ОДМ 218.3.038–2015

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН обществом с ограниченной ответственностью «НТЦ ГеоПроект» (ООО «НТЦ ГеоПроект»).

Коллектив авторов: д-р техн. наук, проф. С. И. Маций (руководитель работ), канд. техн. наук Э. Х. Кушу, канд. техн. наук Н. Н. Любарский, инж. Е. В. Авдеева, инж. И. В. Бычин, инж. С. К. Герасименко, