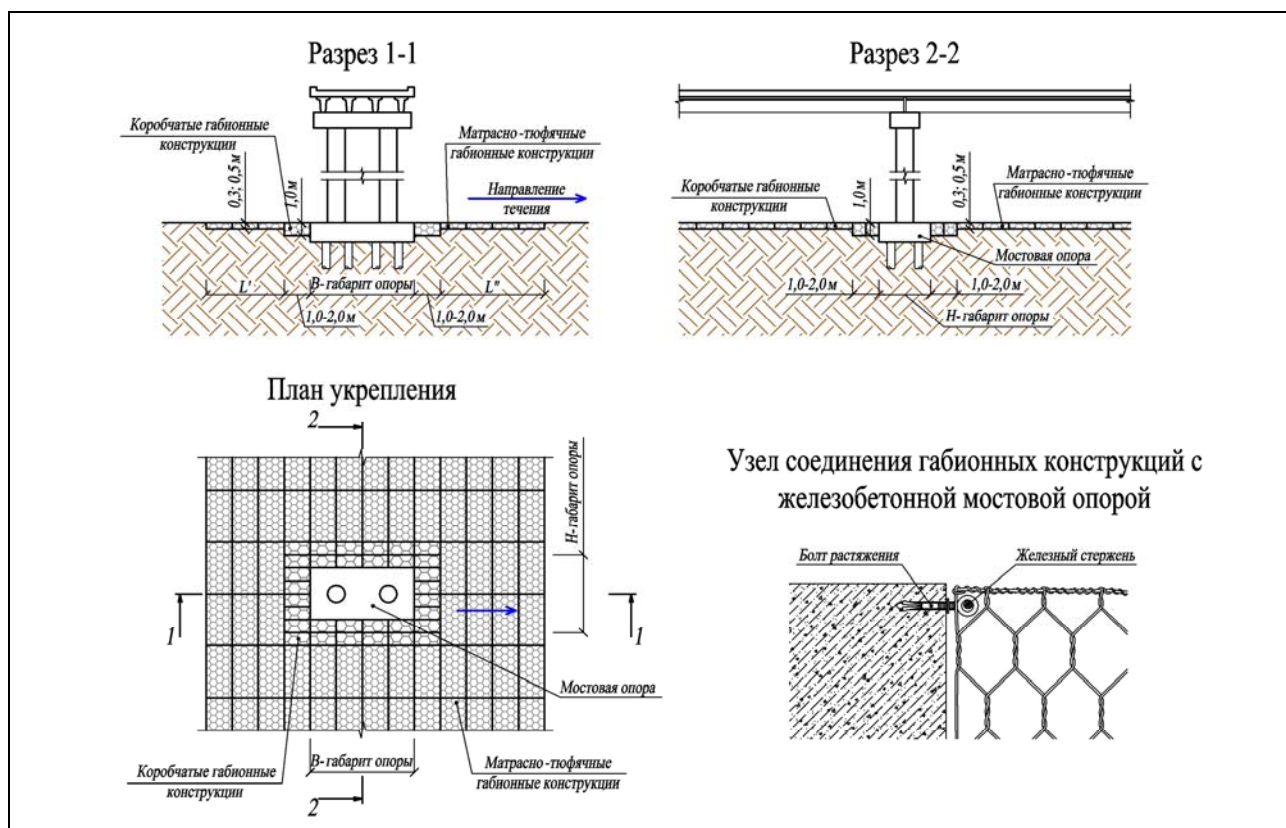


Рис. 7.35 Укрепление одиночной опоры моста габионными конструкциями

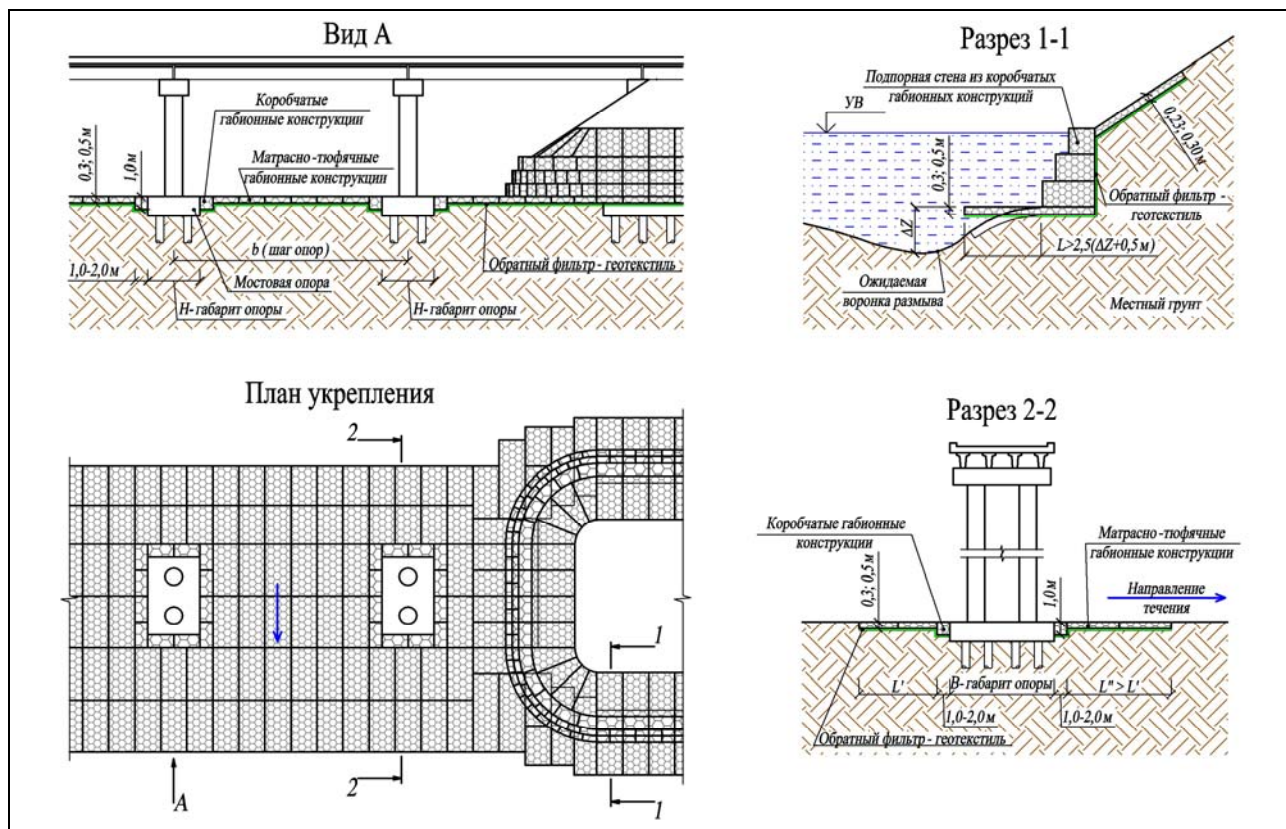


Рис. 7.36 Укрепление подмостового пространства и подмостового конуса габионными конструкциями

В конструктивных решениях, представленных на рис. 7.35 и 7.36, длины, а также толщины матрасно-тюфячных укреплений выше и ниже укрепляемых опор моста по направлению течения, а также вдоль моста должны определяться индивидуально в

зависимости от расчетно-прогнозного плано-высотного очертания воронки размыва, ее глубины, а также от скорости течения.

7.6 Волнорезы

Укрепления в виде поперечных или наклонных волнорезов применяются для защиты береговых линий, регулирования русла и формирования естественного ландшафта в русле и пойме (рис. 7.37 – 7.39).

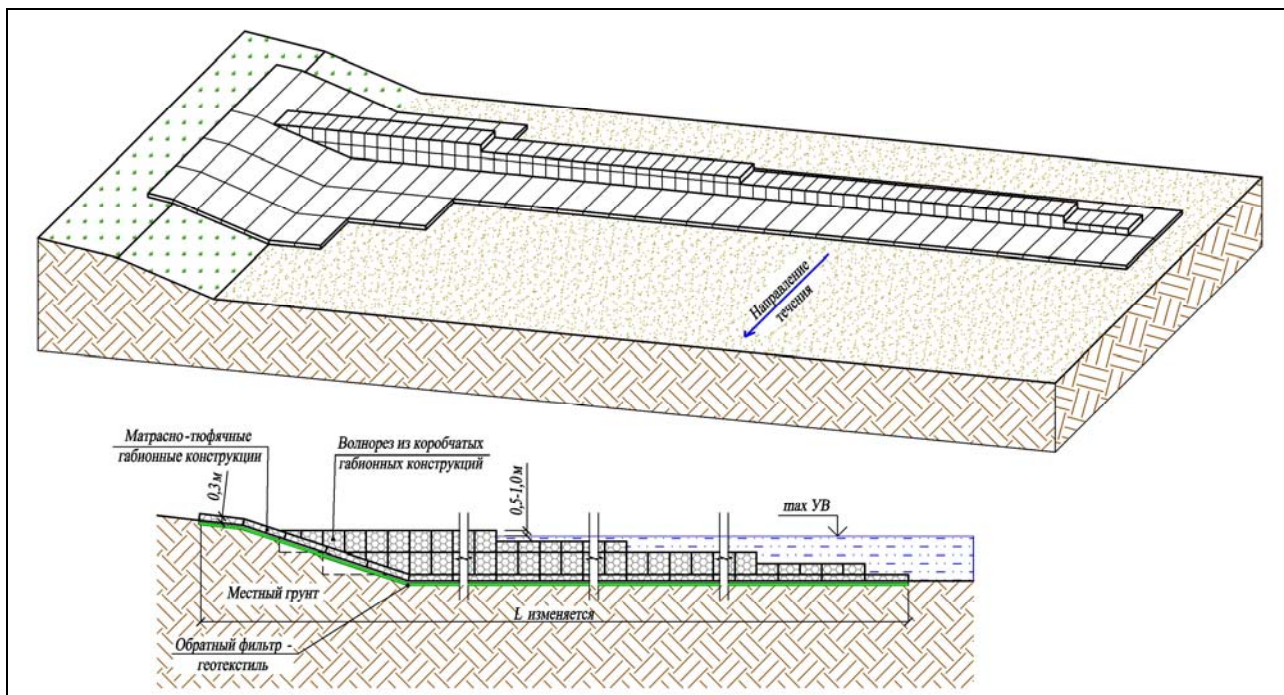


Рис. 7.37 Укрепление в виде волнорезов из габрионных конструкций (вариант 1)

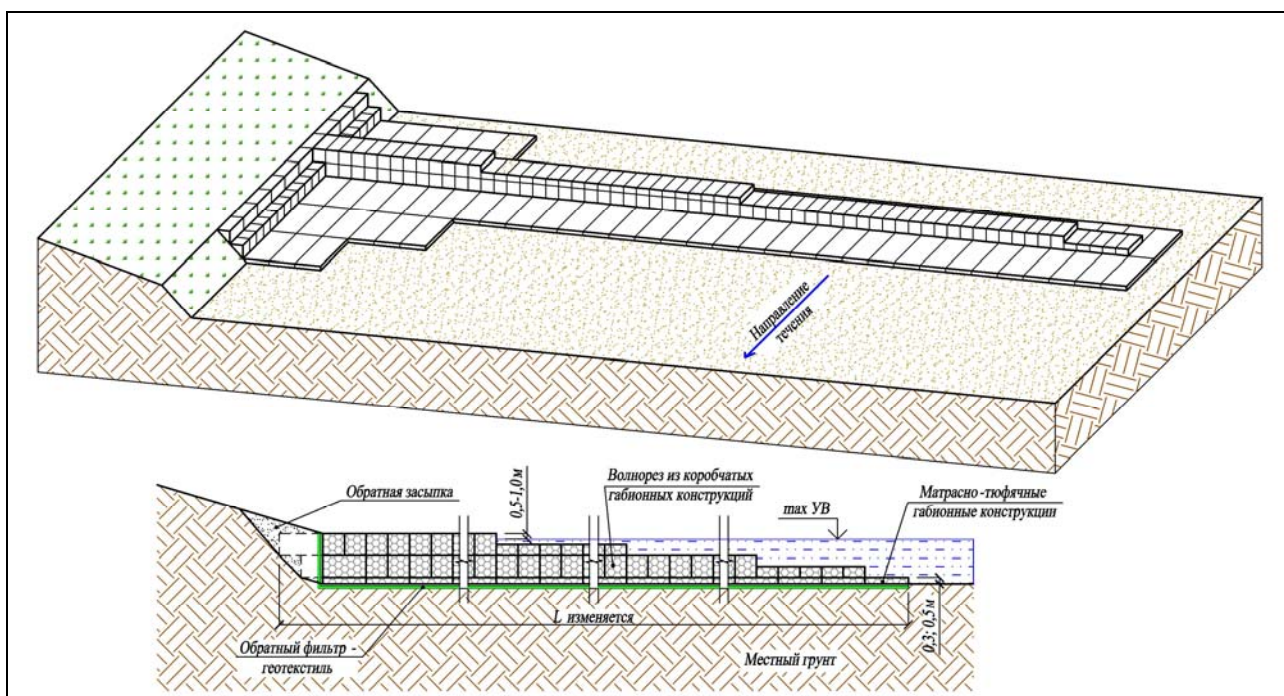


Рис. 7.38 Укрепление в виде волнорезов из габрионных конструкций (вариант 2)

Габаритные размеры шпор определяются скоростью потока, уровнем воды в водоеме. Протяженные шпоры представлены на **рис. 7.37, 7.38**. При невысоких гидрологических характеристиках допустимо устраивать волнорезы небольшой длины (**рис. 7.39**).

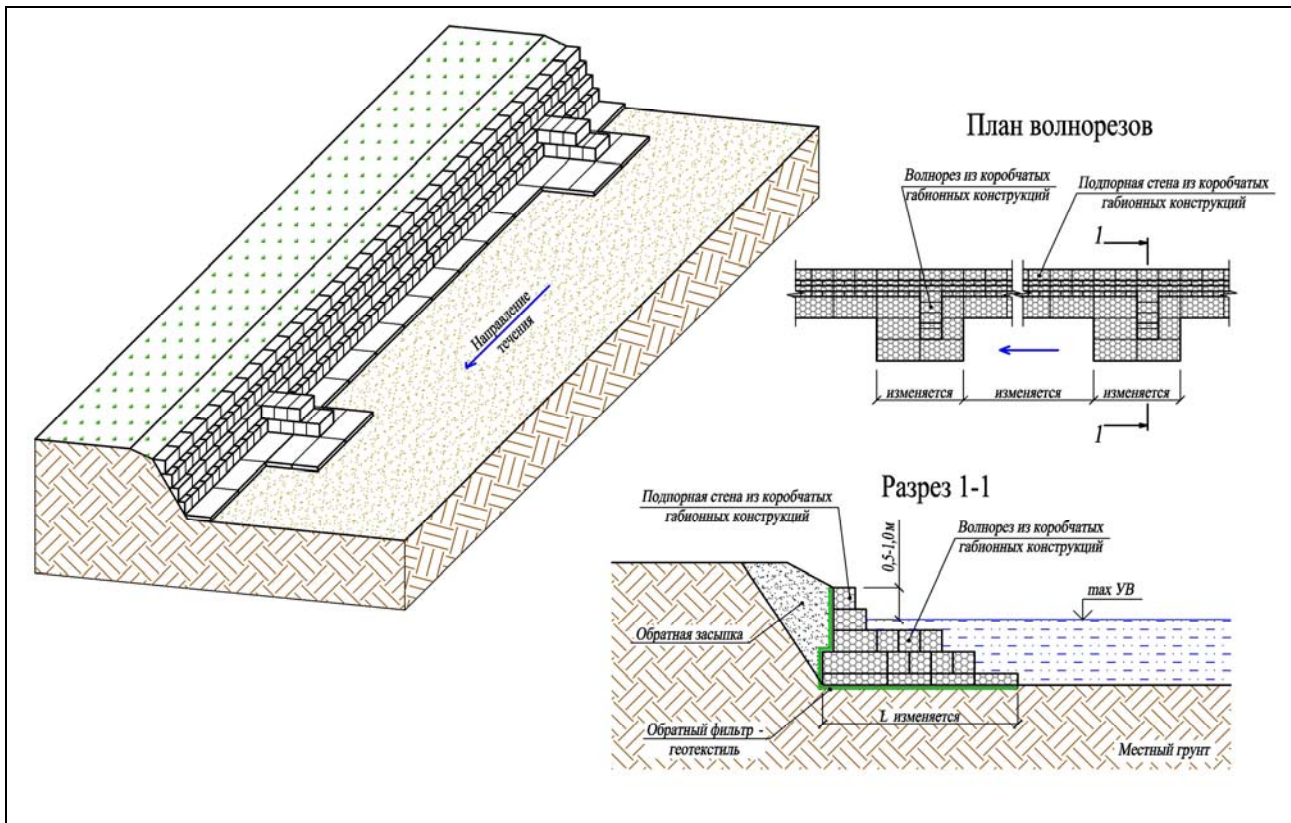


Рис. 7.39 Укрепление в виде небольших волнорезов из габионных конструкций

7.7 Водотоки, водоспуски, водосбросы

Отводящие русла от дорог, мостов или иных сооружений могут быть устроены в виде наклонно или ступенчато располагаемых (откосных) габионных сооружений или в виде консольных водосборов, за которыми должно быть габионное укрепление для гашения скорости течения воды.

Конструкции таких габионных укреплений подводящих русел должны прорабатываться индивидуально с учетом расчетного расхода воды и гидравлических характеристик водного потока.

Быстротоки, выполненные из габионов, могут применяться не только в качестве подводящих и отводящих русел, но и в качестве самостоятельного косогорного водосбросного сооружения для отвода воды из кюветов, нагорных канав и других сооружений и сброса ее в русла водотоков и в другие пониженные места рельефа.

К числу возможных конструктивных решений устройства водотоков при уклонах 1:10 – 1:3, обеспечивающих устойчивость сооружения, могут быть отнесены схемы габионных укреплений, представленные на **рис. 7.40**.

Согласно Методическим рекомендациям [15] на местности с поперечным уклоном 1:50 при высоте насыпи менее 1,5 м, на участках с переменной сторонностью поперечного уклона, а также на болотах водоотводные каналы следует проектировать с двух сторон земляного полотна автомобильных дорог.

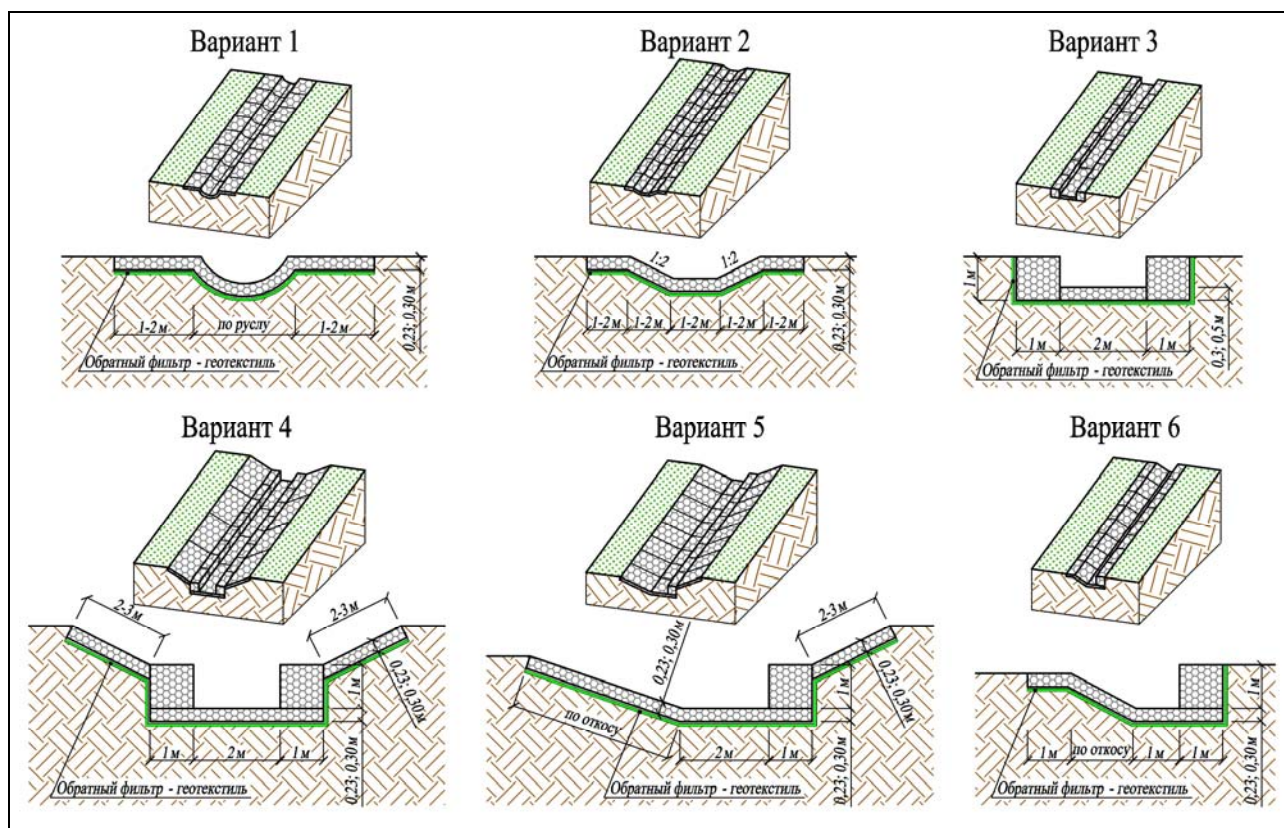


Рис. 7.40 Варианты устройства водотоков из габрионных конструкций

Согласно [5] перепады используют для сброса воды в овраг с крутым обрывом. При перепаде высот менее 3-5 м применяют одноступенчатые перепады, при большей высоте – многоступенчатые (рис 7.41, 7.42).

Если в устраиваемом за перепадным сооружением отводящем русле (канаве, канале) возникает гидравлический прыжок, то для сокращения участков крепления в конце быстротока (или отводящего русла) целесообразно устраивать габрионные водобойные стенки, колодцы или комбинированные из них устройства. Подробнее о водобойных колодцах будет описано в последующих пунктах.

Высота стенок водосброса должна приниматься с запасом не менее 0,3 м над расчетным положением кривой свободной поверхности водного потока. В противном случае вода будет вытекать из водосброса и перемещаться вдоль него, что приведет к его разрушению.

Многоступенчатые габрионные перепады позволяют осуществлять сброс воды на косогорах с уклонами 1:4 – 1:1,5.

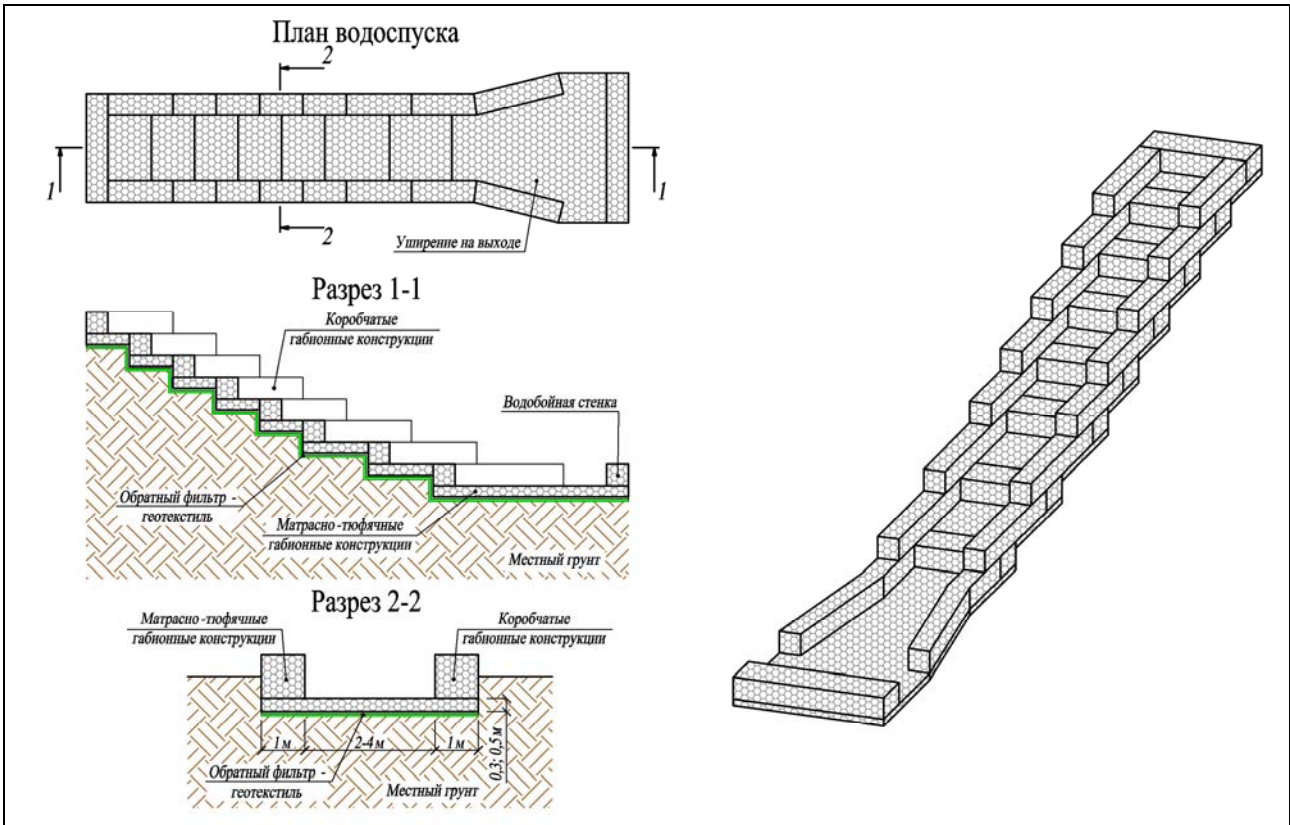


Рис. 7.41 Водосбросное сооружение из габрионных конструкций с малой пропускной способностью

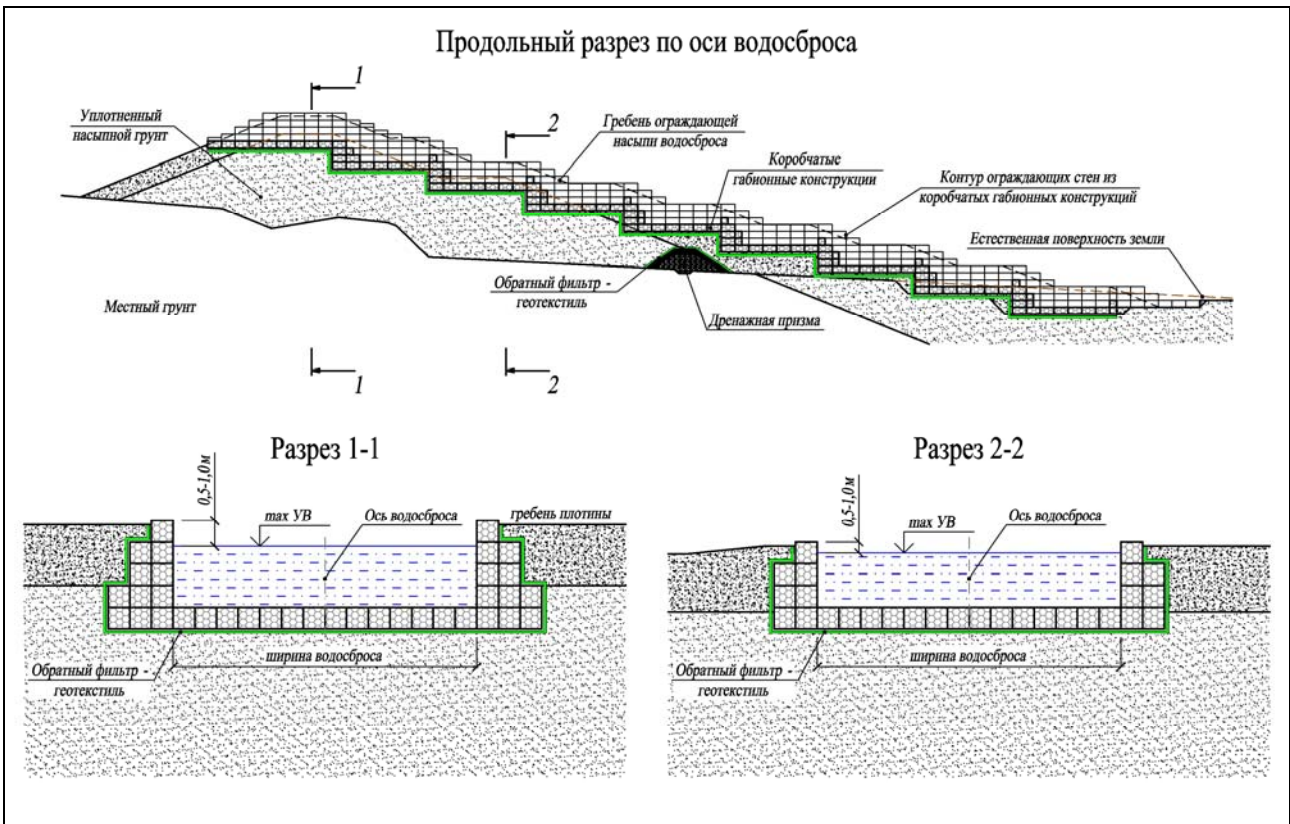


Рис. 7.42 Водосбросное сооружение из габрионных конструкций с высокой пропускной способностью

В некоторых случаях допускается устраивать водосбросное сооружение комбинированного типа, представленное на **рис. 7.43**. При этом конструктивное

решение индивидуально и требует детальной доработки касательно применения в тех или иных условиях, при тех или иных гидрологических данных.

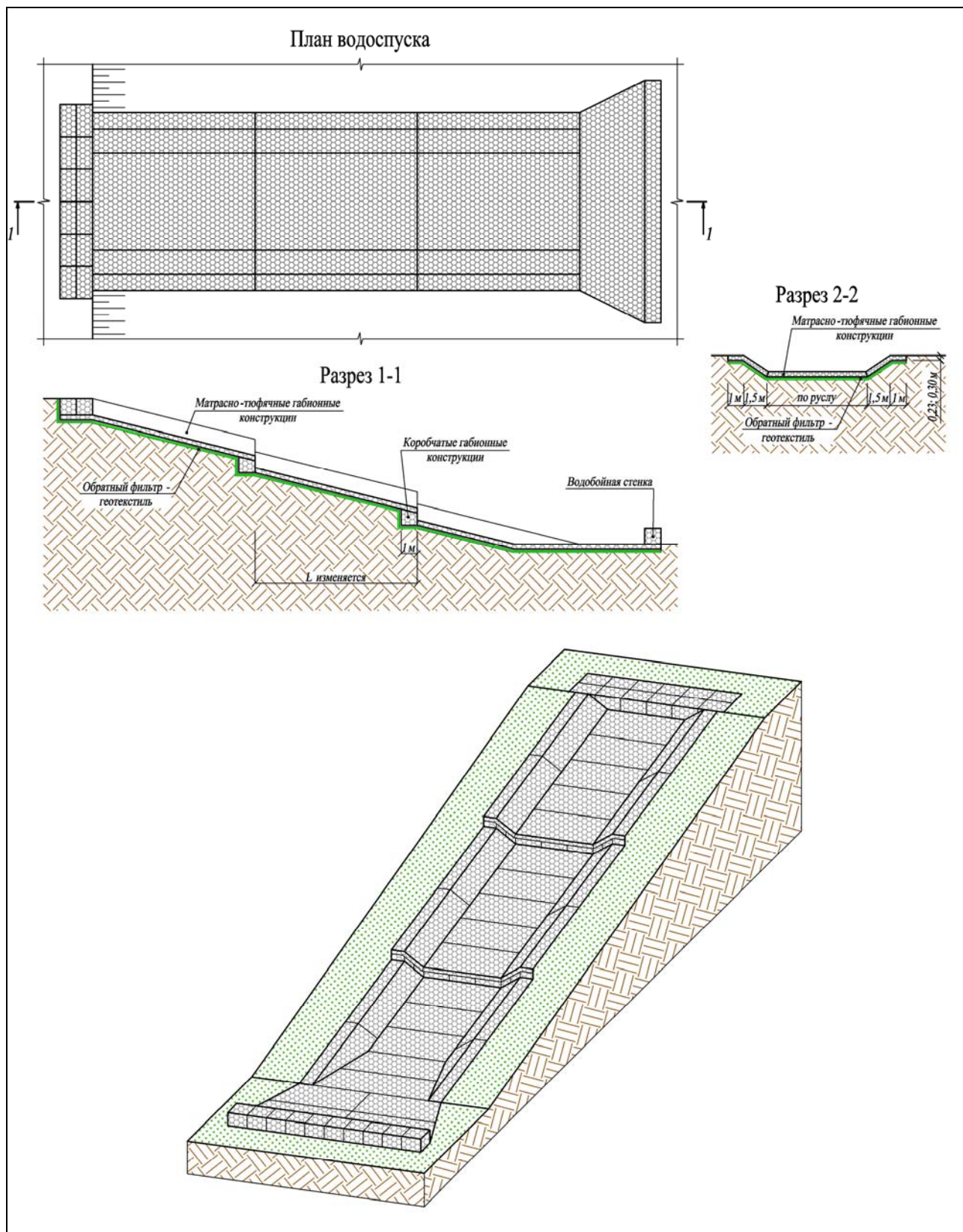


Рис. 7.43 Водосбросное сооружение из габрионных конструкций комбинированного типа

7.8 Водобойные устройства (переливные плотины)

Водобой – гидротехническое сооружение, предназначенное для интенсивного гашения избыточной энергии и восприятия динамического воздействия сбрасываемого потока.

Расчет водобойного колодца выполняется согласно Справочнику проектировщика [6] на основе гидравлических расчетов с учетом особенностей рельефа местности и форм кривых свободной поверхности водного потока и сводится к определению его глубины и длины.

Габрионные водобойные стенки, колодцы или комбинированные из них устройства целесообразно устраивать для сокращения участков крепления в конце канала, если в русле (канаве, канале) возникает гидравлический прыжок.

Высота ограждающих стен канала должна приниматься с запасом не менее 0,3 м над расчетным положением кривой свободной поверхности водного потока. В противном случае вода будет вытекать из быстротока и перемещаться вдоль него, что неминуемо приведет к разрушению габрионного сооружения.

Согласно [45] возведение перемычек (водобойных стенок) следует производить в межпаводковый период, приурочивая работы по их строительству к срокам прохождения минимальных расходов реки.

Конструктивные решения, представленные на рекомендуемых схемах водобойных устройств (рис. 7.44 – 7.49), апробированы практикой строительства и эксплуатацией построенных сооружений.

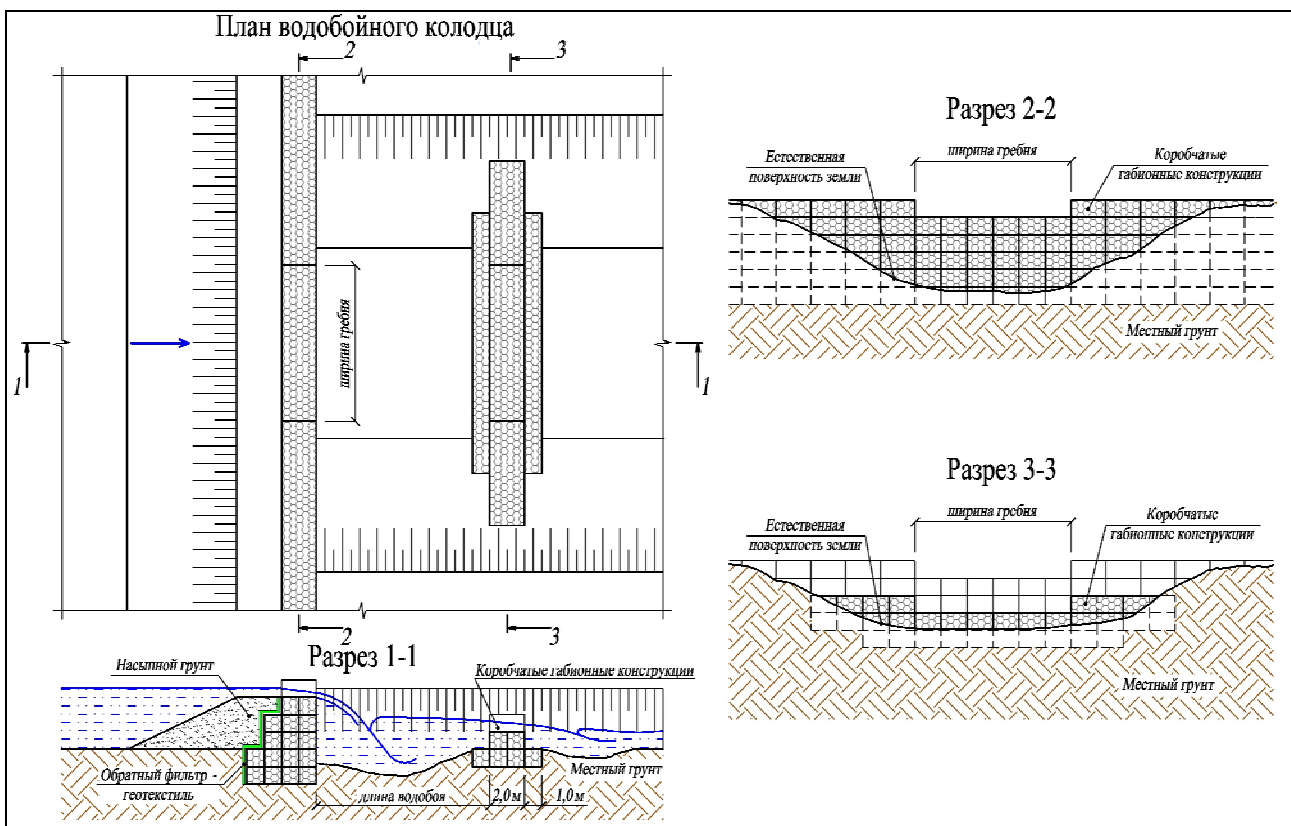


Рис. 7.44 Водобойное устройство из габрионных конструкций (вариант 1)

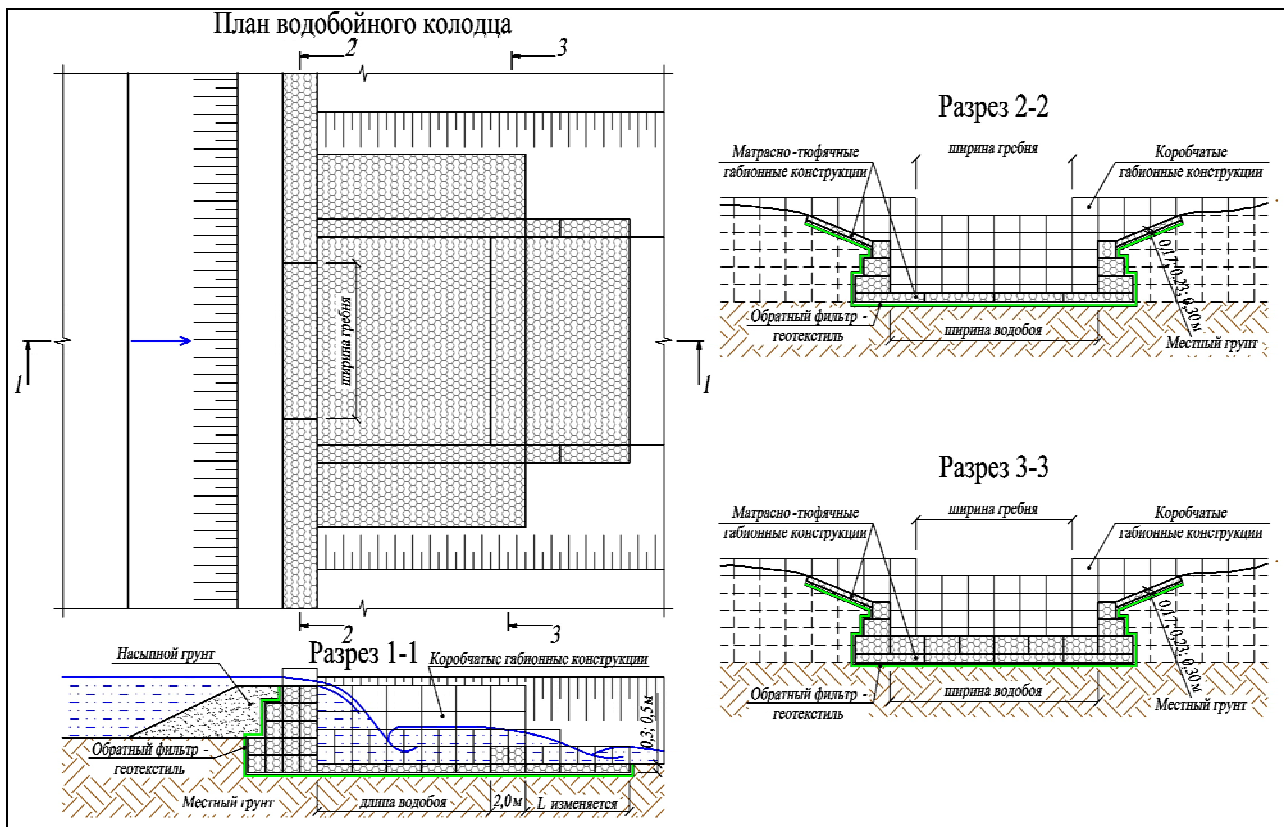


Рис. 7.45 Водобойное устройство из габрионных конструкций (вариант 2)

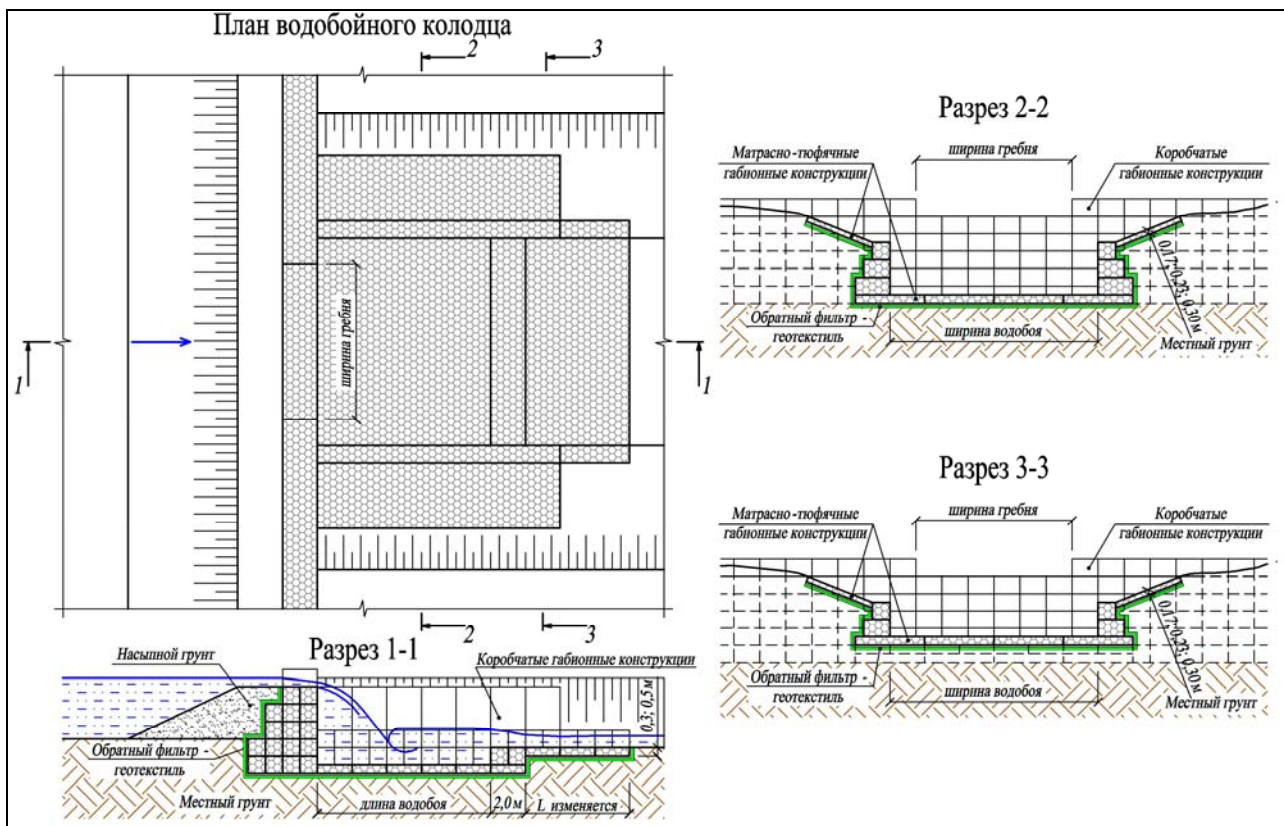


Рис. 7.46 Водобойное устройство из габрионных конструкций (вариант 3)

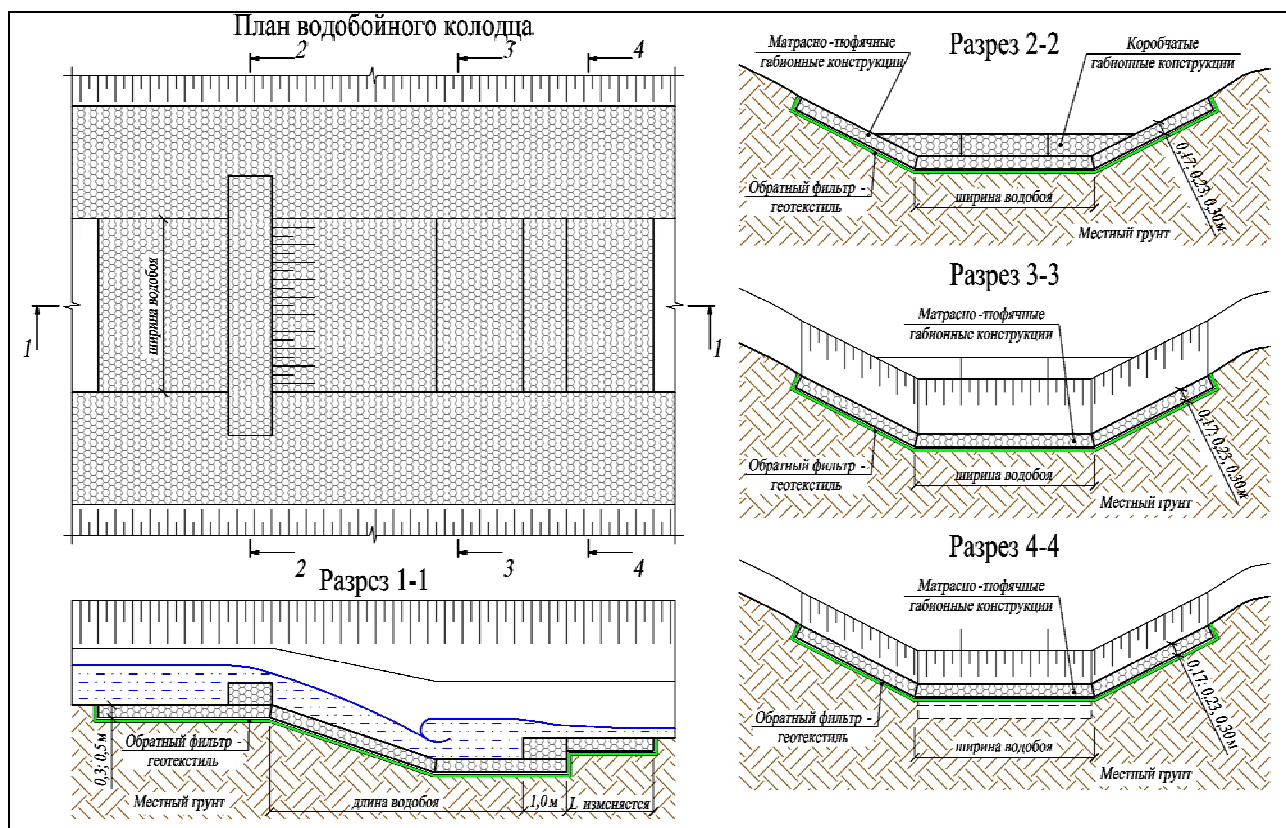


Рис. 7.49 Водобойное устройство из габрионных конструкций (вариант 6)

7.9 Плотины и дамбы

Плотина – гидротехническое сооружение, перегораживающее водоток или водоём для подъёма уровня воды. Также служит для сосредоточения напора в месте расположения сооружения и создания водохранилища.

Согласно [39] тип и конструкцию плотины надлежит выбирать на основании технико-экономического сравнения вариантов в зависимости от ее функционального назначения, инженерно-геологических (в том числе наличия вечной мерзлоты), топографических, гидрологических и климатических условий, с учетом сейсмичности района, компоновки гидроузла, параметров сооружения, схемы организации производства работ, наличия местных строительных материалов, сроков строительства и условий эксплуатации плотины.

При сопоставлении различных вариантов необходимо учитывать следующее:

- на скальном основании можно возводить плотины всех типов;
- при сильно деформируемом основании следует отдавать предпочтение плотинам с ядрами и избегать применения плотин с грунтовыми экранами;
- при неблагоприятных климатических условиях (атмосферные осадки, суровые зимы) противофильтрационные элементы из глинистых грунтов следует делать по минимуму.

Наличие камня (булыжника или гальки) в русле и пойме водоема или в находящихся поблизости карьерах позволяет использовать этот материал для постройки низконапорных (высотой 3–5 м) габрионных плотин.

Если из габрионов делают приподнятый над дном реки водослив, то для уменьшения фильтрации сквозь габрионную кладку с верхней стороны устраивают деревянный экран (рис. 7.50) или же отсыпают грунт (рис. 7.51 – 7.53).

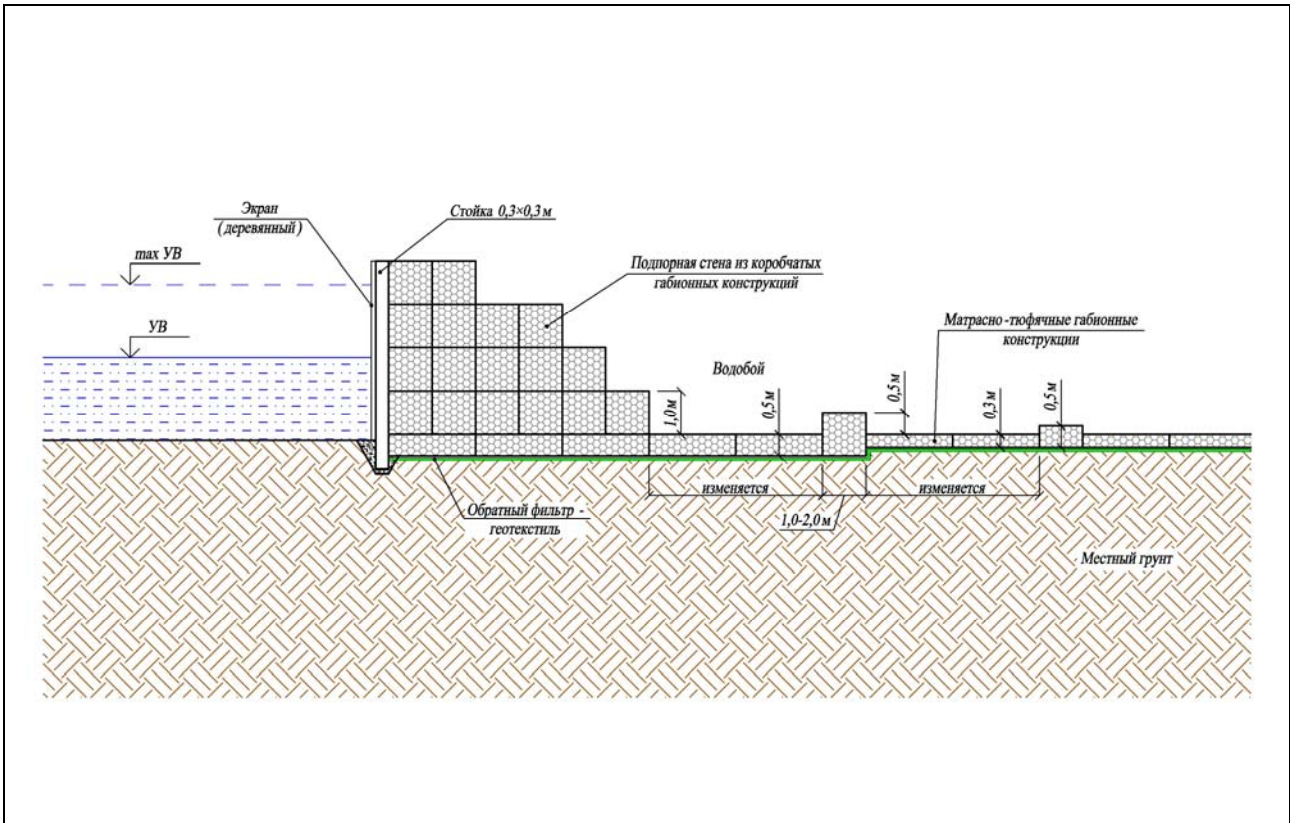


Рис. 7.50 Плотина из габионных конструкций (вариант 1)

В качестве грунта засыпки используют суглинки, глины, а также мелкие и средней крупности пески, обладающие допустимой фильтрационной способностью и достаточной прочностью.

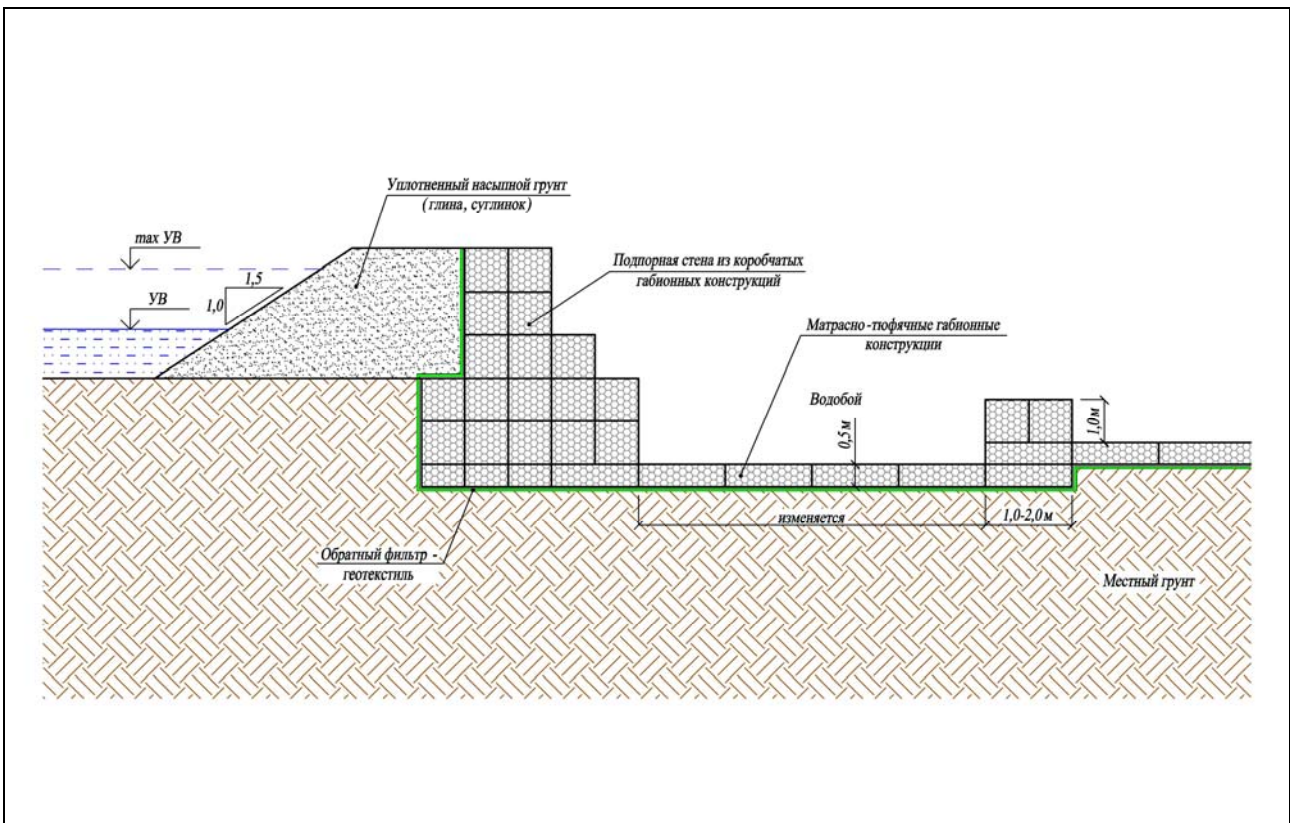


Рис. 7.51 Плотина из габионных конструкций (вариант 2)

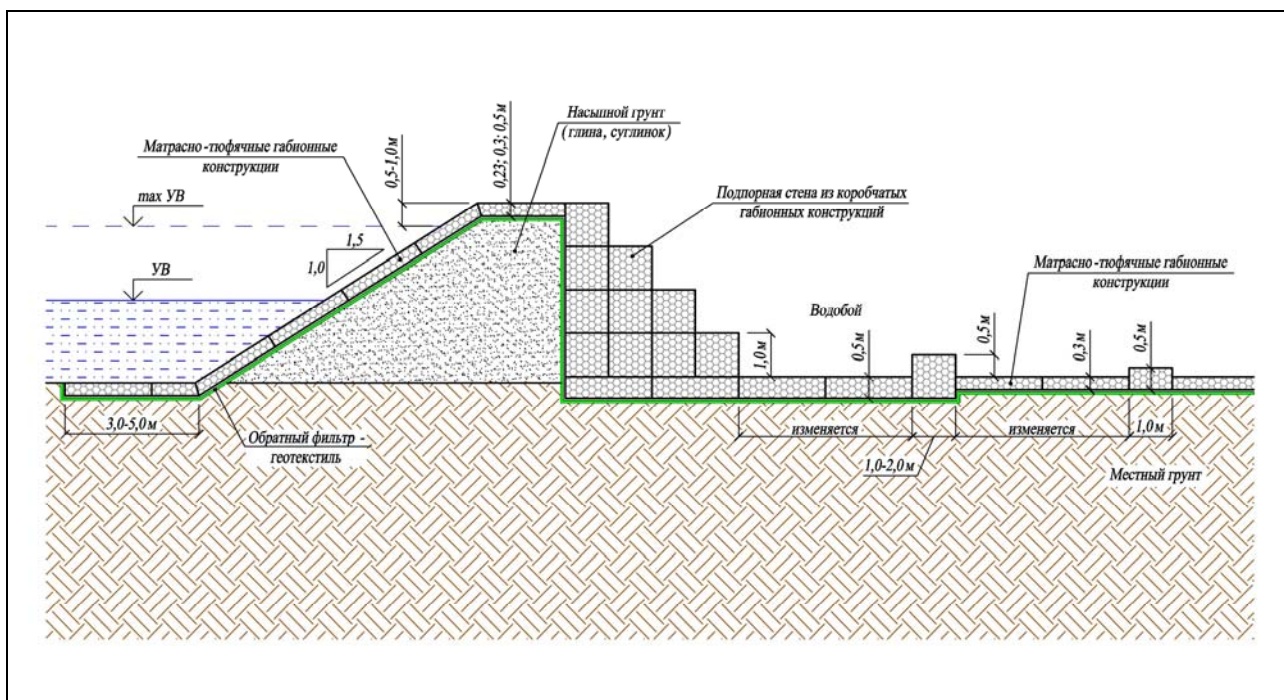


Рис. 7.52 Плотина из габрионных конструкций (вариант 3)

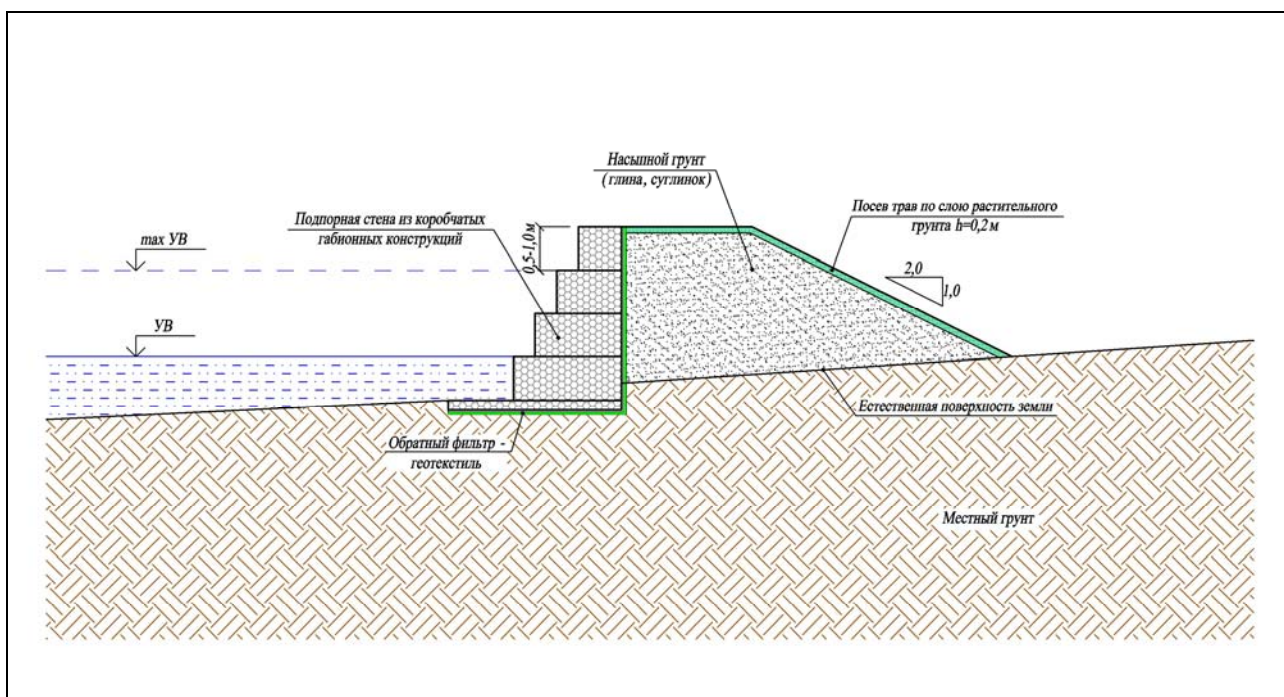


Рис. 7.53 Плотина из габрионных конструкций (вариант 4)

Для обеспечения дополнительной водонепроницаемости тела плотины применяют водонепроницаемые устройства в виде экранов или диафрагм.

Наилучшим материалом для устройства противофильтрационных элементов являются глинистые грунты, влажность которых соответствует влажности на границе раскатывания или несколько превышает ее (рис. 7.54). Использование сильно переувлажненных или пересушенных глинистых грунтов существенно осложняет производство работ.

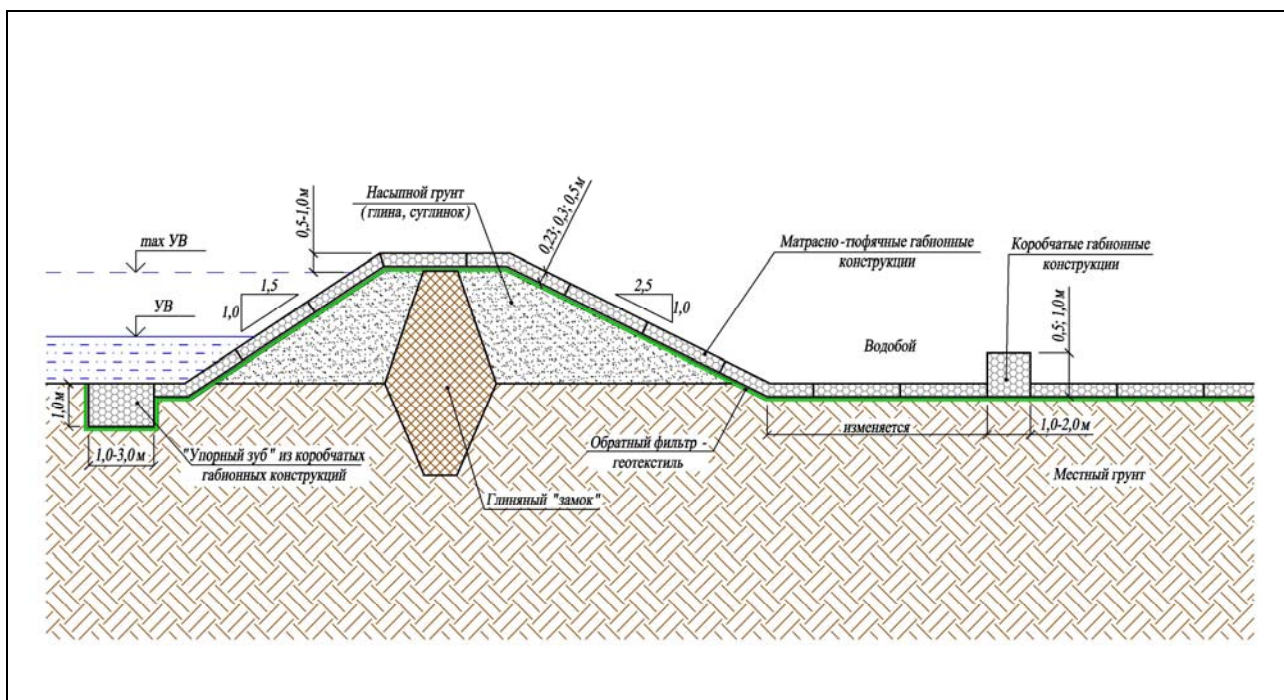


Рис. 7.54 Плотина из габионных конструкций (вариант 5)

Глиняный "замок" может быть выполненным подобно решению намывной плотины, представленной на **рис. 7.55**.

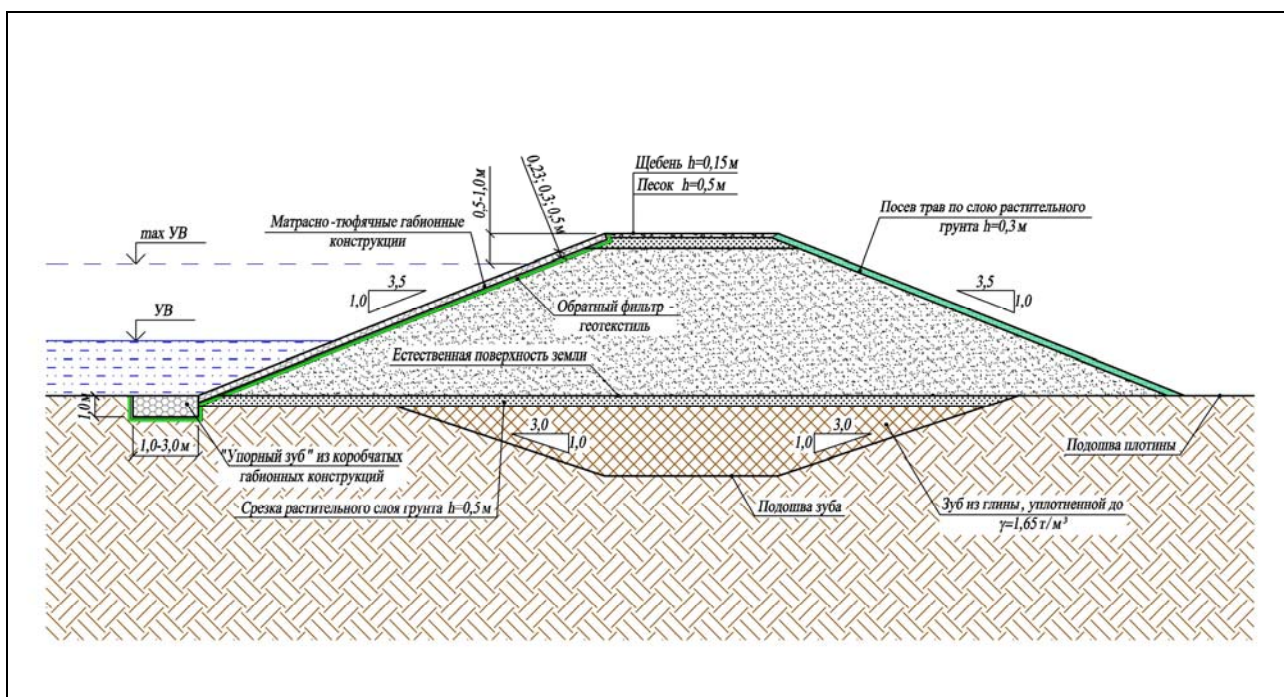


Рис. 7.55 Плотина из габионных конструкций (вариант 6)

В обоснованных случаях водонепроницаемая диафрагма может быть устроена из габионных конструкций (**рис. 7.56**). Обеспечение водонепроницаемости следует производить с помощью укладки водонепроницаемой полимерной пленки.

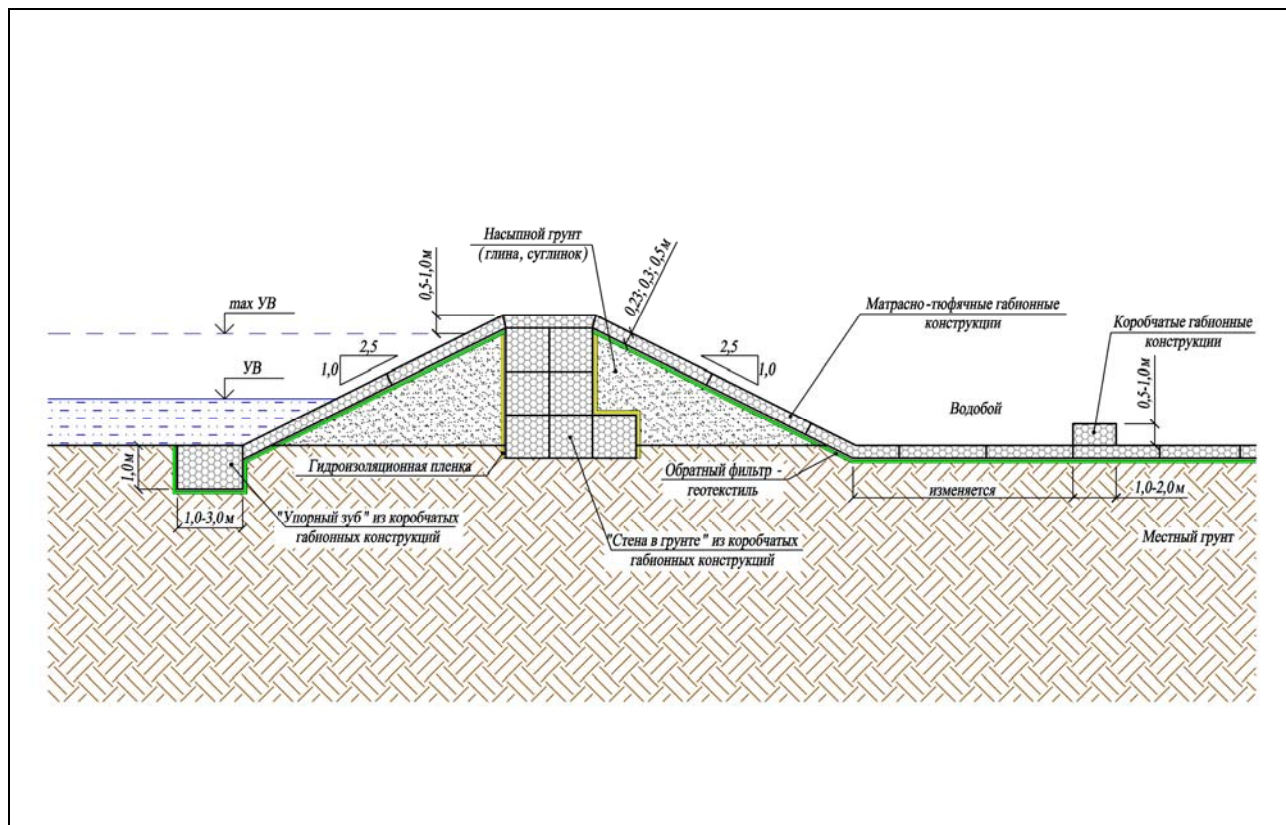


Рис. 7.56 Плотина из габрионных конструкций (вариант 7)

Конструктивное решение плотины, представленной на **рис. 7.57** основано на схеме каменнабросной плотины. Камень удерживается в теле плотины за счет укладки по лицевым граням матрасно-тюфячных габрионных конструкций. Дополнительная устойчивость обеспечивается благодаря цилиндрическим габрионным конструкциям.

К достоинствам подобных плотин по сравнению с другими конструкциями следует отнести:

- использование местного материала (камня);
- сейсмостойкость;
- простота конструкции;
- несложность последующего увеличения высоты плотины путем наращивания ее поперечного профиля;
- менее суровые требования, предъявляемые к качеству основания, чем требования для массивных плотин.

Основные недостатки каменнабросных плотин состоят в большой трудоемкости работ, а также в последующей осадке тела плотины.

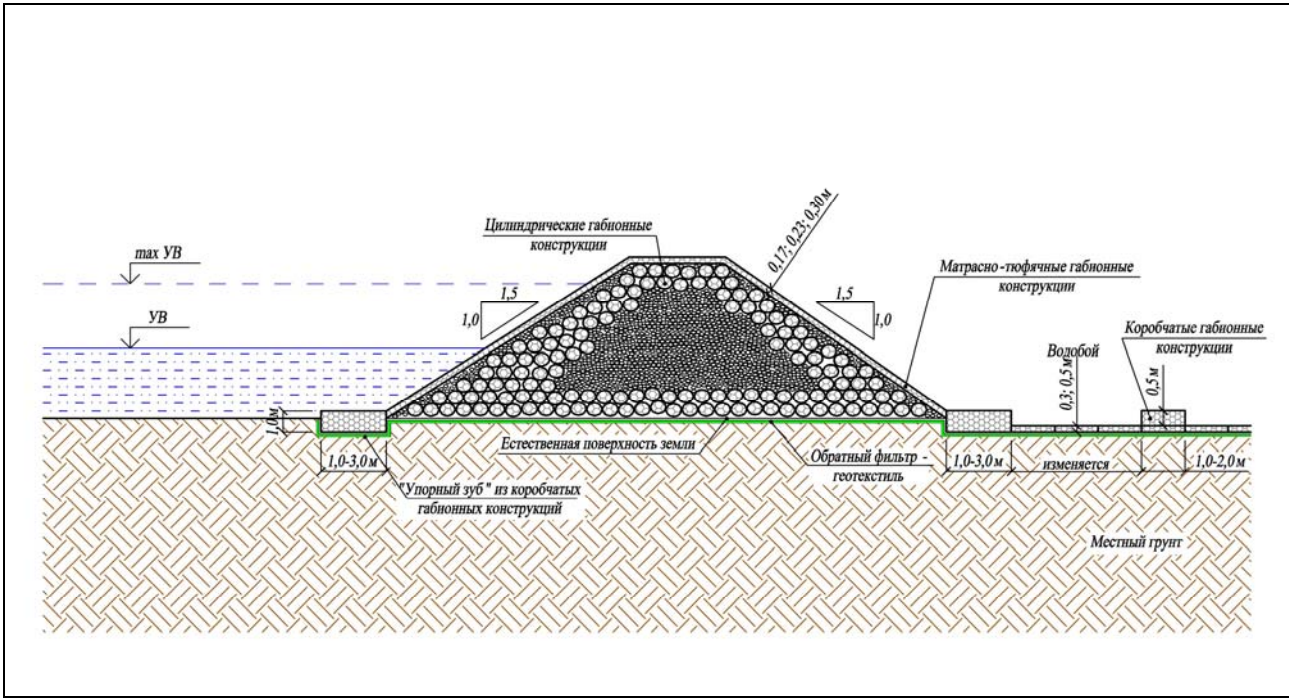


Рис. 7.57 Плотина из габионных конструкций (вариант 8)

Схема плотины, изображенная на **рис. 7.58**, основана на конструктивном решении, описанном в Справочнике проектировщика [6], [7].

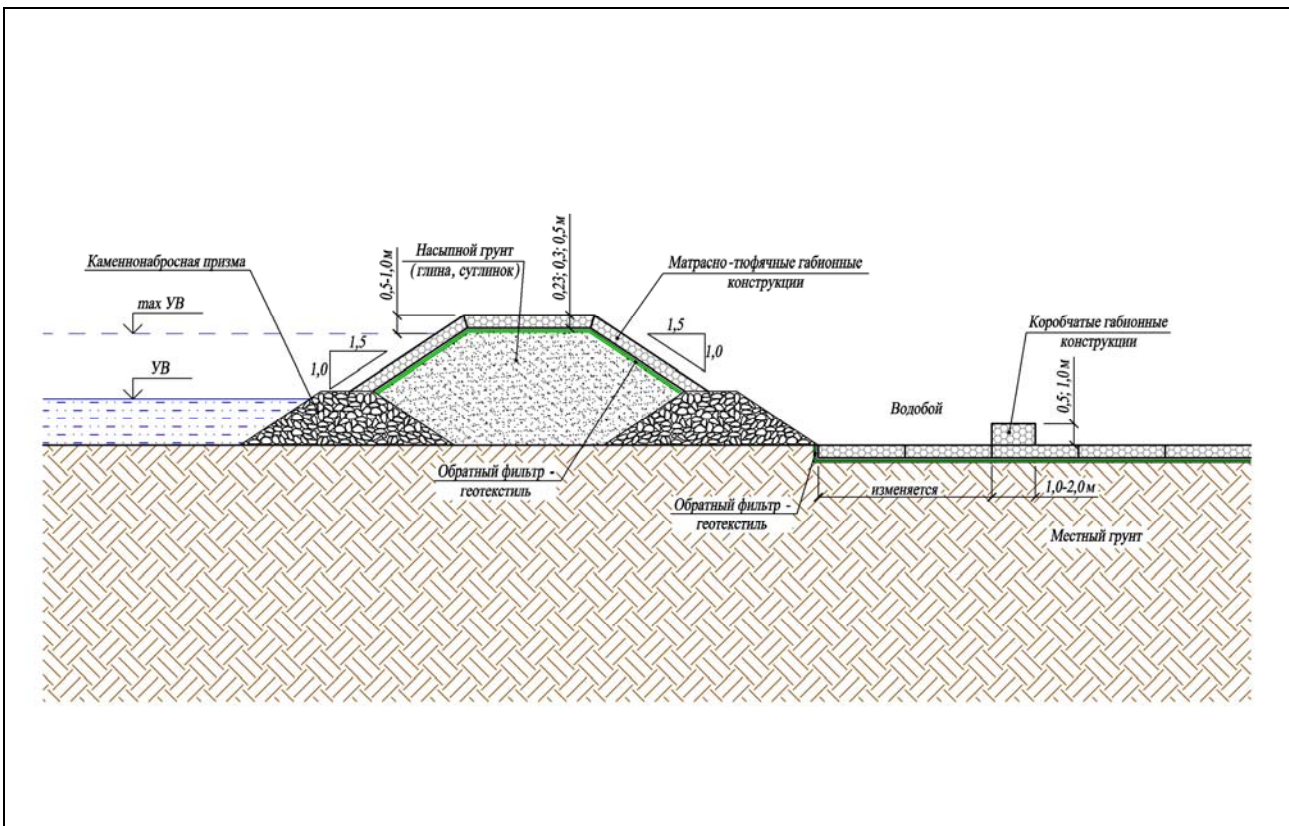


Рис. 7.58 Плотина из габионных конструкций (вариант 9)

Земляные, каменнонабросные плотины, а также плотины из габионных конструкций должны соответствовать требованиям [41].

7.10 Укрепление оголовков водопропускных труб

Варианты габионных конструкций и укреплений подходных и выходных участков водопропускных труб должны прорабатываться на основе учета:

- конструктивных особенностей и типоразмеров водопропускных труб, а также их плано-высотного положения на местности и относительно дороги;
- особенностей режима регулирования максимальных расходов воды с допущением: частичной аккумуляции паводочного стока перед дорогой, групповой работы труб по пропуску паводков, сброса части паводковых вод в смежные сооружения и других условий подтопления (одностороннего или двустороннего);
- типа входных и выходных оголовков и режима протекания воды в трубах;
- гидравлических характеристик водных потоков на входе и выходе из водопропускных труб и сопротивляемости грунтов размывающей способности этих потоков.

Крутизна откосов дорожных насыпей из различных видов грунтов назначается согласно [20]. Стоит отметить, что согласно [34] уклон обочин при двускатном поперечном профиле при укреплении гравием, щебнем, или замощении каменными материалами составляет 1:1,5 – 1:2,5.

Согласно [35] водопропускные трубы проектируются с входными и выходными оголовками, форма и размеры которых обеспечивают принятые в расчетах условия протекания воды и устойчивость насыпи, окружающей трубу.

Подходные и выходные участки водопропускных труб являются составной и неотъемлемой частью комплекса водопропускного сооружения.

От их устойчивости во многом зависит не только надежное функционирование водопропускных труб, но и экологическое равновесие на прилегающей местности, способной испытывать природно-техногенную нагрузку от стесняемых водных потоков.

Разнообразие и индивидуальные особенности режимов регулирования максимальных расходов воды, режимов ее протекания в трубах, типоразмеров труб и их оголовков, а также других исходных условий проектирования определяют необходимость многовариантных проработок габионных конструктивных решений как по укреплению подходных и выходных участков труб, расположенных в равнинной местности, так и откосов земляного полотна в границах подтопления верхнего и нижнего бьефов водопропускных труб.

При вариантных проработках конструктивных решений укрепления подходных и выходных участков труб, расположенных в равнинной местности, а также откосов земляного полотна в границах подтопления верхнего и нижнего бьефов водопропускных труб целесообразно использовать матрасные и коробчатые габионы, их сочетания друг с другом, а также в сочетании с традиционными материалами и конструкциями.

Длины, размеры и конструктивные решения укреплений, а также необходимое заглубление их концевых частей на подходных и выходных участках водопропускных труб должны устанавливаться на основе гидравлических расчетов.

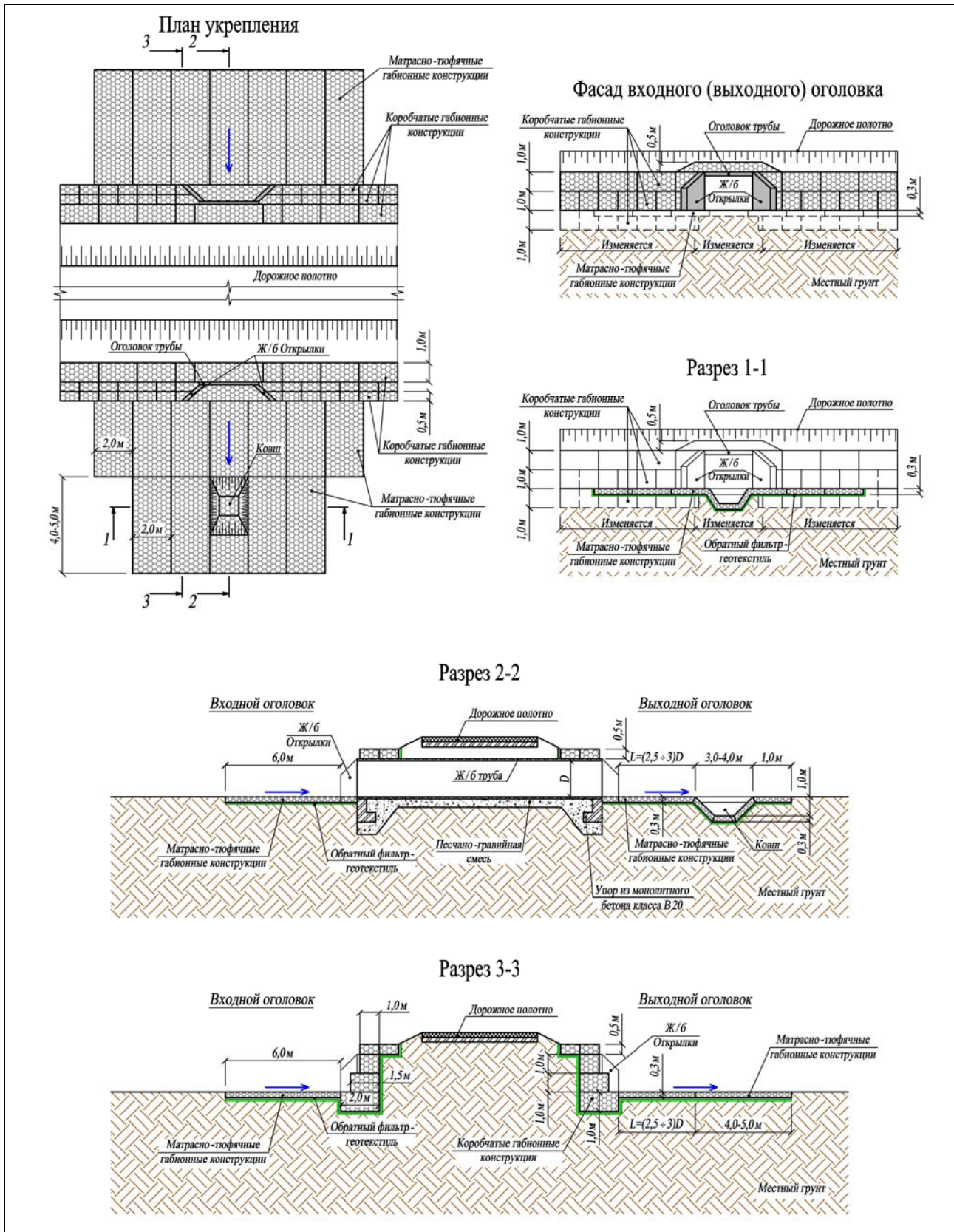


Рис. 7.59 Укрепление оголовков водопропускной трубы и дорожных откосов подпорной стеной из коробчатых габионных конструкций

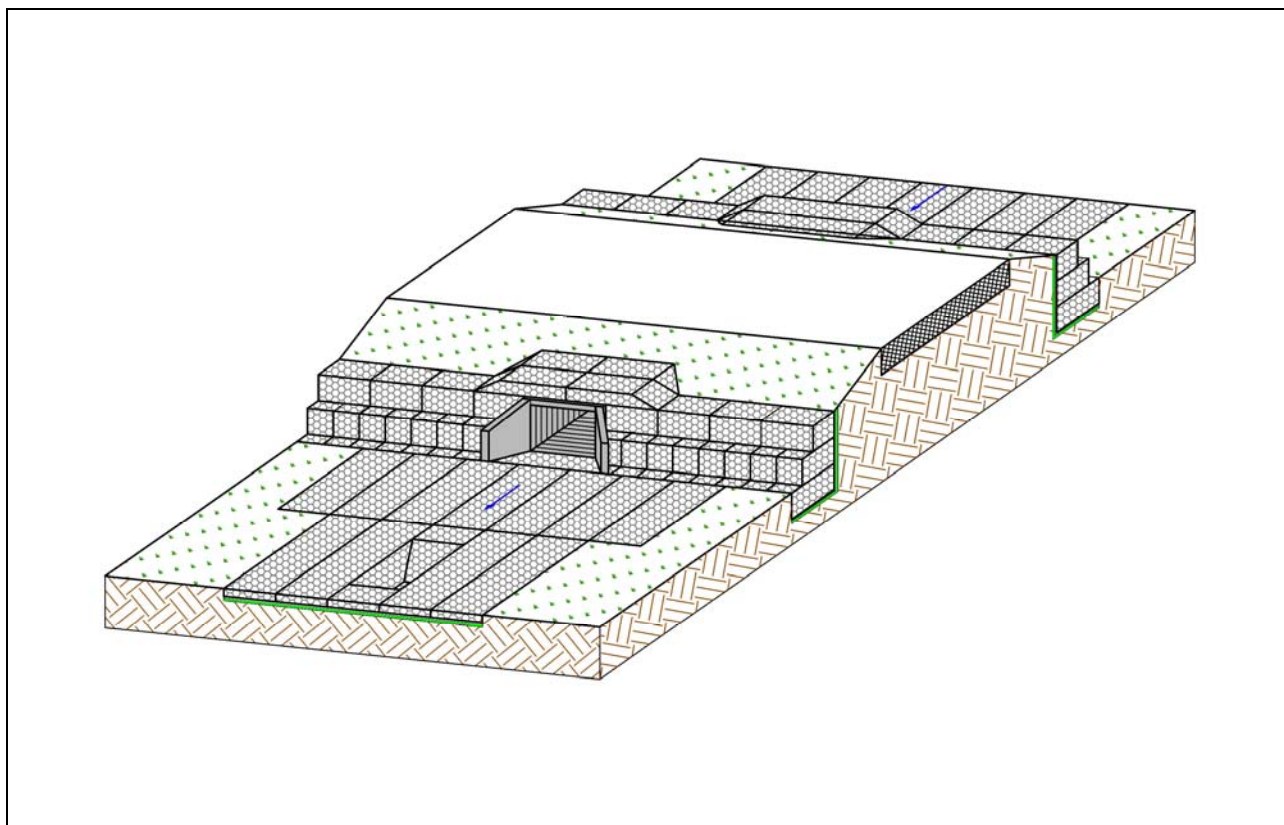


Рис. 7.59 (продолжение) Укрепление оголовков водопропускной трубы и дорожных откосов подпорной стеной из коробчатых габрионных конструкций

Конструктивное решение, отраженное на **рис. 7.59**, показывает комплексную защиту откосов земляного полотна и оголовков водопропускной железобетонной трубы.

Укрепление склонов организовано устройством подпорной стены из коробчатых габрионных конструкций. Обязательным условием подобных решений является защита оголовков труб поверху на высоту не менее 0,5 м из габрионов. На выходе из трубы ширину руслового укрепления можно уменьшать по длине.

На выходном оголовке необходимо устройство водобоя – “ковша” для гашения скоростных потоков воды.

Габариты (длина, ширина, высота) ковша определяются на стадии разработки проектной документации и зависят от скорости и расхода потока воды, а также рельефа местности строительства.

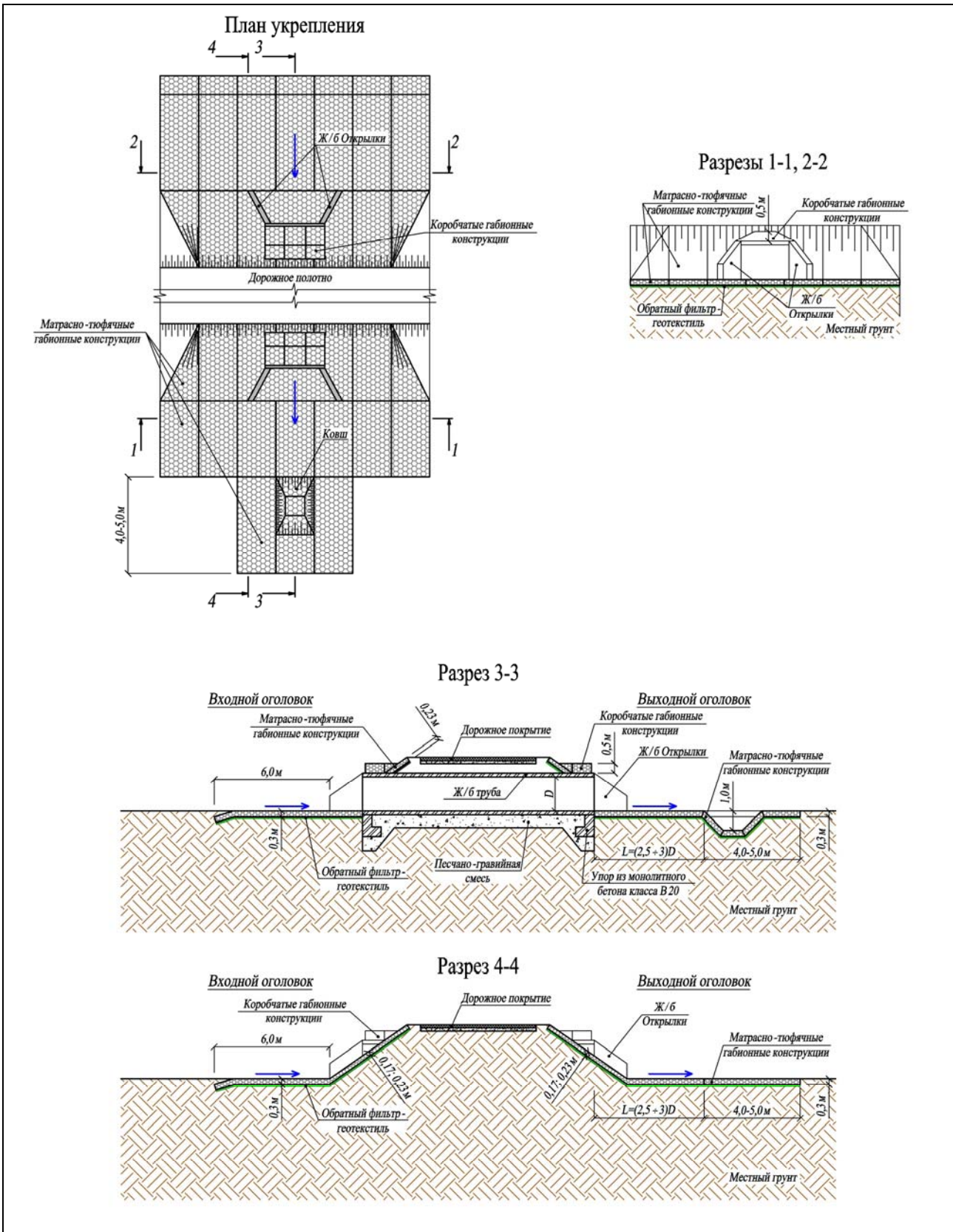


Рис. 7.60 Укрепление оголовков водопропускной трубы и дорожных откосов матрасно-тюфячными габионными конструкциями

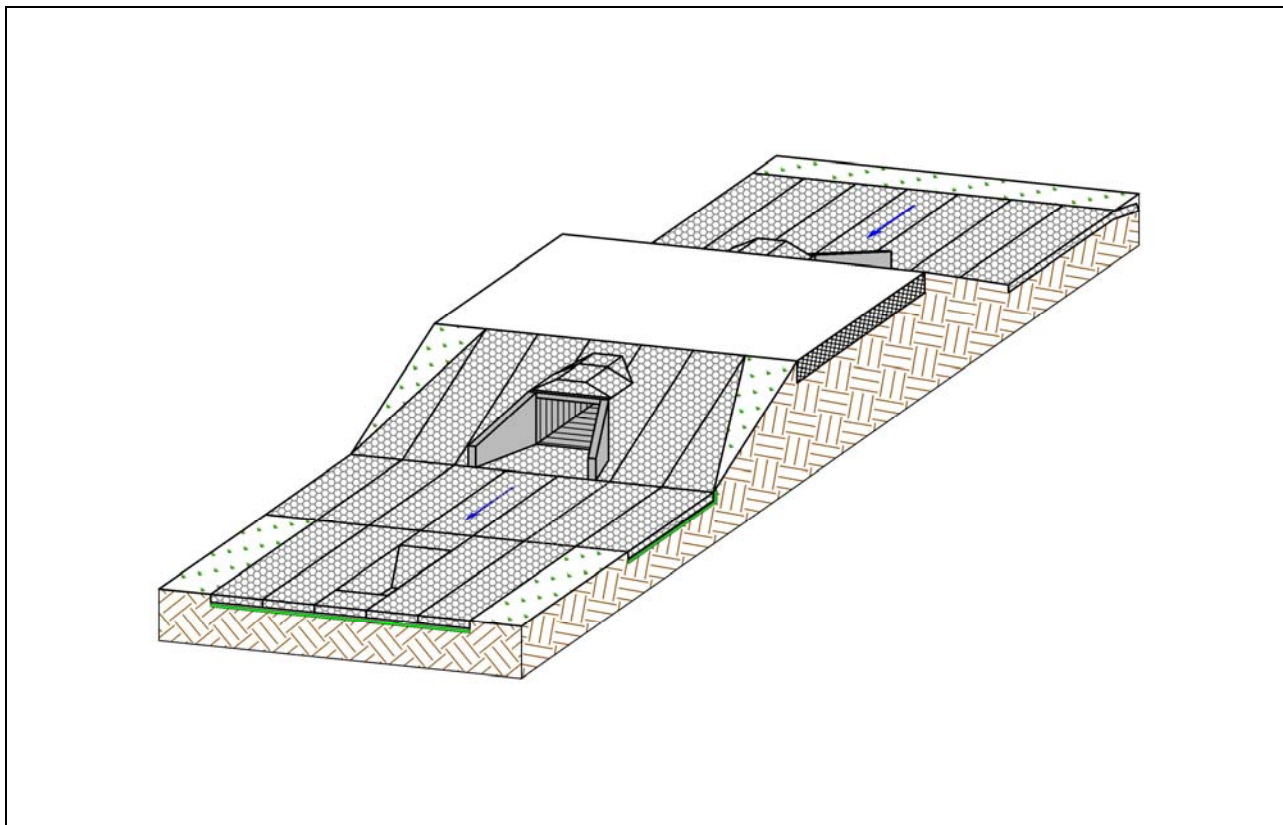


Рис. 7.60 (продолжение) Укрепление оголовков водопропускной трубы и дорожных откосов матрасно-тюфячными габрионными конструкциями

Конструктивное решение, отраженное на **рис. 7.60** аналогично предыдущему решению. Единственным отличием является укрепление откоса матрасно-тюфячными габрионными конструкциями, а не подпорной стеной. Это объясняется наличием более пологого откоса.

Особенностью данного склонового габрионного крепления является обрезка крайних матрасов по диагонали в связи с отсутствием необходимости защиты всего откоса, а также с целью экономии строительных материалов.

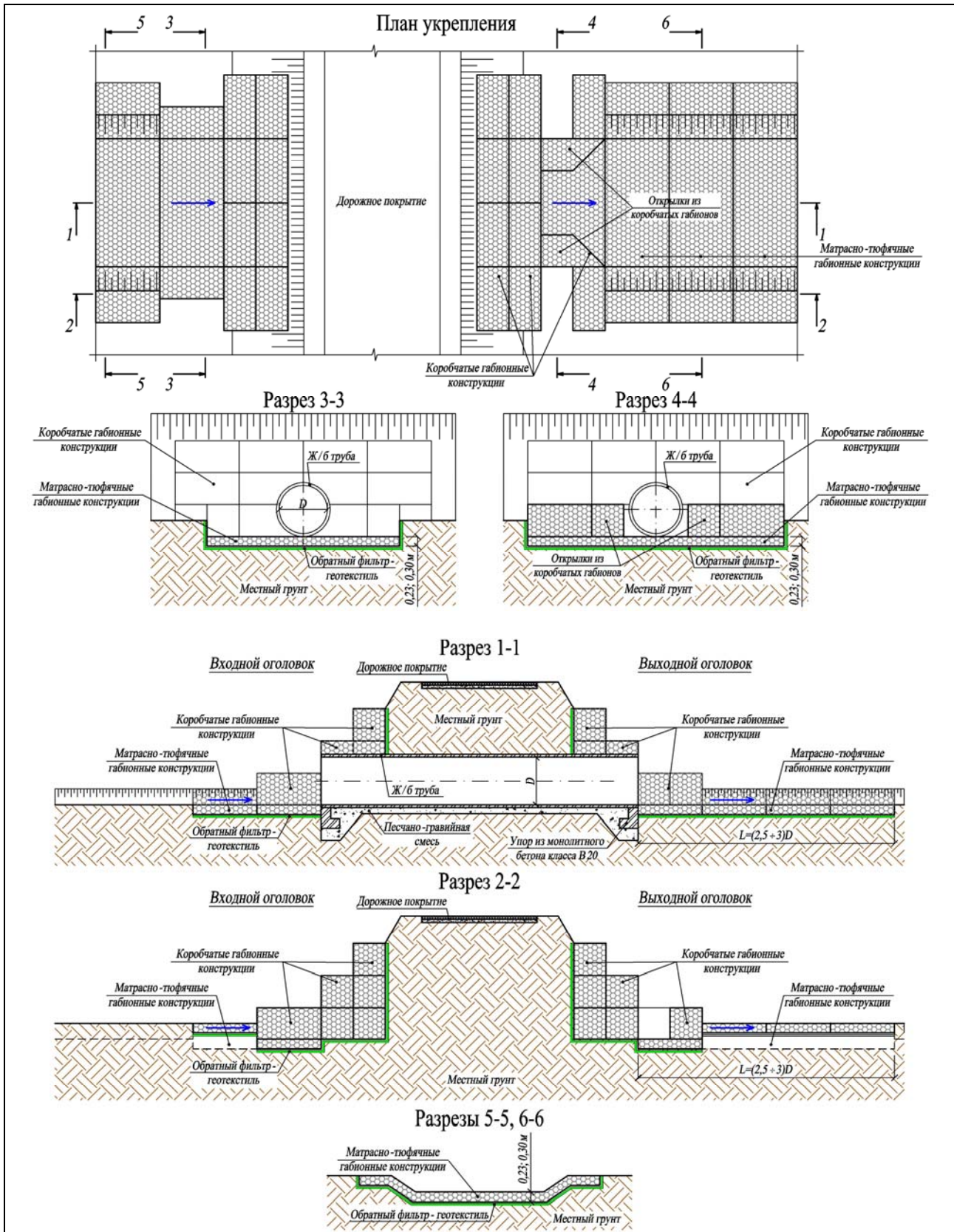


Рис. 7.61 Укрепление оголовков малой водопропускной трубы габионными конструкциями

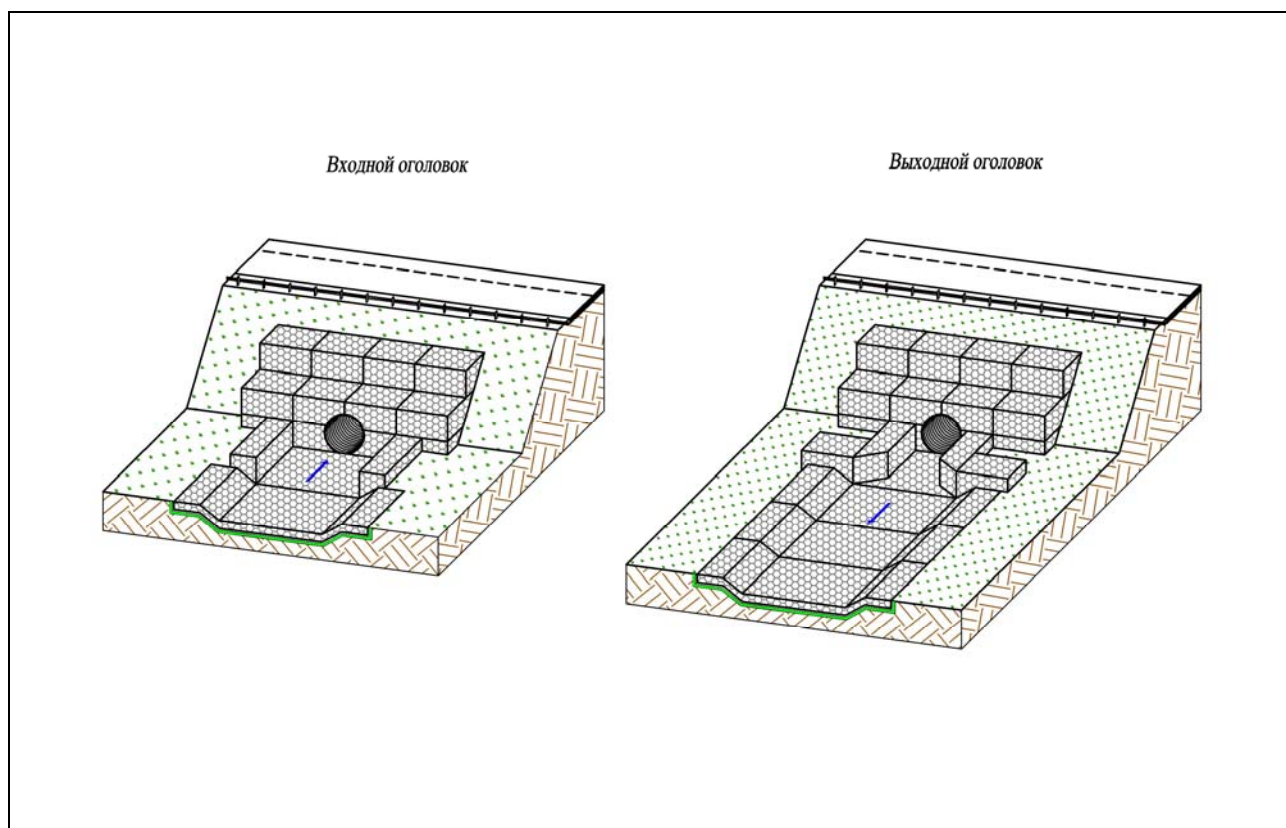


Рис. 7.61 (продолжение) Укрепление оголовков малой водопропускной трубы габрионными конструкциями

Схема, представленная на **рис. 7.61** применима для труб малого диаметра. Откосную часть допускается укреплять подпорной стеной небольшой высоты либо матрасно-габионным креплением. На входе и выходе из трубы укладываются коробчатые габионы для дополнительной защиты от подмыва. По руслу располагаются матрасно-тюфячные габрионные конструкции. В данном случае необходимости в устройстве ковша нет.

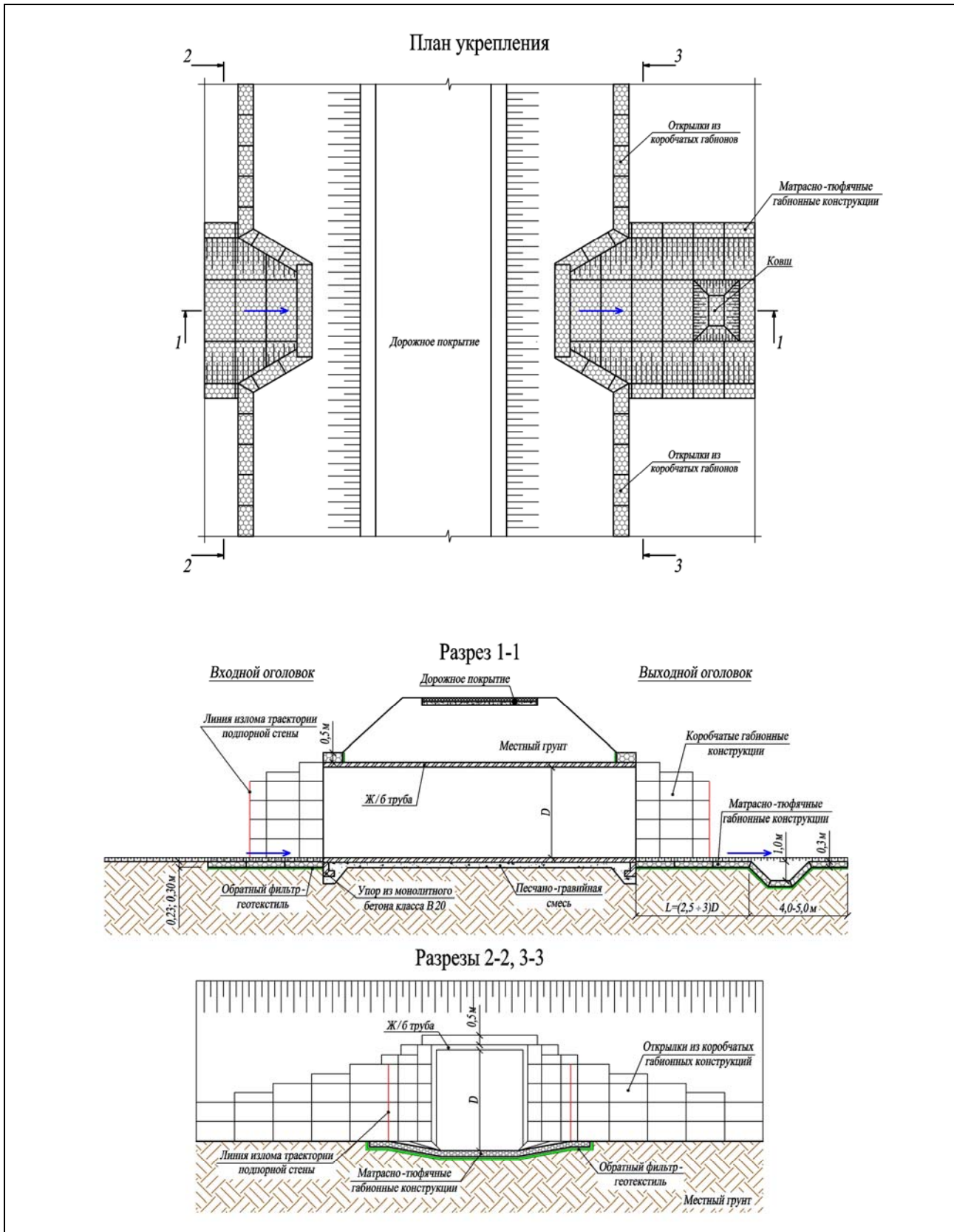


Рис. 7.62 Укрепление оголовков водопропускной трубы открылками из габрионных конструкций

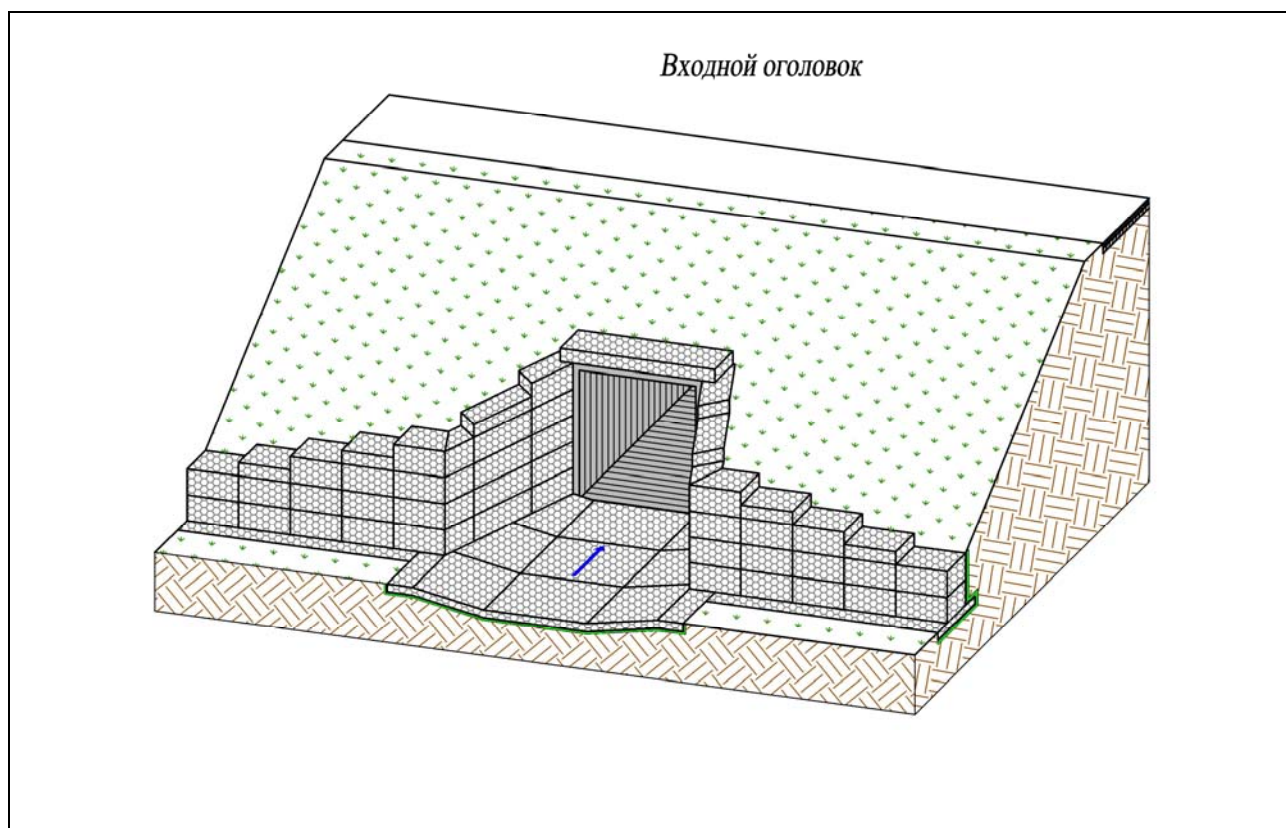


Рис. 7.62 (продолжение) Укрепление оголовков водопропускной трубы открылками из габрионных конструкций

Довольно частым решением при укладке водопропускных труб является возведение открылков из коробчатых габрионных конструкций (рис. 7.62). В этом случае эти открылки представляют собой подпорные стены и, следовательно, должны быть рассчитаны.

При необходимости дополнительно по откосам можно уложить матрасы толщиной 0,17 м, служащие "пригрузом" на нестабильный грунт обратной засыпки.

На оголовки укладываются коробчатые габрионные конструкции высотой 0,5 м. Необходимость этого решения была описана ранее.

По руслу также выстилаются матрасно-тюфячные габрионные конструкции с устройством водобойного ковша.

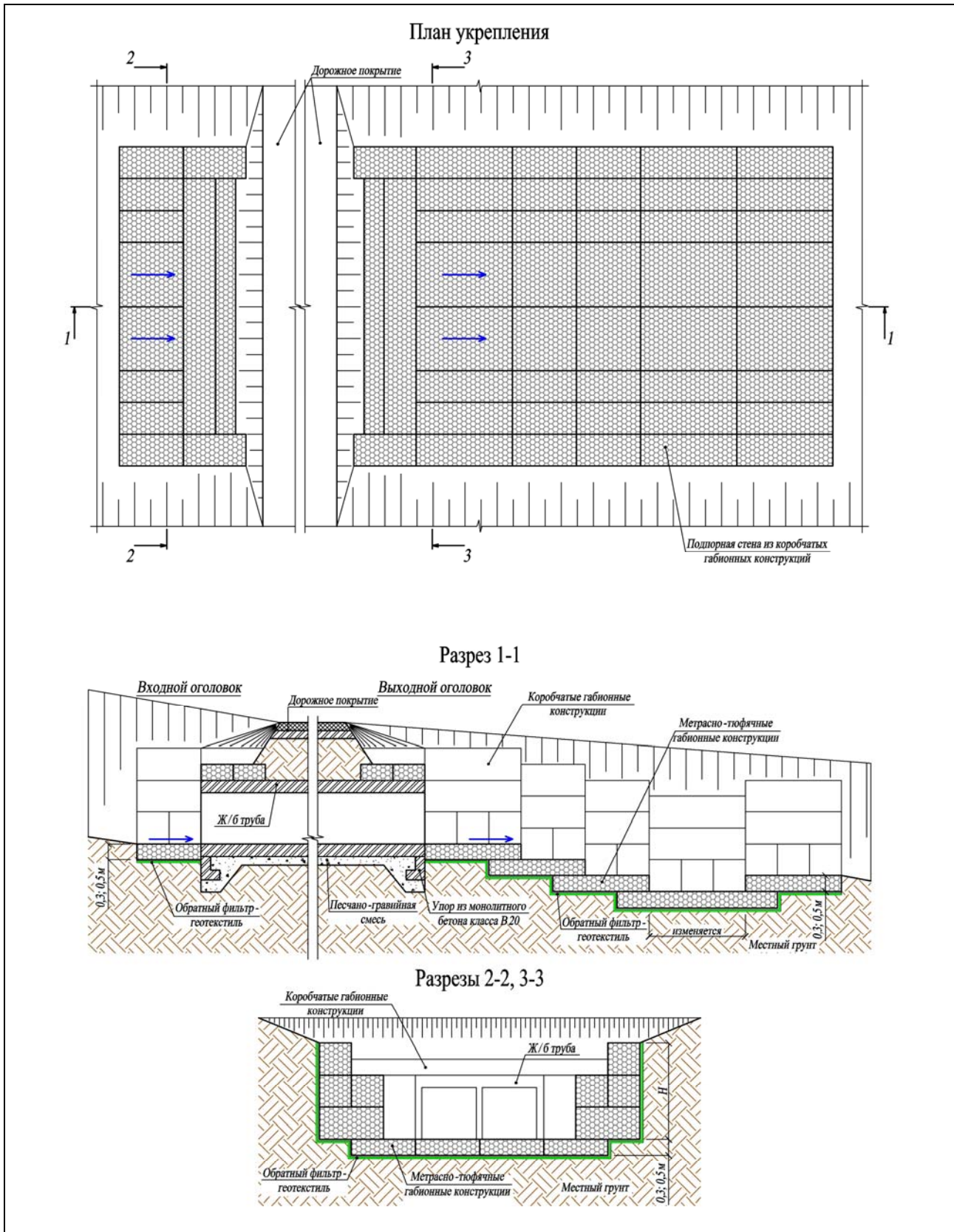


Рис. 7.63 Укрепление оголовков водопропускной трубы с устройством водобойных колодцев из габионных конструкций

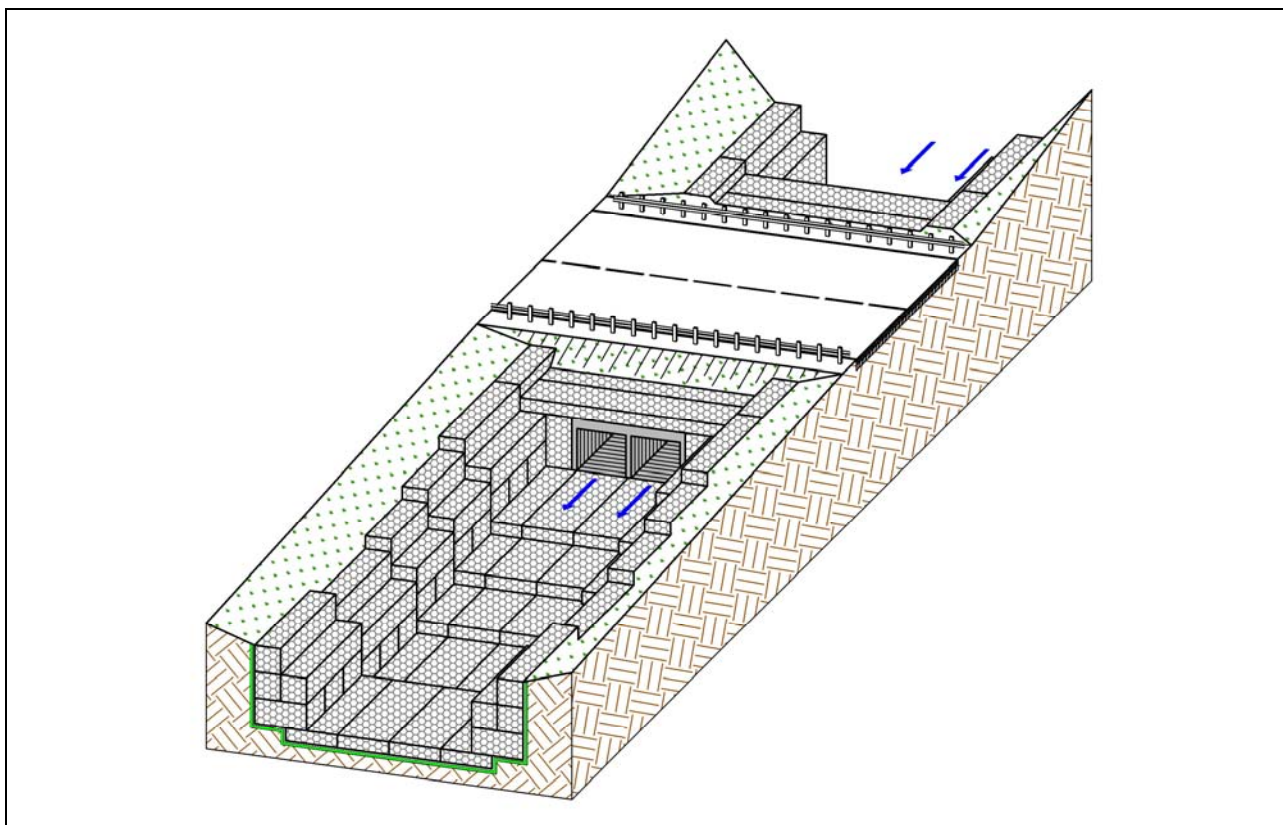


Рис. 7.63 (продолжение) Укрепление оголовков водопропускной трубы с устройством водобойных колодцев из габрионных конструкций

Конструктивное решение, изображенное на **рис. 7.63** типично для косогорных труб (труб, имеющих средний уклон водопропускного лотка 0,02 и более).

Наиболее типичны для косогорных труб подводящие искусственные русла (сооружения) в виде быстротоков.

Отводящее русло может быть устроено в виде наклонно или ступенчато располагаемого (откосного) габрионного сооружения или в виде консольного водосбора, за которым должно быть габрионное укрепление для гашения скорости течения воды.

Размеры, формы поперечного сечения и конструкции габрионных водобоев должны определяться на основе гидравлических расчетов с учетом особенностей рельефа местности и форм кривых свободной поверхности водного потока.

Поскольку скорости потоков в данном случае значительны, склоны русла водоема укрепляются подпорными стенами из коробчатых габрионных конструкций. Согласно Методическим рекомендациям [15] высота стенок быстротока должна приниматься с запасом не менее 0,3 м над расчетным положением кривой свободной поверхности водного потока.

Перепад может устраиваться одно- и многоступенчатым в зависимости от рельефа местности и уклона русла.

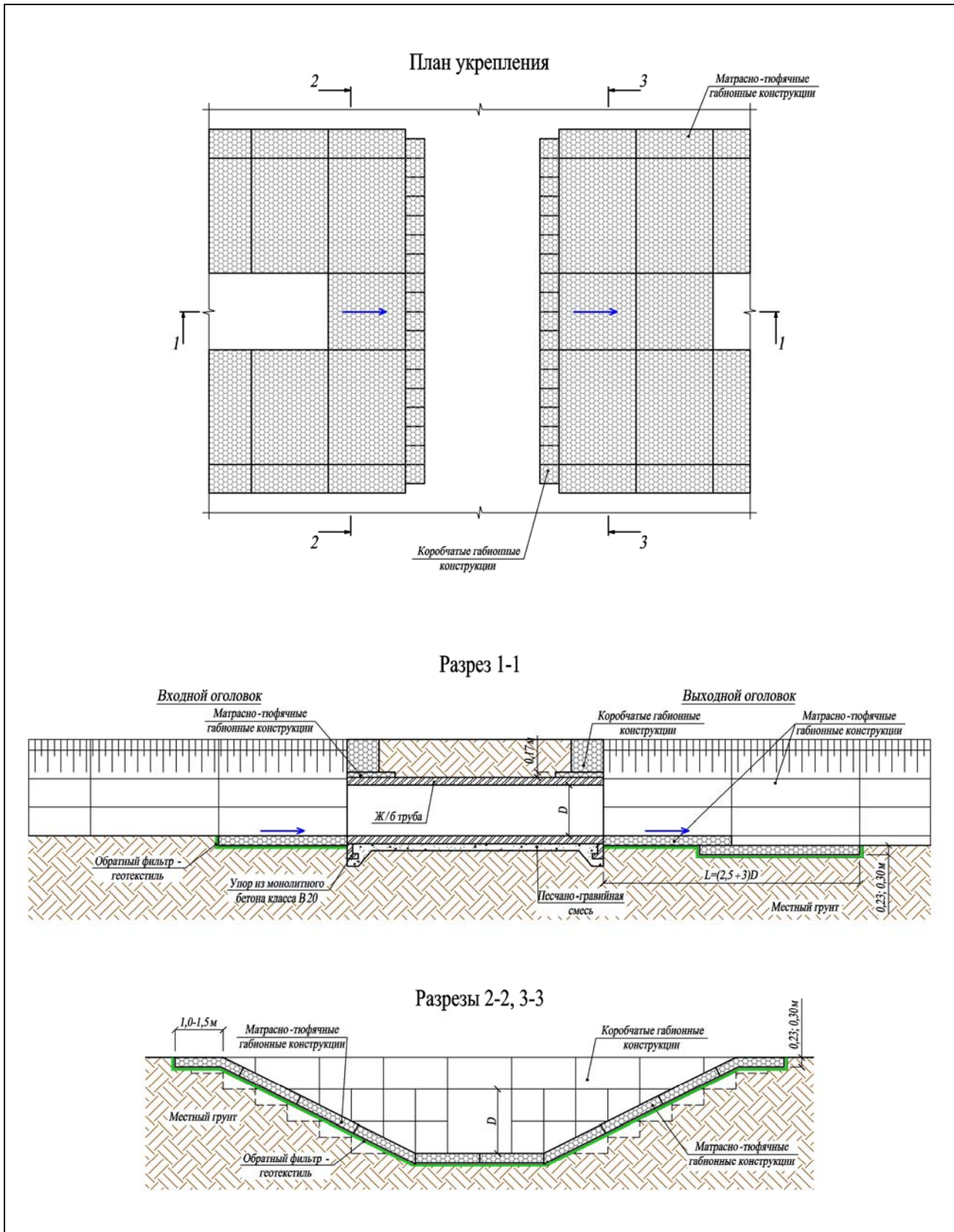


Рис. 7.64 Укрепление оголовков водопропускной трубы и русловых откосов габионными конструкциями

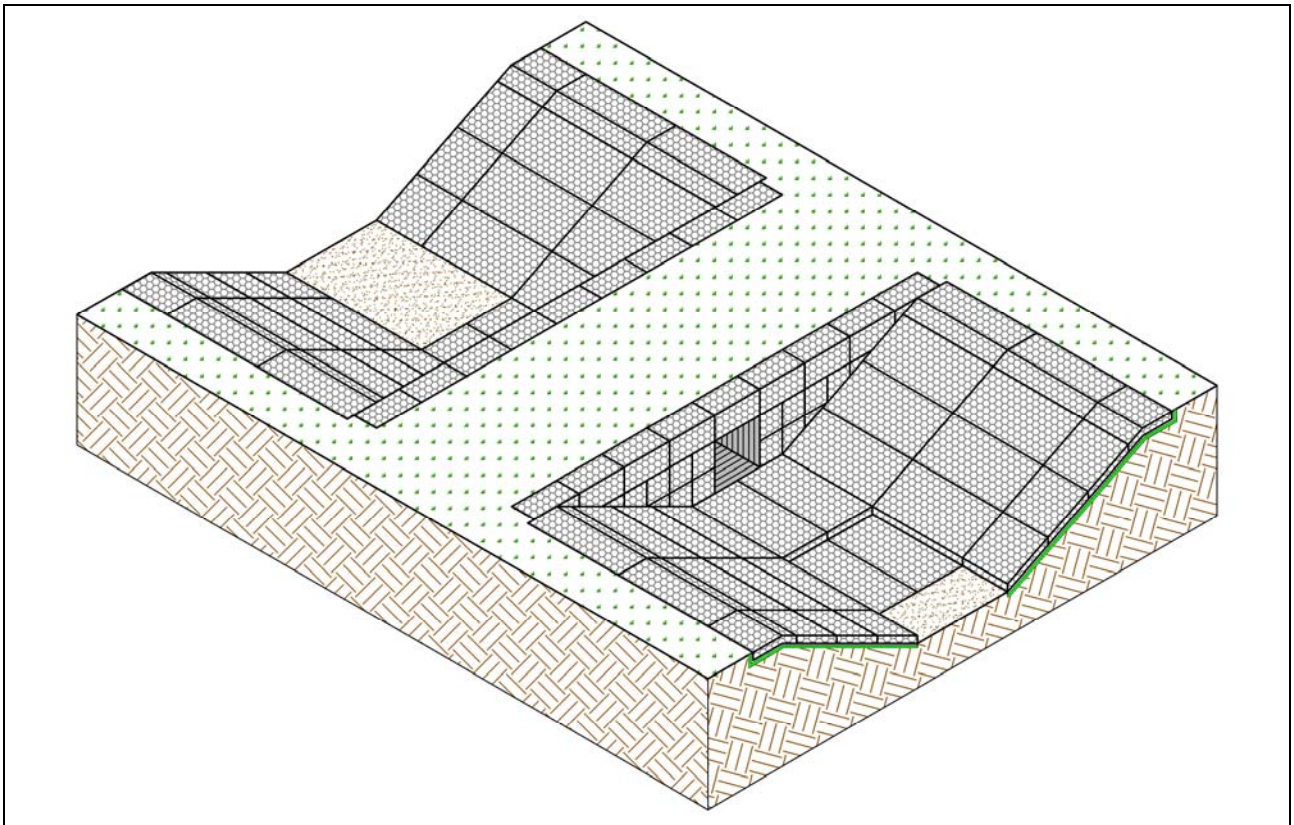


Рис. 7.64 (продолжение) Укрепление оголовков водопропускной трубы и русловых откосов габрионными конструкциями

Решение, изображенное на **рис. 7.64** схоже с решением, отраженном на **рис. 7.63**.

Склоны русла водоема укрепляются матрасно-тюфячными габрионными конструкциями. Согласно Методическим рекомендациям [15] высота защитного крепления должна приниматься с запасом не менее 0,3 м над расчетным положением кривой свободной поверхности водного потока.

При значительных скоростях потока воды необходимо запроектировать водобойный ковш на выходе из трубы.

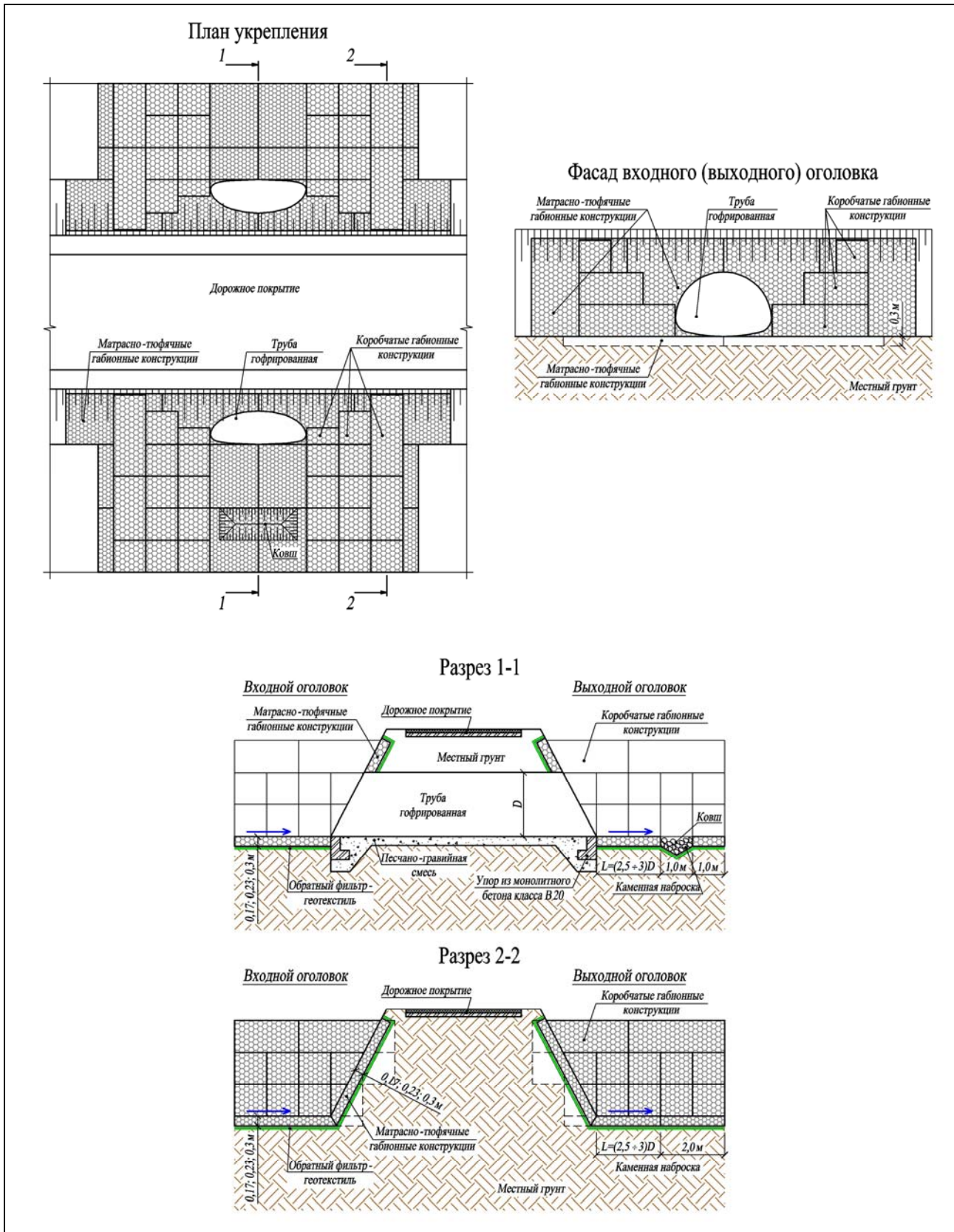


Рис. 7.65 Укрепление дорожных откосов габионными конструкциями и оголовков водопропускной трубы открьлками из габионных конструкций

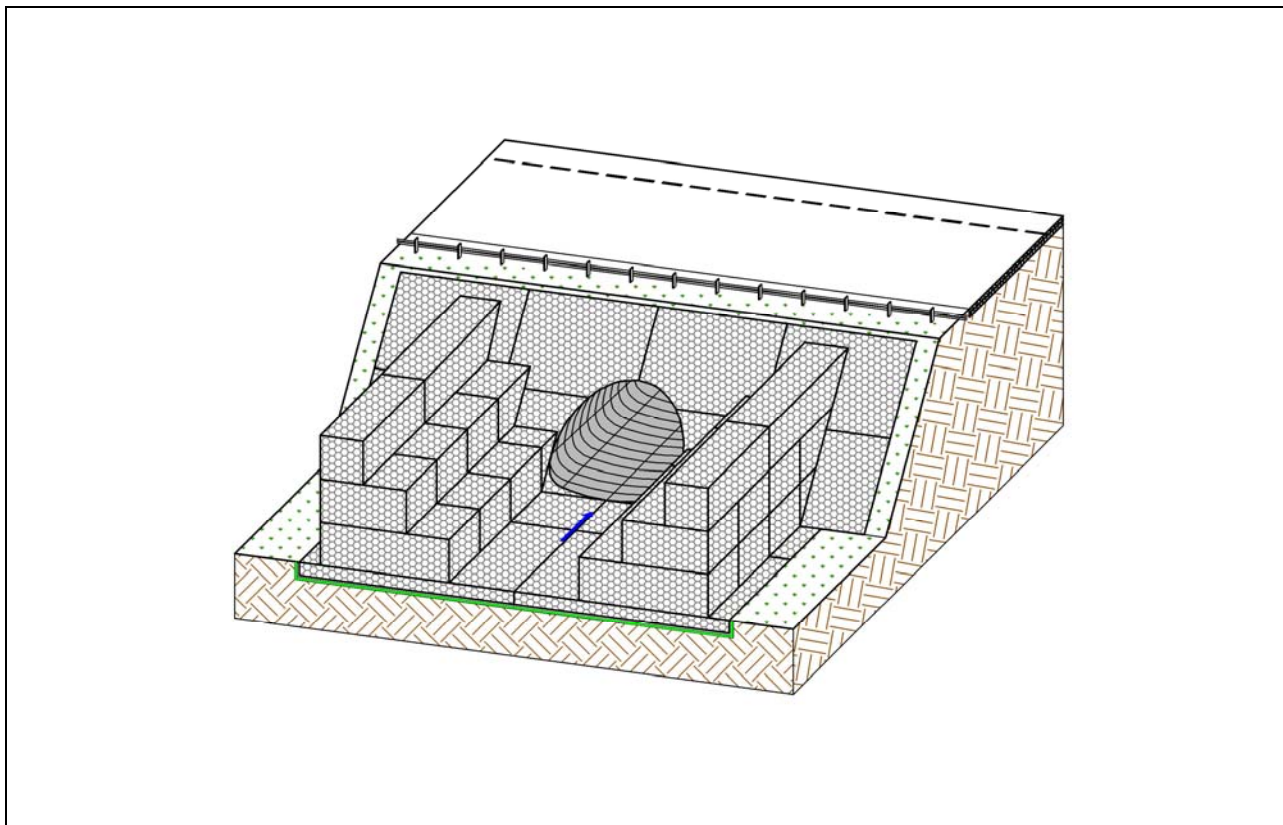


Рис. 7.65 (продолжение) Укрепление дорожных откосов габрионными конструкциями и оголовков водопропускной трубы открьлками из габрионных конструкций

Технические решения по укреплению оголовков гофрированных водопропускных труб основаны на материалах, изложенных в [3].

Конструктивное решение, отраженное на рис. 7.65, представляет собой устройство открьлок в виде подпорной стены из коробчатых габрионных конструкций. Стена расположена вдоль потока воды.

Откос укреплен матрасно-тюфячными габрионными конструкциями, причем в вертикальной проекции разница между верхом трубы и верхом матрасного крепления должна быть не менее 0,5 м.

Ковш в данном, да и в других вариантах разрешается выполнять при помощи камня, набросанного в ров.

Необходимо отметить, что согласно [35] металлические гофрированные трубы допускается проектировать без устройства оголовков. При этом нижняя часть несрезаемой трубы должна выступать из насыпи на уровне ее подошвы не менее чем на 0,2 м, а сечение трубы со срезанным концом должно выступать из тела насыпи не менее чем на 0,5 м.

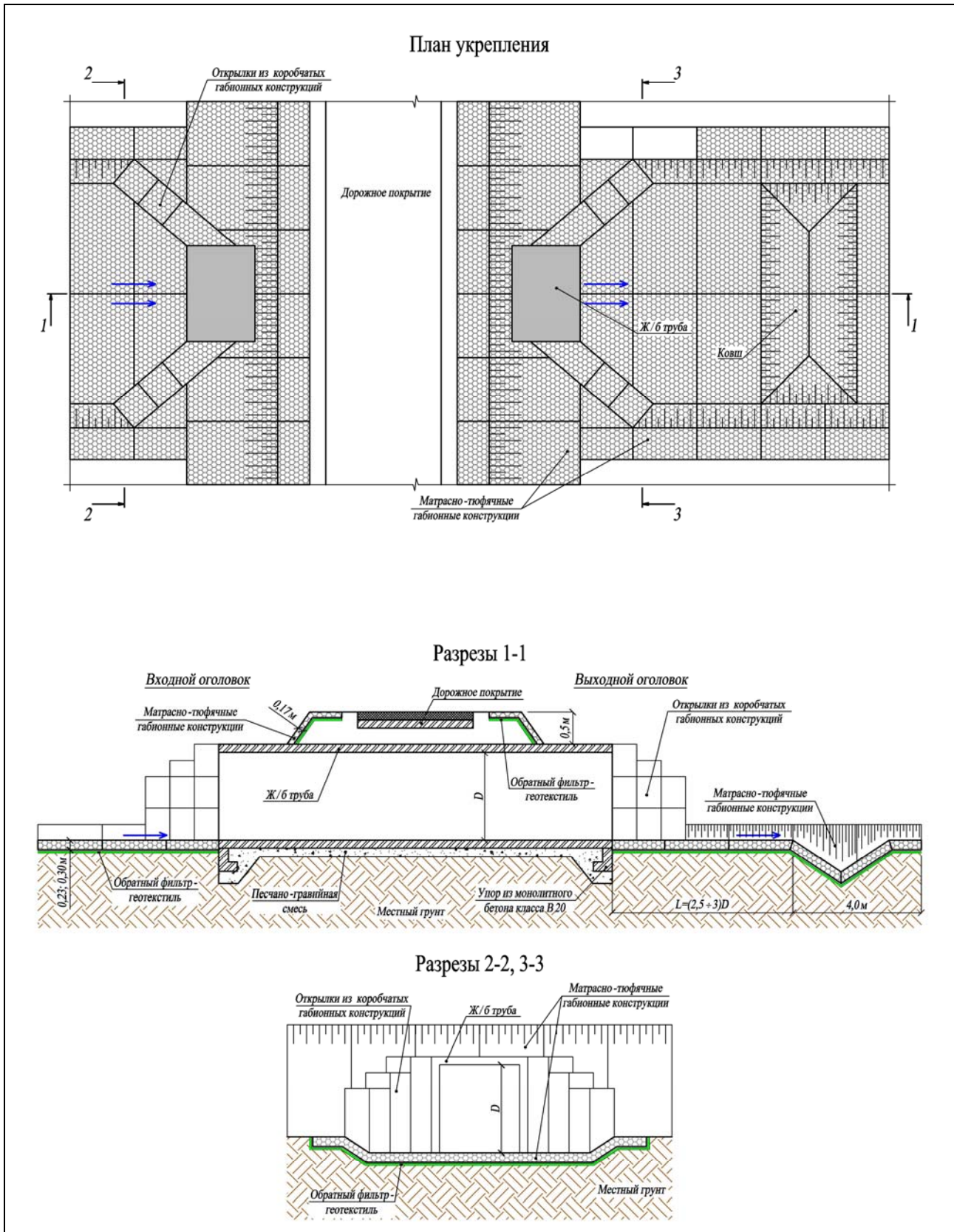


Рис. 7.66 Укрепление оголовков водопропускной трубы открылками и дорожных откосов из габионных конструкций

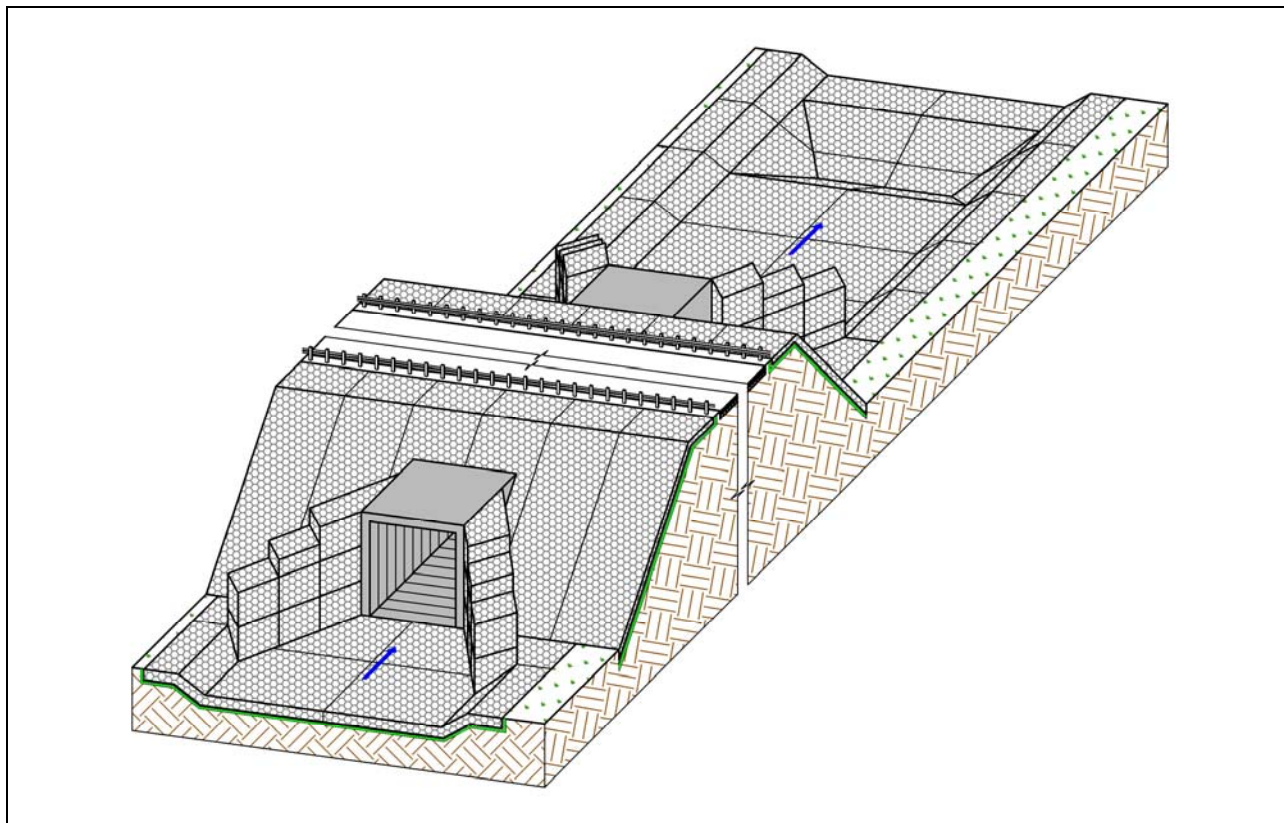


Рис. 7.66 (продолжение) Укрепление оголовков водопропускной трубы открылками и дорожных откосов из габрионных конструкций

Схема, изображенная на **рис. 7.66**, схожа с предыдущим конструктивным решением, за исключением того, что открылки из коробчатых габрионных конструкций расположены под углом к направлению течения воды.

Также стоит заметить, что при достаточном обосновании для экономии строительных материалов можно не укладывать на оголовки габрионные конструкции. Достаточно того, чтобы вертикальная проекция матрасно-тюфячных конструкций, уложенных по откосу, была не менее 0,5 м.

В данном случае по руслу также укладываются матрасы.

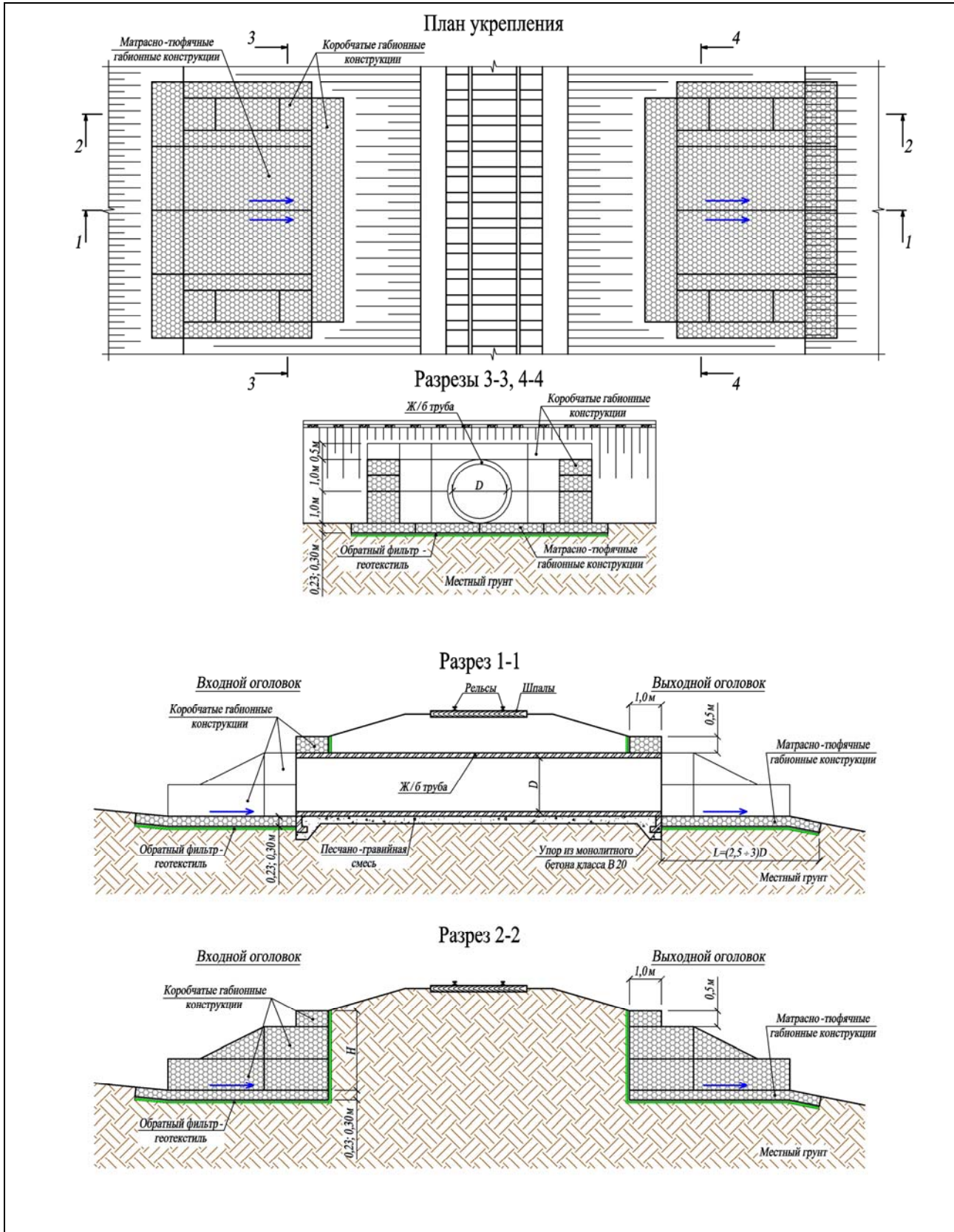


Рис. 7.67 Укрепление оголовков водопропускной трубы открылками из габионных конструкций

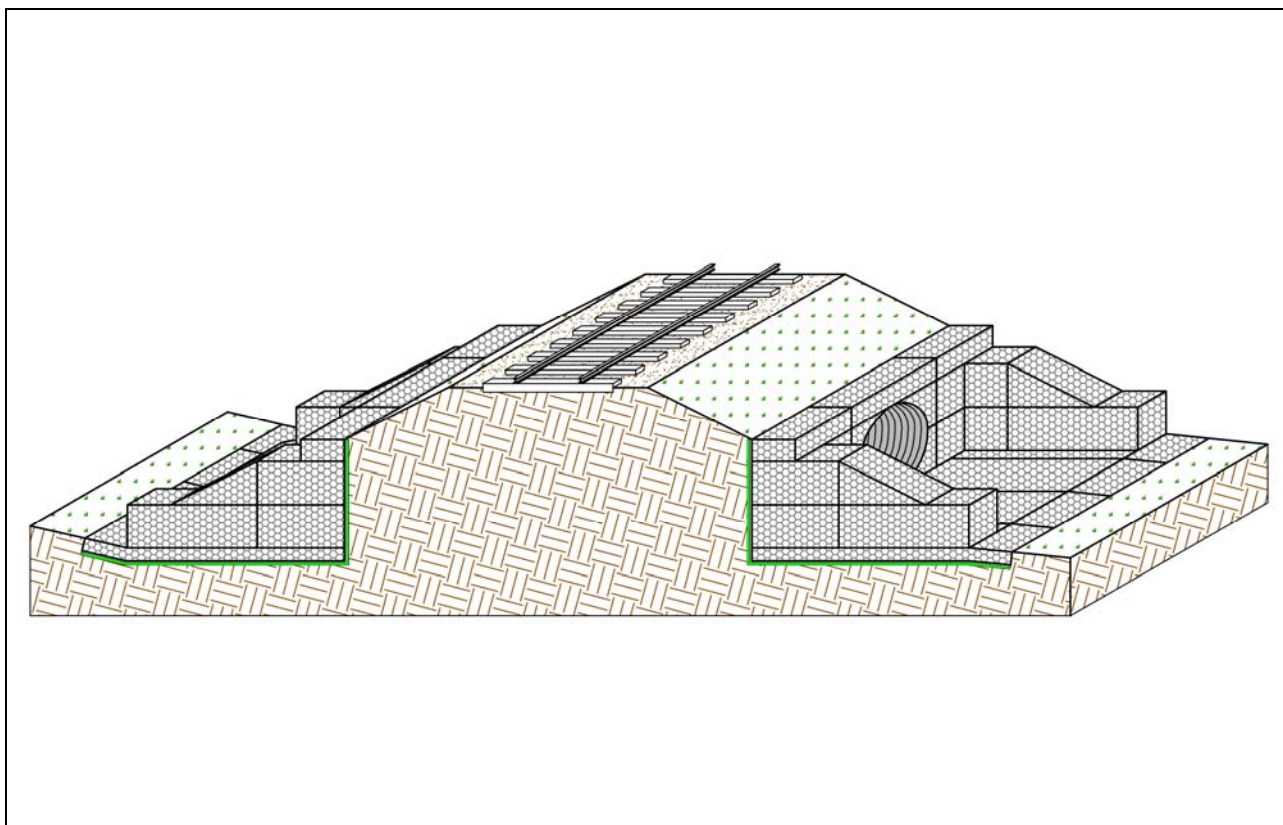


Рис. 7.67 (продолжение) Укрепление оголовков водопропускной трубы открьлками из габиионных конструкций

Решение, отраженное на **рис. 7.67**, применимо при относительно малых расходах воды, протекающей через водопропускную трубу.

Открьлки выполнены из коробчатых габиионных конструкций, а русло – из матрасно-тюфячных.

При малых потоках от устройства водобойного ковша можно отказаться.

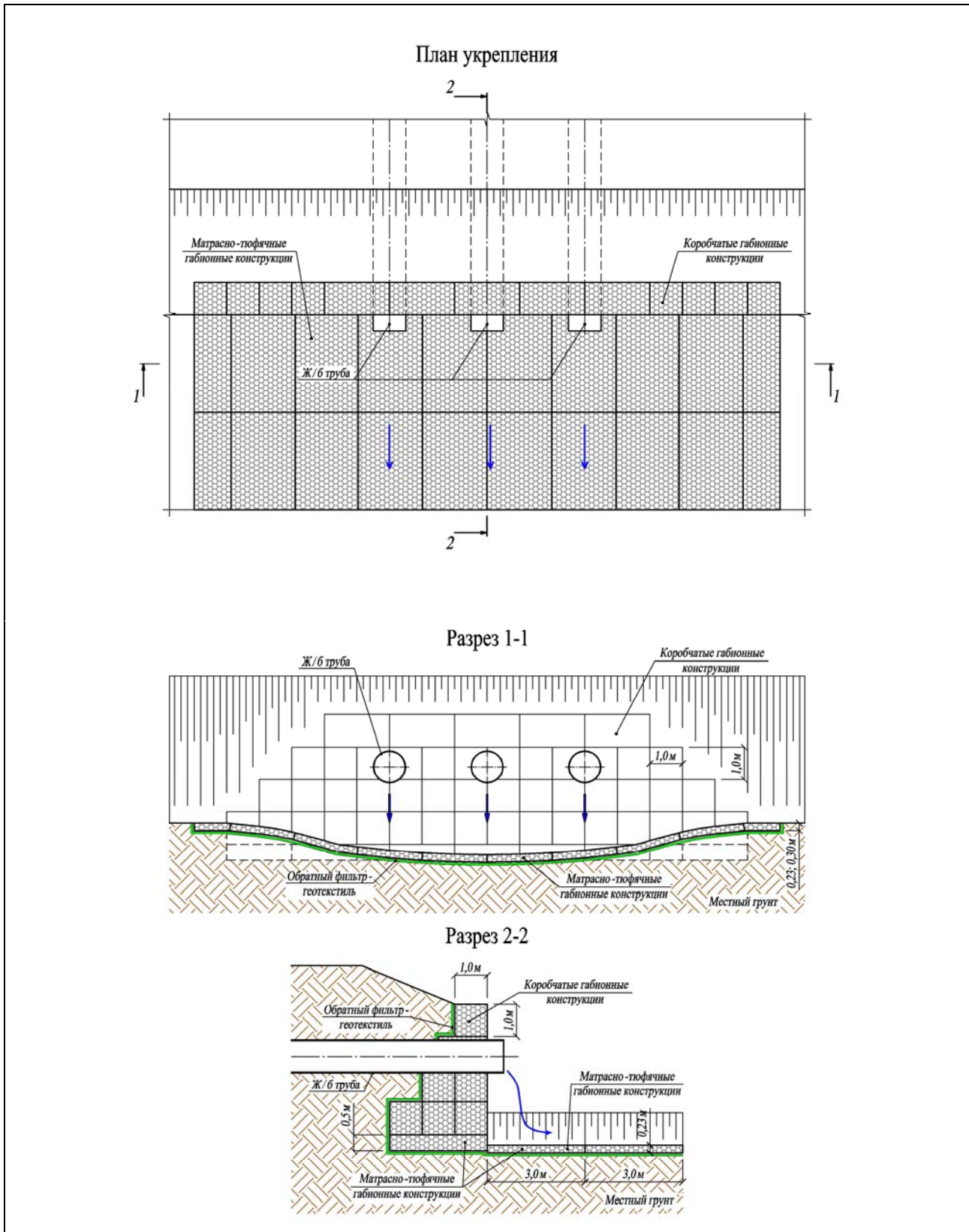


Рис. 7.68 Укрепление оголовков водопропускных труб габионными конструкциями

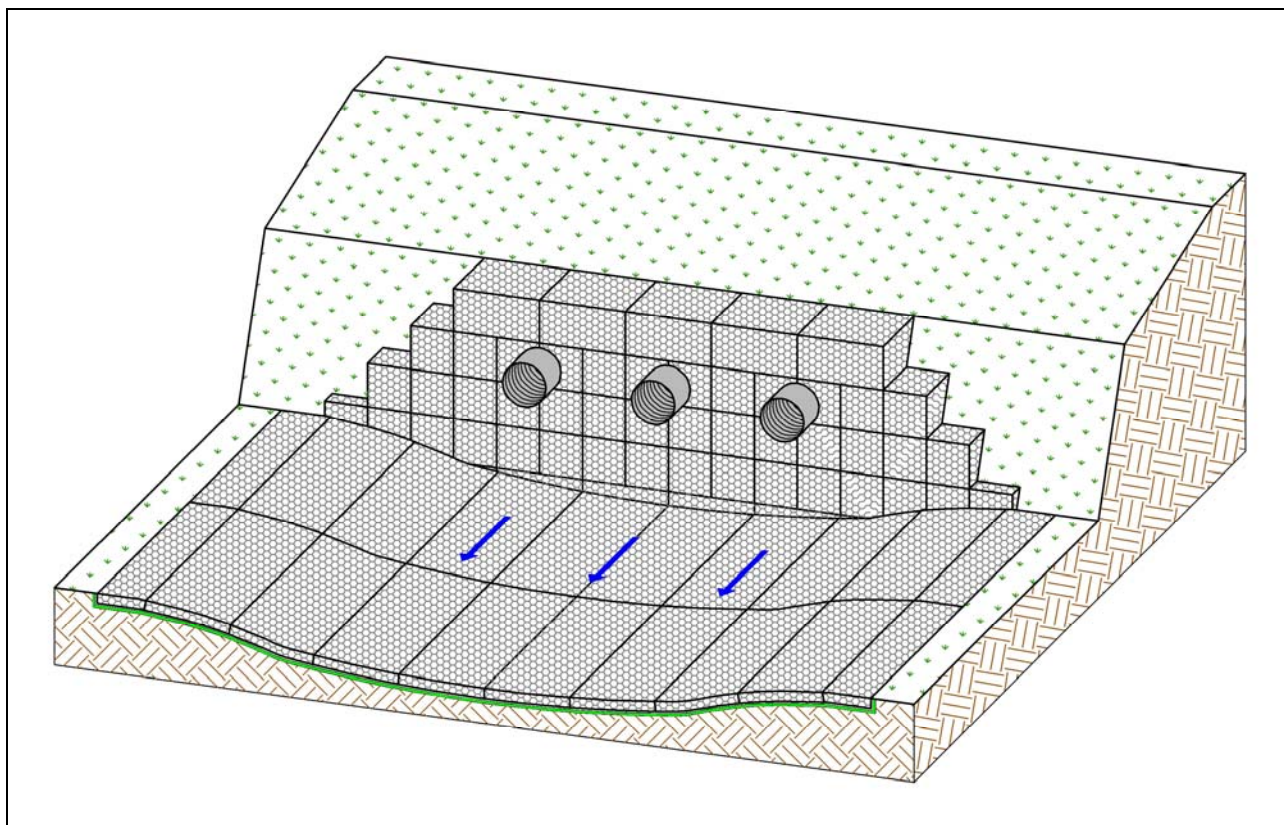


Рис. 7.68 (продолжение) Укрепление оголовков водопропускных труб габрионными конструкциями

Проектное решение, приведенное на **рис. 7.68**, используется при нескольких рядом расположенных трубах малого диаметра (предназначенных преимущественно для слива сточных вод).

Откос укреплен подпорной стеной из коробчатых габрионов. Причем с экономической точки зрения целесообразно стенку на фасаде выполнить ступенчатой.

Русло выстелено матрасно-тюфячными габрионными конструкциями длиной, установленной гидравлическими расчетами.

При сильных течениях воды необходимо устроить водобойный ковш, выполненный либо при помощи тех же матрасно-тюфячных габрионных конструкций, либо благодаря каменной наброске.

7.11 Очистные сооружения

Концептуальную основу возможного применения габионных конструкций для очистки сточных вод определяют следующие возможности габионных структур:

- высокая проницаемость;
- большая внутренняя поглощаемость мелких частиц твердого стока;
- долговечность и химическая нейтральность;
- возможность прорастания растений, способных усваивать загрязняющие компоненты сточных вод.

Выбор оптимального типа и конструкции очистного сооружения должен производиться в тесной взаимосвязке с общей схемой организации водоотвода для каждого конкретного объекта. Это позволяет объединить в одну систему сброс поверхностных вод из откосных лотков, кюветов и водоотводных канав, сконцентрировать поступление этих вод в локальные придорожные очистные сооружения и обеспечить единый комплекс водоотведения и очистки сточных вод.

Согласно Методическим рекомендациям [15] при выборе того или иного типа очистных сооружений, возводимых с использованием биоинженерных элементов, сорбентов и габионных конструкций, следует учитывать следующие факторы:

- фоновые, фактические и прогнозные показатели загрязненности поверхностного стока;
- очистные способности этих сооружений;
- конструктивные схемы организации водоотвода на конкретном объекте;
- водопропускную способность проектируемых сооружений;
- эксплуатационные преимущества;
- требования природоохранных органов.

Для повышения эффективности очистки сточных вод в ряде случаев может быть целесообразным каскадное, следующее друг за другом расположение габионных очистных сооружений. Эти сооружения, временно задерживая сточные воды, позволяют отстаивать и разбавлять загрязненные воды, осаждают и накапливают частицы твердого стока, тяжелых металлов и мусора, а также обеспечивают проникновение загрязненной воды в габионные строительные блоки этих сооружений и тем самым в некоторой степени аккумулировать в них загрязняющие вещества.

Конструктивные решения по устройству очистных сооружений основаны на материалах, изложенных в [5], [15], а также на известных научно-методических проработках (например, метод “Эколандшафта”).

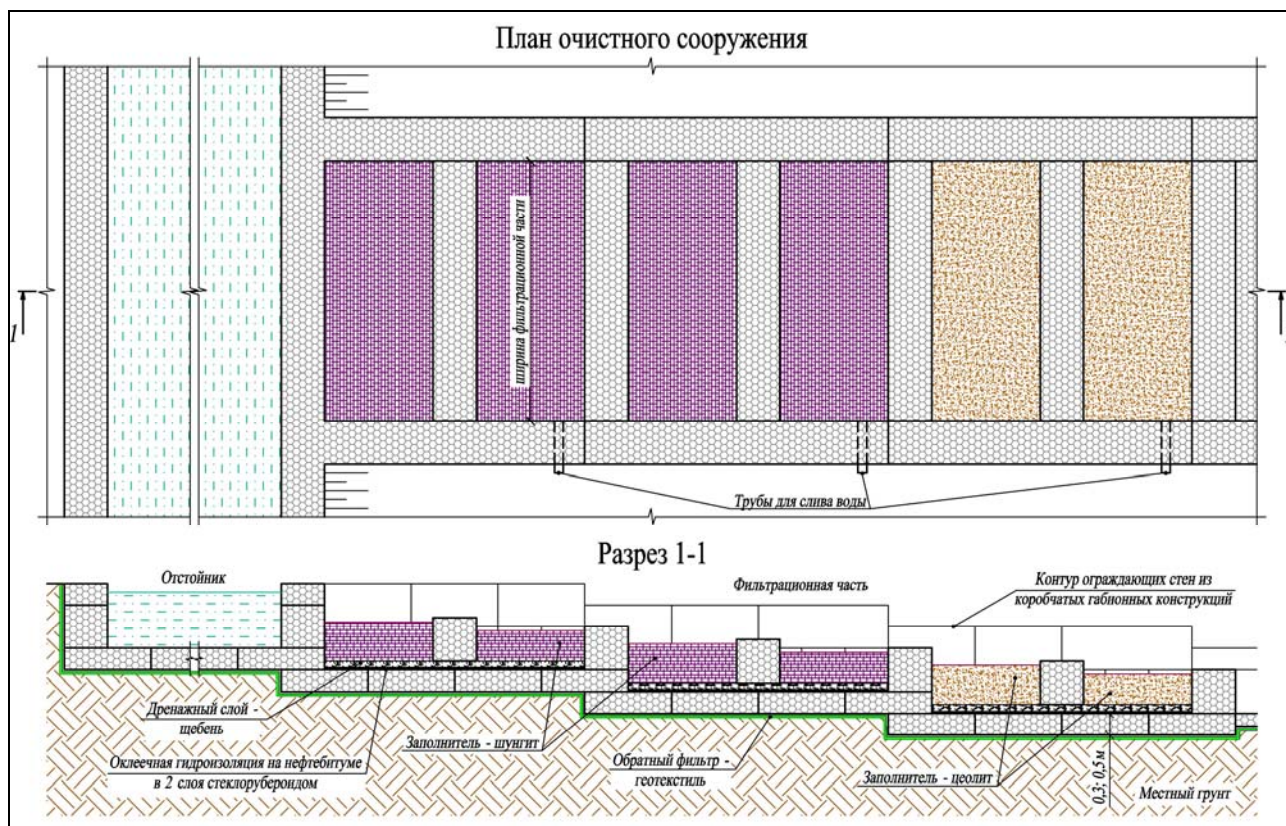


Рис. 7.69 Очистное сооружение из габрионных конструкций (вариант 1)

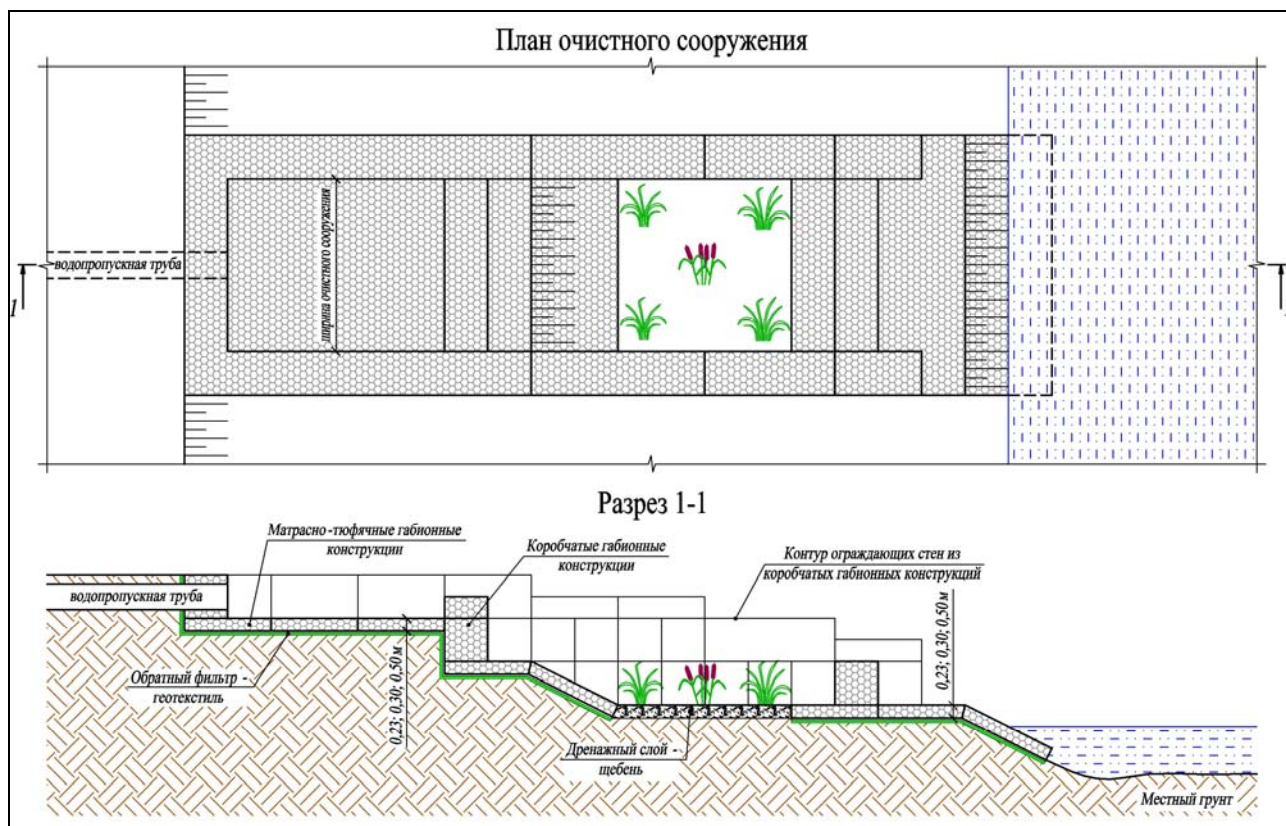


Рис. 7.70 Очистное сооружение из габрионных конструкций (вариант 2)

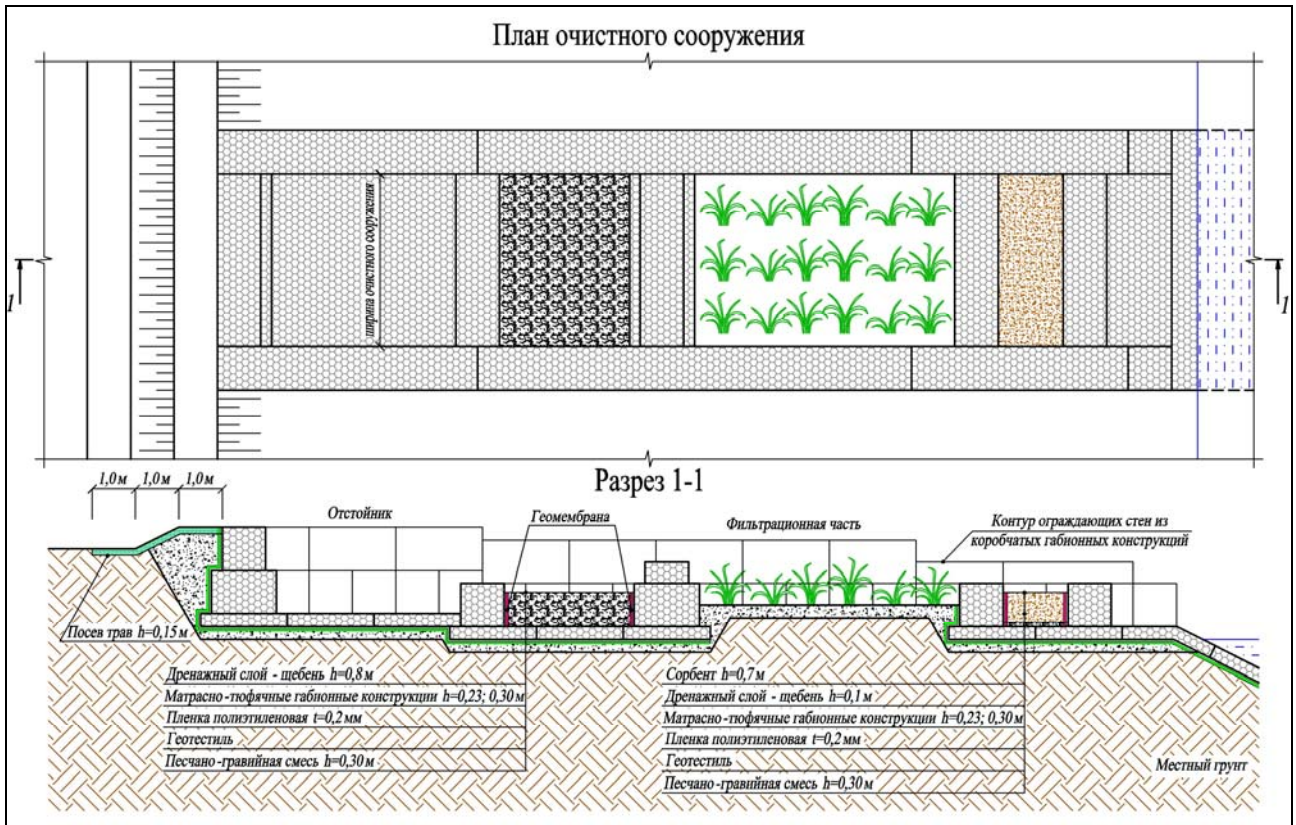


Рис. 7.71 Очистное сооружение из габионных конструкций (вариант 3)

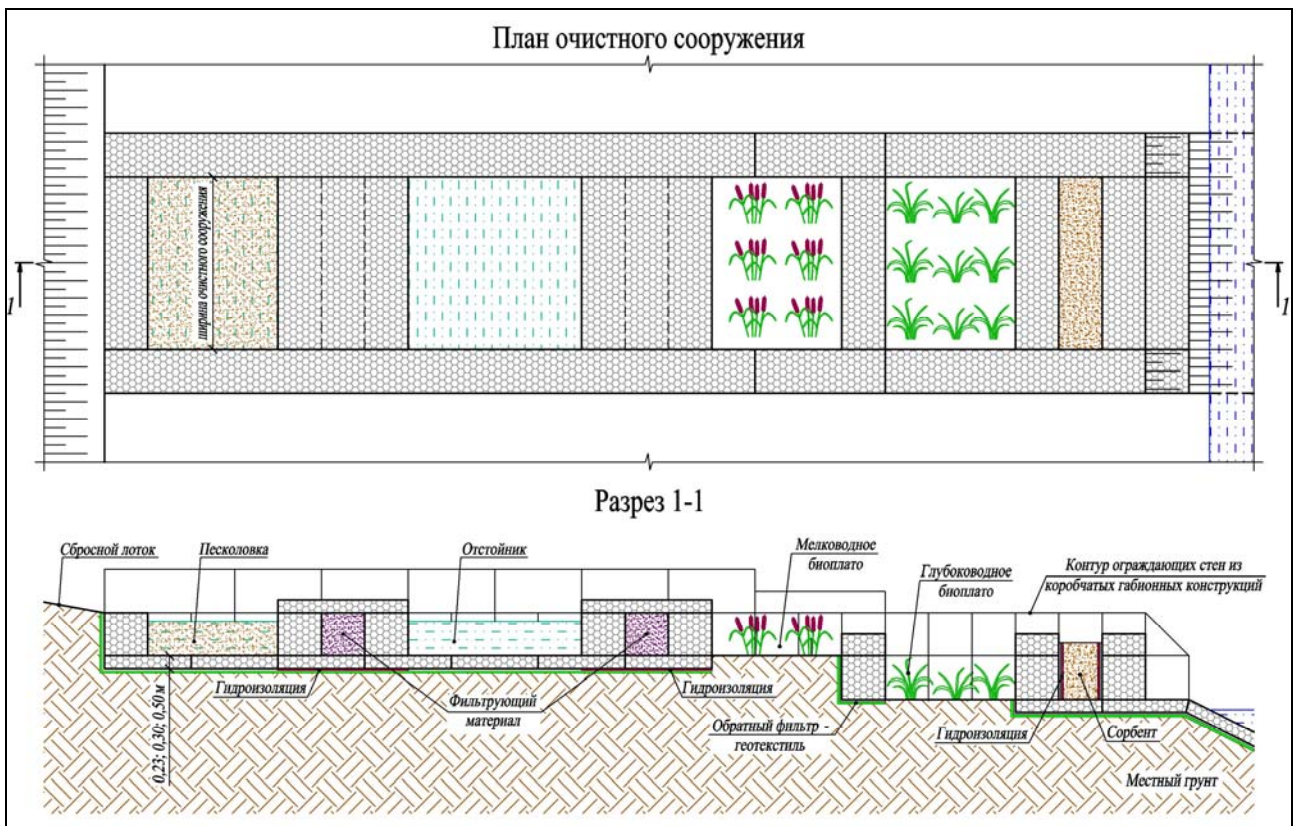


Рис. 7.72 Очистное сооружение из габионных конструкций (вариант 4)

7.12 Переливные сооружения

Переливные сооружения являются одной из разновидностей дорожно-мостовых водопропускных сооружений.

Они весьма распространены не только в отечественной, но и зарубежной практике дорожно-мостового строительства.

При прокладывании автомобильных дорог в нулевых отметках в относительно равнинной местности конструктивные решения по устройству периодически затопляемых их участков рекомендуется прорабатывать применительно к одной из конструктивных схем, представленных на **рис. 7.73** и основанных на материалах, изложенных в Методических рекомендациях [15].

Для уменьшения возможного истирания твердым стоком крышки матрасных габрионов рекомендуется усилить дополнительными крышками из металлических сеток двойного кручения.

При устройстве переливных насыпей в относительно равнинной местности укрепление верховых и низовых откосов рекомендуется производить матрасно-тюфячными габрионными конструкциями.

Для защиты концевых частей этих габрионных откосов с верховой и низовой сторон целесообразно их заглубление или возведение упорно-защитных устройств из коробчатых габрионных конструкций в сочетании с матрасно-тюфячными, а также из каменной наброски.

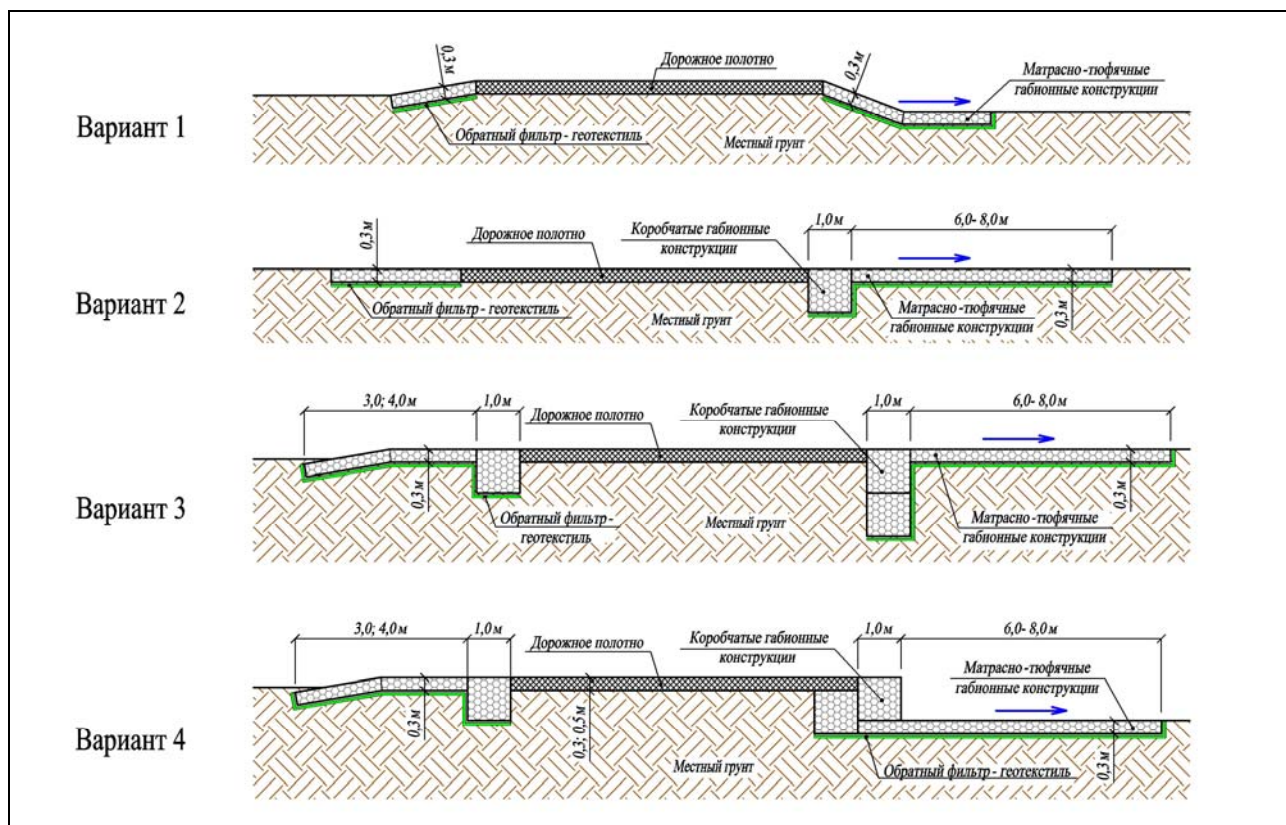


Рис. 7.73 Варианты переливных сооружений из габрионных конструкций

7.13 Фильтрующие сооружения

Фильтрующие водопропускные сооружения относятся к издавна известным и применяемым дорожно-мостовым сооружениям.

Они могут применяться как для пропуска паводочных и меженных вод, так и для осушения местности, прилегающей к автомобильным дорогам.

Наиболее благоприятные исходные условия применения фильтрующих водопропускных сооружений возникают:

- при грунтах, требующих устройства дорогостоящих опор мостов и оснований под водопропускные трубы;
- при относительно небольших расчетных расходах воды;
- при ненарушении и улучшении гидро-экологического равновесия прилегающей местности и одновременном улучшении водно-теплового режима земляного полотна;
- при достаточном уклоне местности, позволяющем наиболее быстро обеспечивать отток воды с верховой стороны дороги и ее пропуск через фильтрующее сооружение;
- при наличии местного камня крепких кристаллических, водостойких и морозоустойчивых горных пород и небольшой дальности его возки;
- при производстве строительных работ в зимнее время, когда возведение мостов и труб из бетона и железобетона затруднительно и дорогостояще;
- при незначительном количестве в водном потоке частиц твердого стока;
- в сейсмических районах.

Согласно рекомендациям [15] высоту фильтрующей части насыпи при безнапорном режиме следует назначать не менее чем на 0,5 м выше горизонта воды в верхнем бьефе.

Конструктивные решения по устройству фильтрующих сооружений из габрионов (рис. 7.74 – 7.76) основаны на материалах, изложенных в рекомендациях [15].

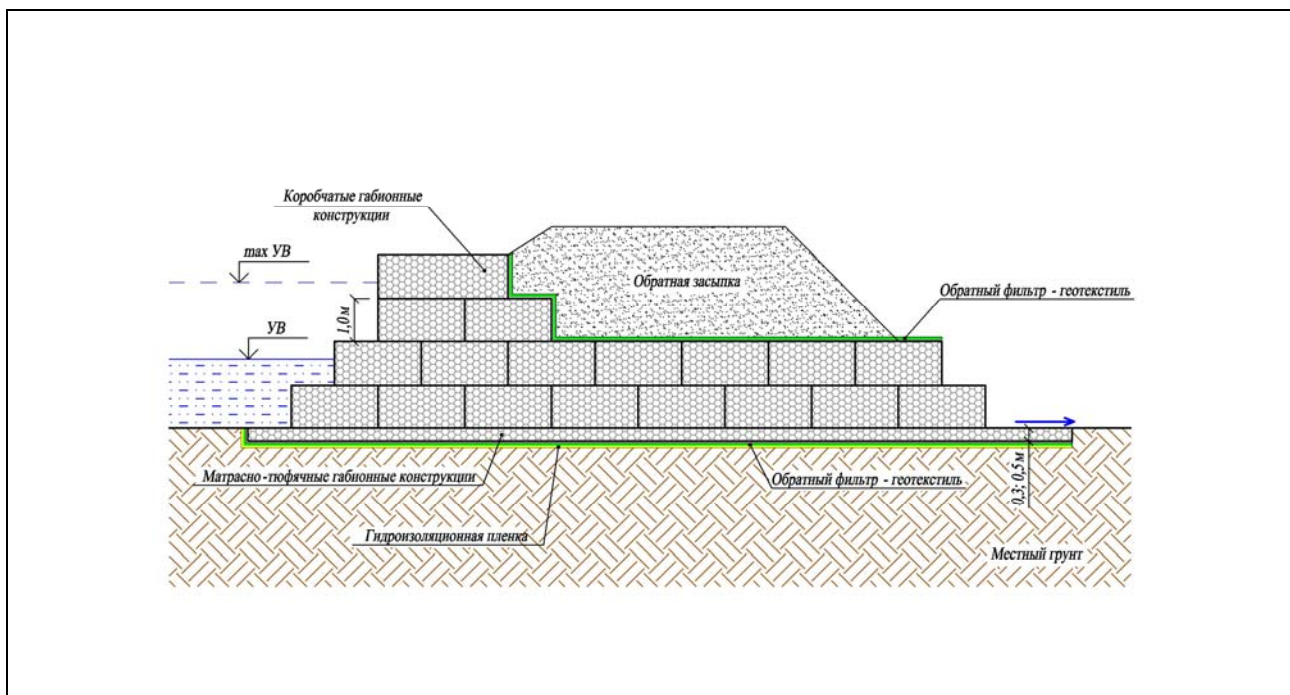


Рис. 7.74 Фильтрующее сооружение из габрионных конструкций (вариант 1)

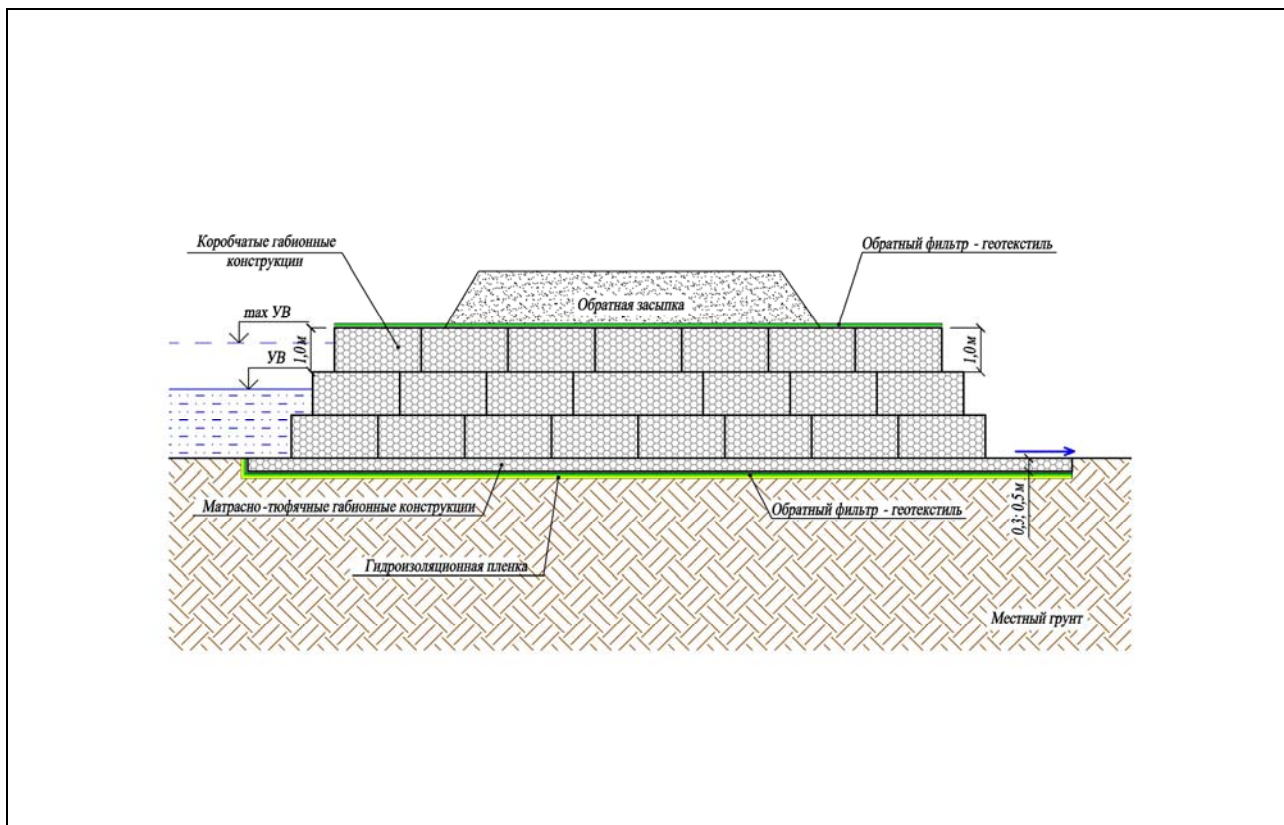


Рис. 7.75 Фильтрующее сооружение из габрионных конструкций (вариант 2)

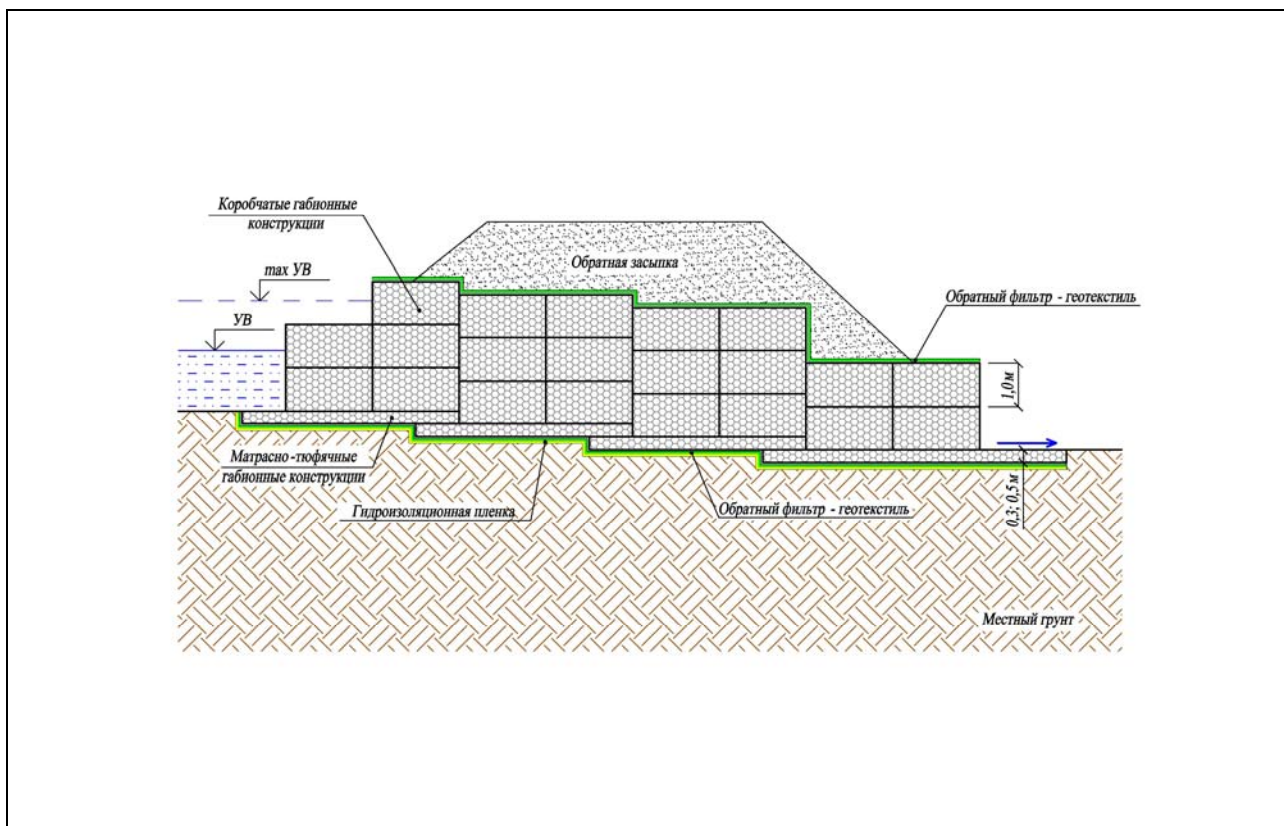


Рис. 7.76 Фильтрующее сооружение из габрионных конструкций (вариант 3)

7.14 Селезащитные сооружения

Согласно Методическим рекомендациям [15] область применения габрионных конструкций при разработке противоселевых защитных мероприятий распространяется на следующие сооружения:

- террасы и террасы-канавы (траншейные и ступенчатые) на горных склонах селеобразующих водосборных бассейнов;
- нагорные и водосборные канавы;
- селепропускные сооружения, селепереливные лотки, канализованные и отводные русла;
- селенаправляющие и ограждающие сооружения в виде различных типов регуляционных и берегоукрепительных сооружений;
- селезадерживающие сооружения руслового расположения в виде запруд, барражей, плотин и котлованов накопителей.

При устройстве противоселевых защитных сооружений с применением габрионных конструкций следует учитывать их целевое предназначение, условия функционирования, а также расчетные гидравлико-гидрологические характеристики формирования и проявления водных и селевых потоков.

Для повышения устойчивости габрионных поверхностей от возможности их истирания и повреждений твердыми составляющими селевых потоков следует предусматривать защиту этих поверхностей дополнительными сетками двойного кручения.

В числе возможных конструктивных решений по устройству селезадерживающих сооружений из габрионных конструкций необходимо учитывать решения, представленные на **рис.7.77 – 7.79**.

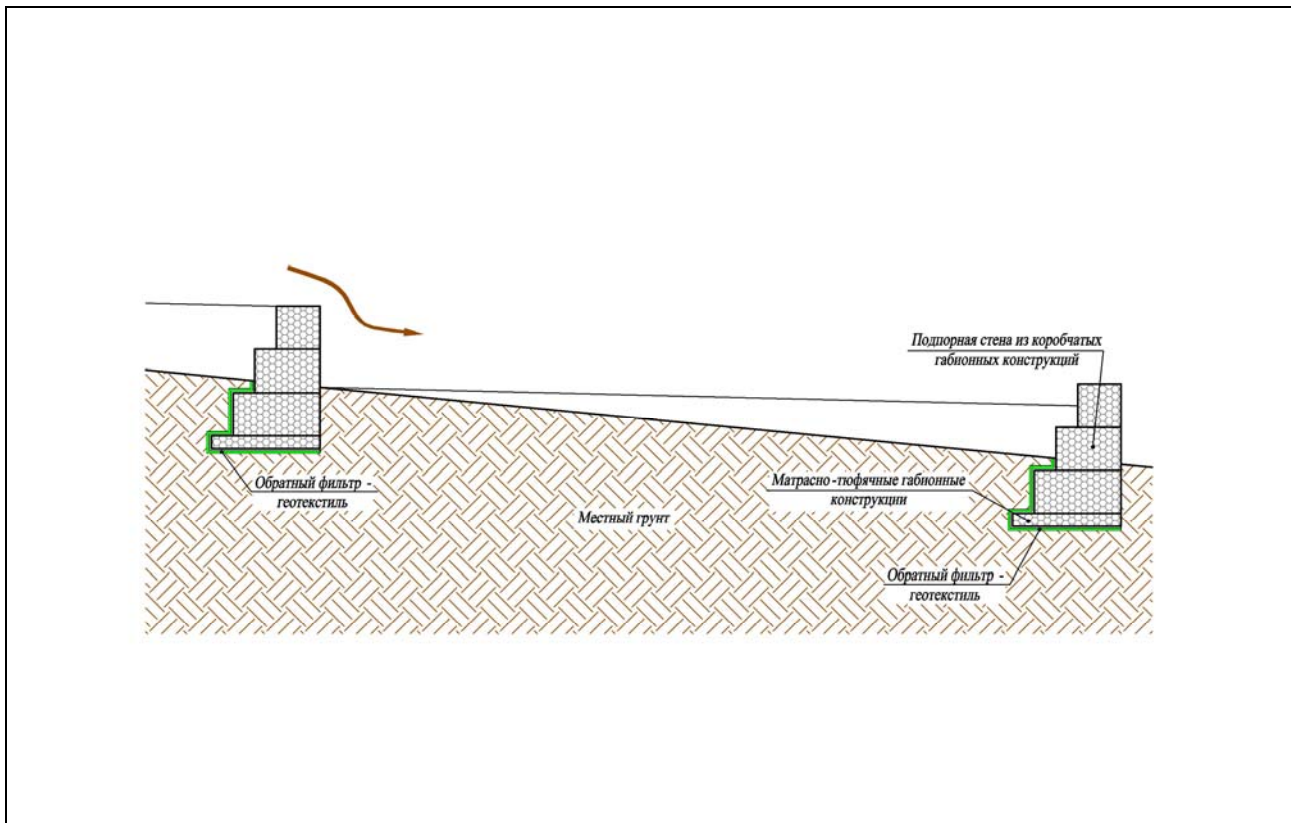


Рис. 7.77 Селезащитное сооружение из габрионных конструкций (вариант 1)

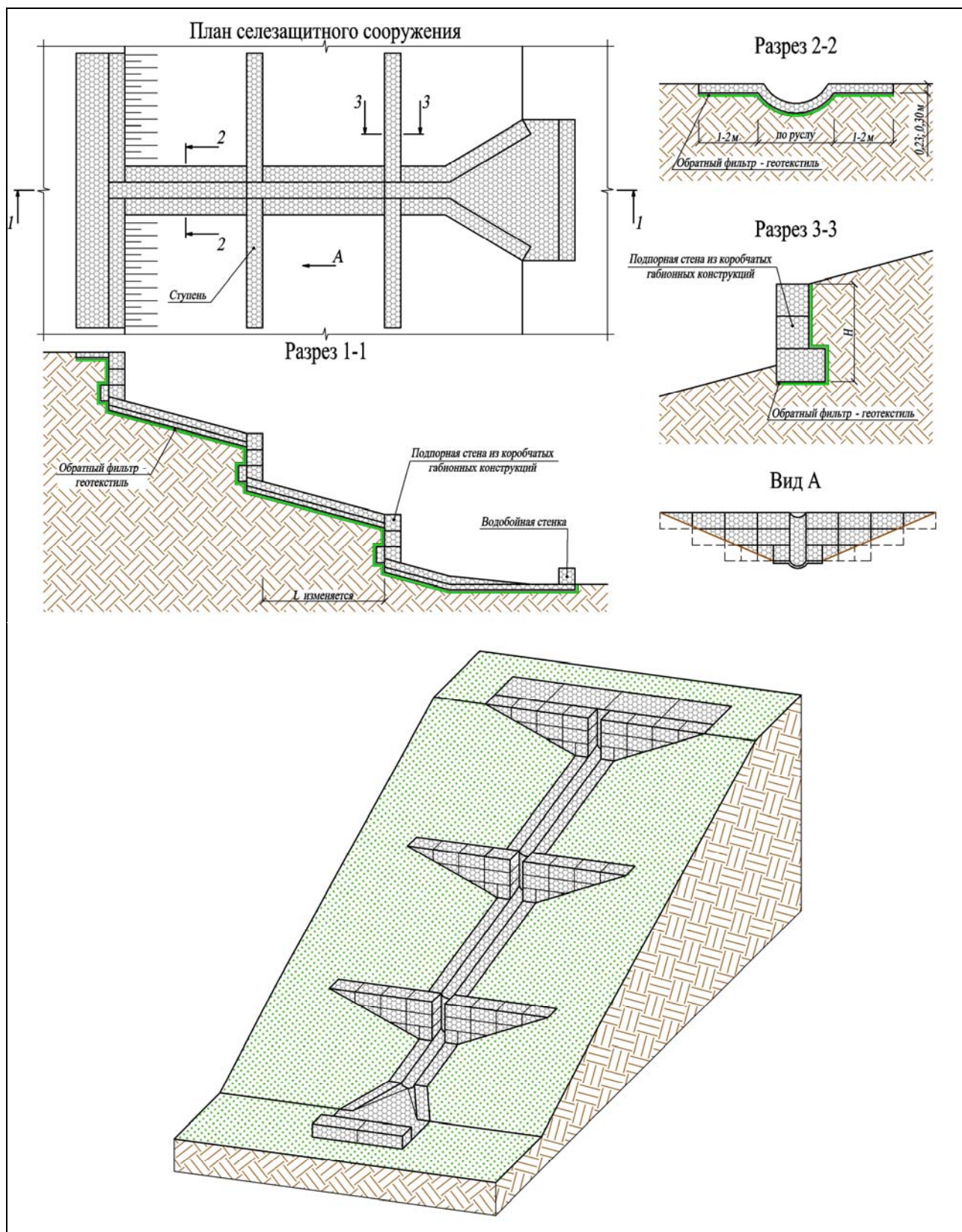


Рис. 7.78 Селезащитное сооружение из габрионных конструкций (вариант 2)

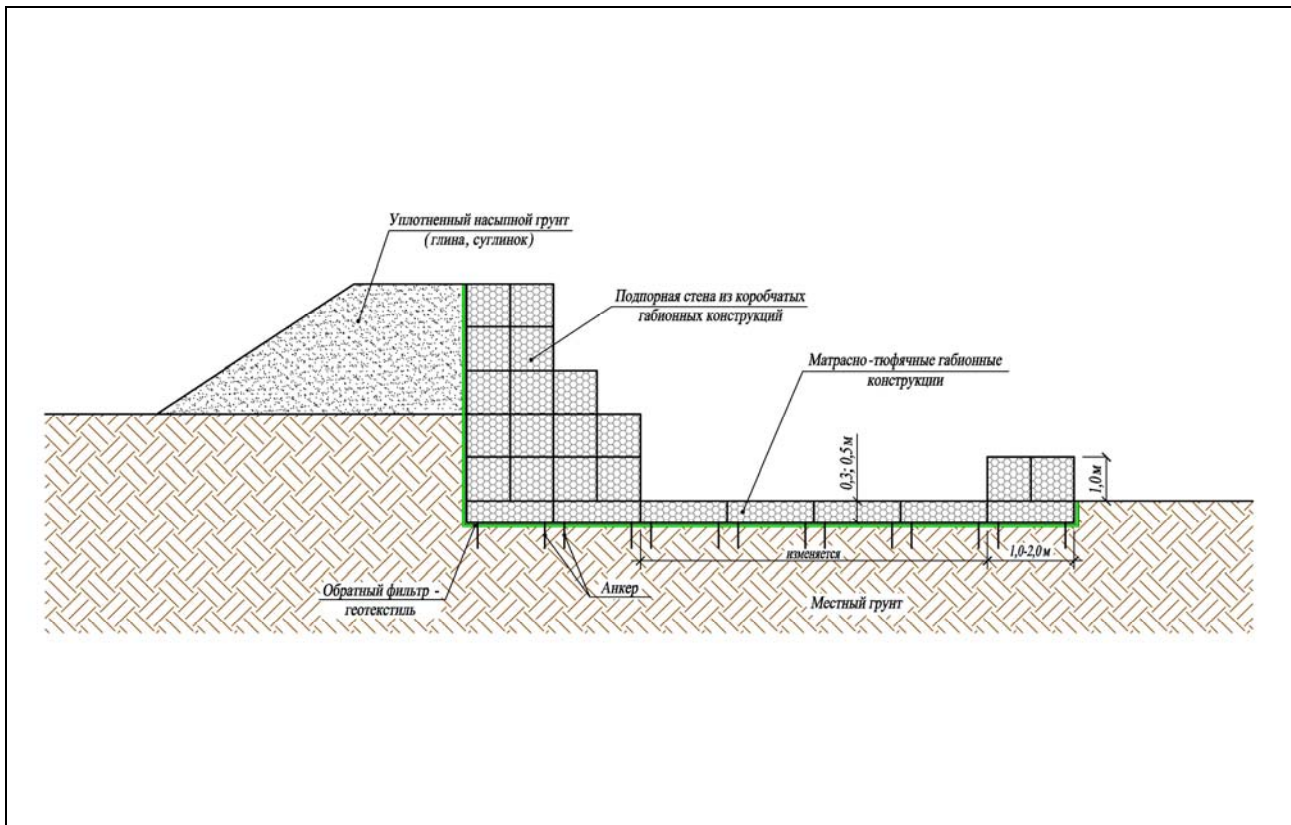


Рис. 7.79 Селезащитное сооружение из габионных конструкций (вариант 3)

7.15 Укрепление магистральных трубопроводов

Согласно [24] к конструкциям, обеспечивающим механическую защиту размываемых участков трубопроводов, предъявляются следующие требования:

- защита участка трубопровода от механических, гидродинамических воздействий;
- обеспечение фиксированного положения участка трубопровода и целостности грунтового основания;
- минимальное вмешательство в природную среду (сохранение естественного режима стока и исключение ущерба водной фауне);
- обеспечение возможности демонтажа конструкции и участка трубопровода.

Вид противоэрозионного мероприятия, необходимого для защиты трубопровода от размыва, определяется, прежде всего, видом эрозионного нарушения.

Довольно часто потенциальными эрозионными нарушениями являются размыв грунта обратной засыпки, оползневые процессы, когда проектируемый трубопровод прокладывается в скальной местности. Варианты решений по защите трубопроводов представлены на **рис. 7.80**.

Защитная конструкция варианта 1 **рис. 7.80** состоит из грунтовой засыпки, обратного фильтра из геотекстиля и защитного покрытия из матрасно-тюфячных габионных конструкций. Преимуществом этой конструкции являются низкая стоимость и простота.

Защитные конструкции, изображенные на вариантах 2-6 **рис. 7.80**, представляют собой сооружения в виде небольших стенок по берегу реки, предохраняющие магистральный трубопровод от различных волновых и других гидродинамических воздействий. В общем случае основанием под трубу являются матрасно-тюфячные конструкции или подготовленное грунтовое основание; в частном случае (вариант 5 **рис. 7.80**) при большой опасности размыва устраивается послойное укрепление берега габионными конструкциями, являющимися основанием под трубопровод.

В качестве защиты засыпаемого над трубой грунта можно применить совершенно разные решения:

- матрасно-тюфячные габиионные конструкции (вариант 2 **рис. 7.80**) малой толщины (0,17 или 0,23 м), которые являются как бы пригрузом и удерживающей конструкцией;
- посев трав (варианты 3-5 **рис. 7.80**): биологическую рекультивацию следует выполнять на всей ширине полосы трубопровода независимо от вида основного мероприятия; работы по биологической рекультивации включают восстановление плодородного слоя, внесение удобрений, посев многолетних трав с мощной корневой системой, посадку защитных полос кустарника и уход за растениями;
- укрепление каменной наброской (вариант 6 **рис. 7.80**), при этом минимально допустимый диаметр камня определяется из условия устойчивости в потоке воды.

Преимуществом этих конструкций являются высокая степень надежности, низкая вероятность механического и гидрологического воздействий на проектируемый трубопровод. Использование бетонных и железобетонных плит недопустимо, так как они будут подмываться и опрокидываться при больших скоростях потока.

Согласно [36] для трубопроводов, укладываемых по косогорам с поперечным уклоном свыше 35°, следует предусматривать устройство подпорных стен, поэтому очередным проектным решением являются защитные сооружения, изображенные на вариантах 7, 8 **рис. 7.80**.

Подпорные стенки сооружаются в первую очередь с практической целью – предотвратить сползание земли, которое возможно на местности со сложным рельефом, для защиты грунта.

В современных условиях “стена в грунте” зачастую является единственно возможным методом строительства конструкции подземного сооружения.

В качестве предотвращения от размыва грунта обратной засыпки применяется устройство облицовки из матрасно-тюфячных габиионных конструкций. При откосе 1:1,5 и круче матрасы крепятся к грунту анкерами.

В особо неблагоприятных условиях необходима комплексная защита основного сооружения, т.е. устройство защиты со всех сторон проектируемого трубопровода. Поэтому предлагается проектное решение, отраженное в варианте 9 **рис. 7.80**. По бокам от трубы находятся мощные коробчатые габиионы, обеспечивающие защиту от динамических воздействий как со стороны водоема, так и со стороны скалы. Более легкие матрасно-тюфячные конструкции уложены под основанием трубы и на нее.

Вариант 10 **рис. 7.80** применим для защиты трубопровода, проходящего через водоем. Размыву и дальнейшему воздействию на трубопровод препятствуют матрасно-тюфячные габиионные конструкции, защищенные от подмыва “упорными зубьями” из коробчатых габиионных конструкций. В этом случае матрасно-тюфячные габиионные конструкции укладываются с “пристегнутым” геотекстилем.

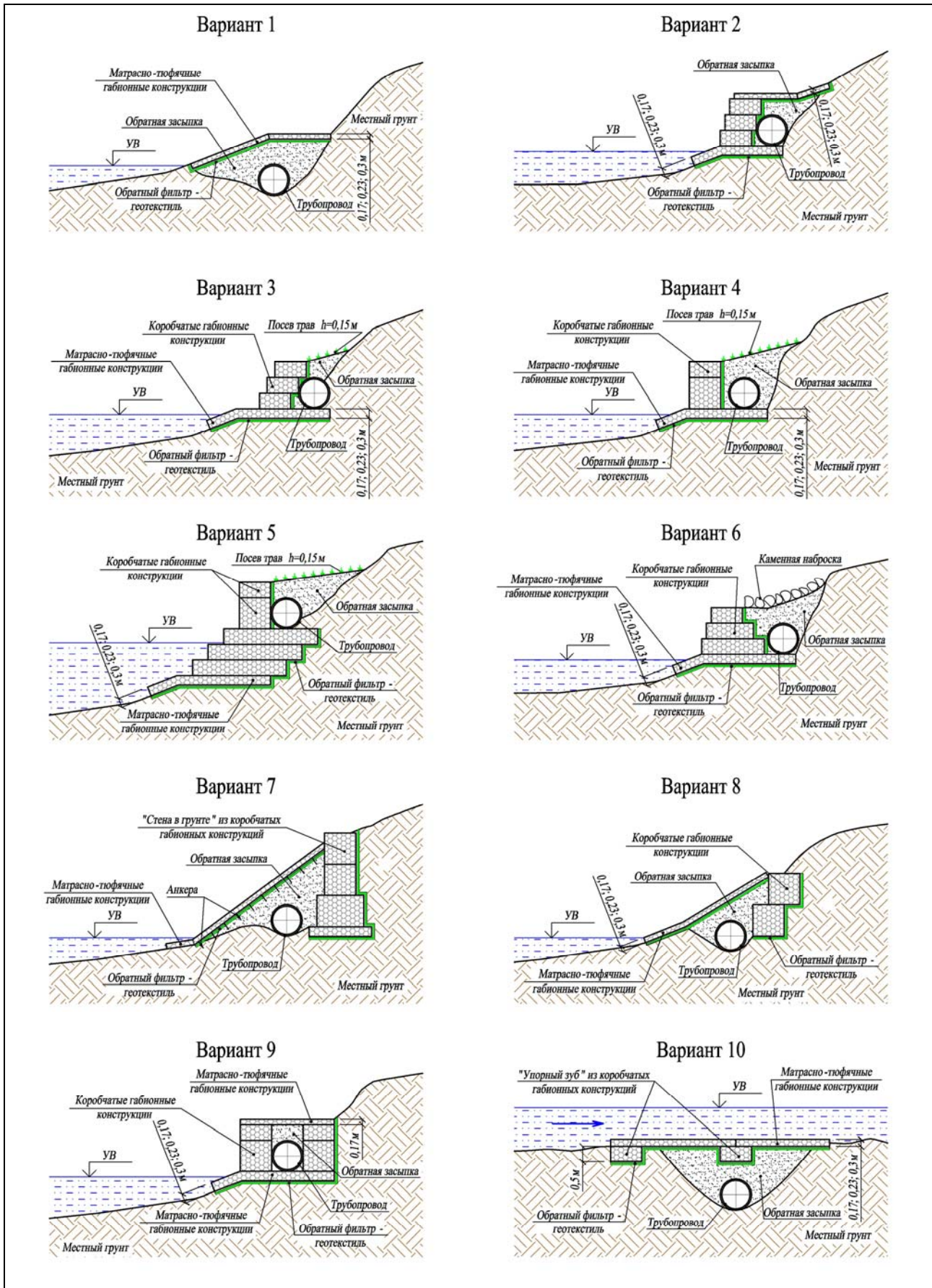


Рис. 7.80 Варианты защиты магистральных трубопроводов с помощью габионных конструкций

7.16 Прочее применение габиионных конструкций

Применение габиионных конструкций не ограничивается их использованием в объектах дорожного, мостового, гидротехнического строительства.

В практике и истории строительства имеются объекты, в которых габиионные конструкции применяются в ландшафтном дизайне в качестве подпорных стенок на откосах водоемов, каналов (рис. 7.81).

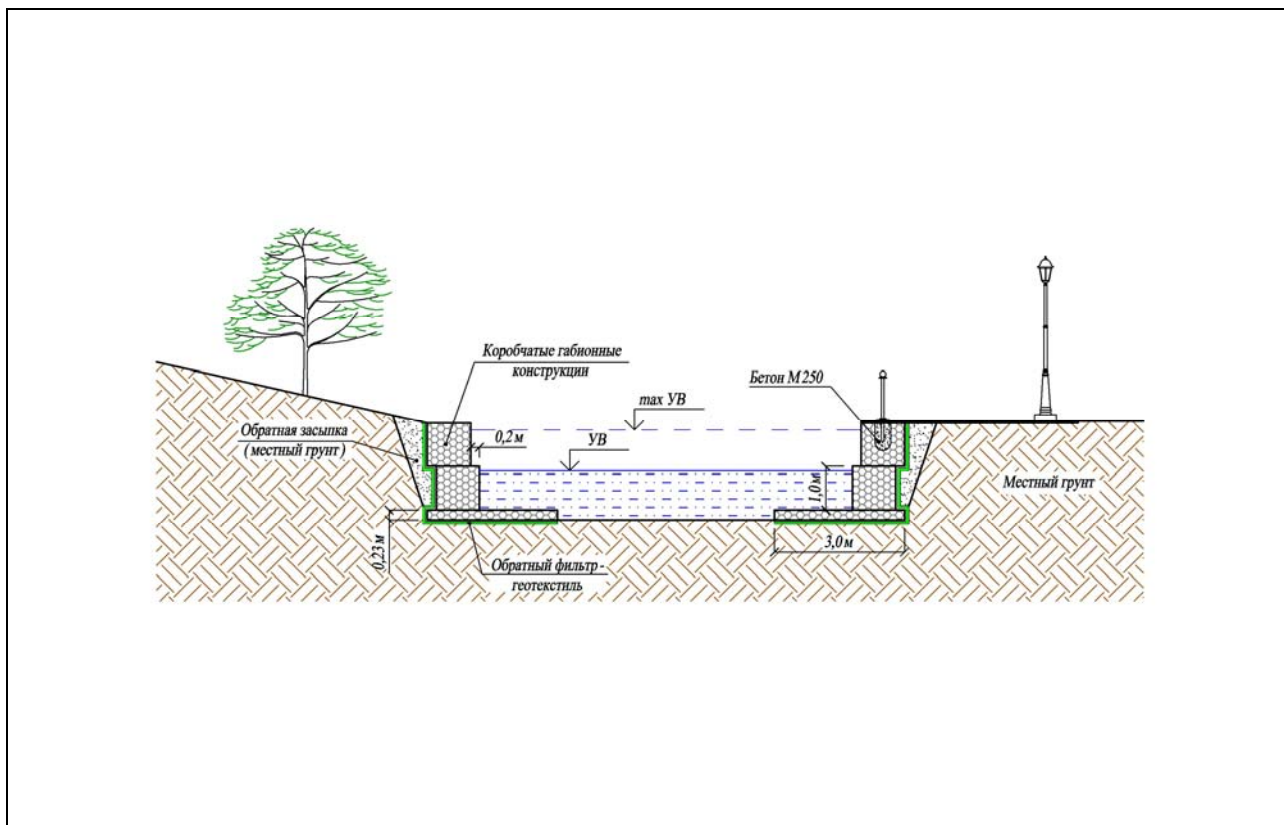


Рис. 7.81 Ландшафтные подпорные стенки из габиионных конструкций для укрепления каналов

Габиионные конструкции можно использовать в качестве опор под переправу через реку (рис. 7.82) при условии, что по этому переходу не будут ездить автомобили, поскольку в качестве опор под ответственные сооружения с большими динамическими нагрузками габиионные конструкции непригодны.

Опоры имеют заостренный торец для уменьшения силового воздействия водного потока.

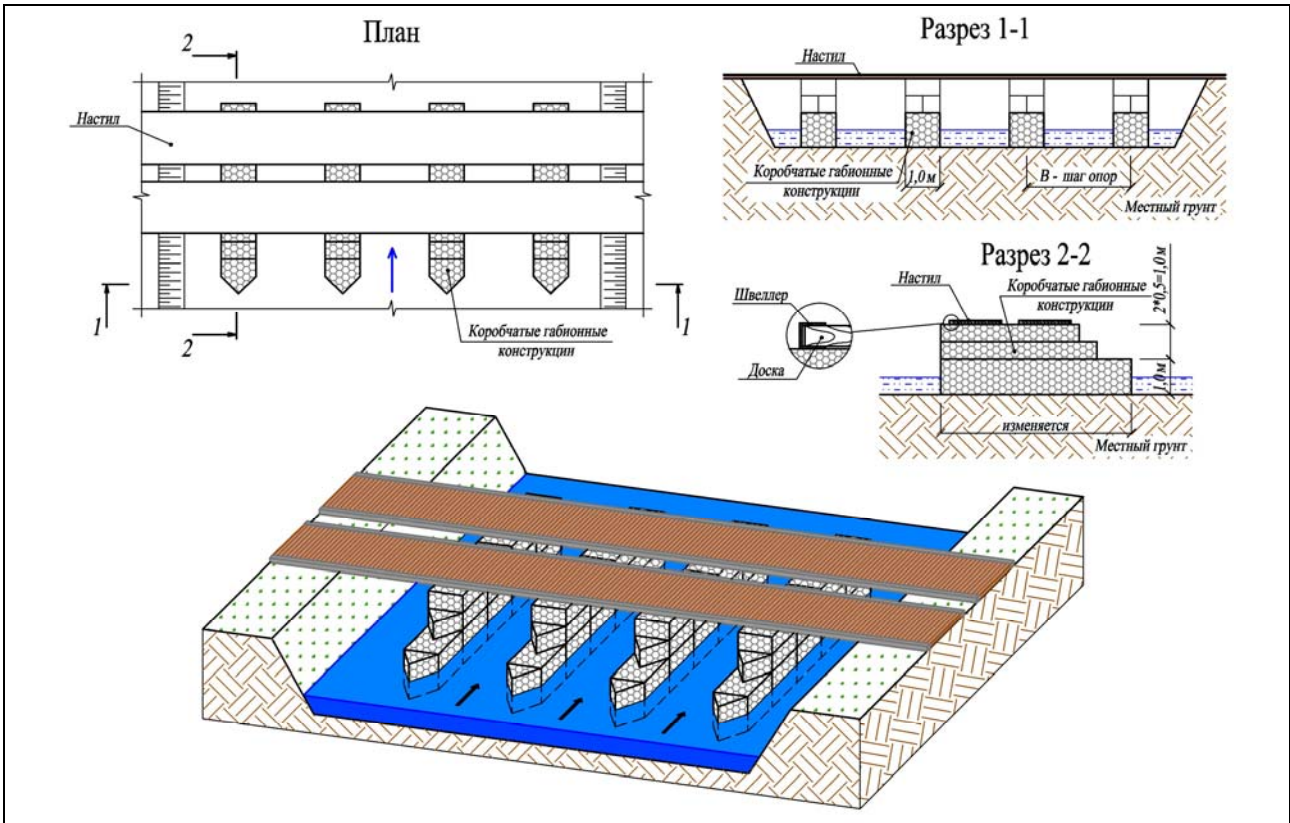


Рис. 7.82 Переправа через реку

Опыт применения габрионных конструкций говорит о том, что их можно использовать в качестве противоаварийного ограждения на обочинах автодорог, близко расположенных к обрыву (рис. 7.83).

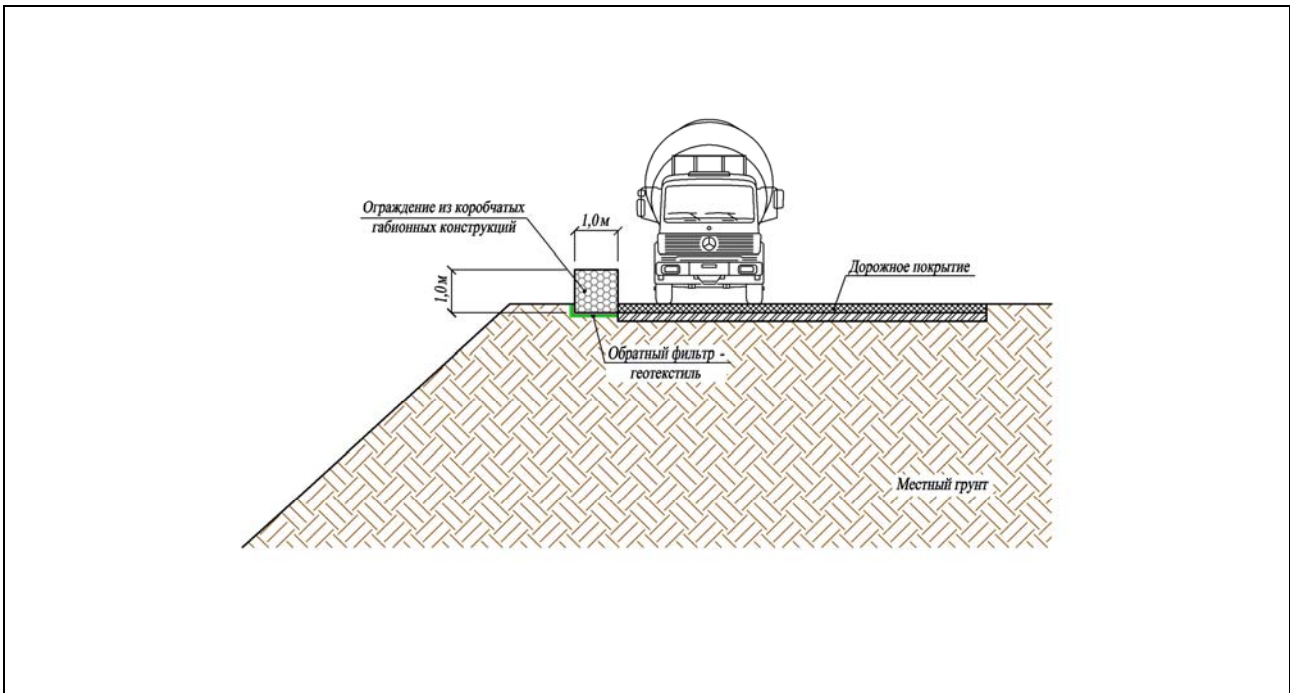


Рис. 7.83 Защитное ограждение из габрионных конструкций по обочине автомобильной дороги

Этими решениями не ограничивается применение габионных конструкций. Развитие и модернизация современного строительства говорят о том, что габионы будут использоваться в новых и новых объектах, еще неизвестных общественности.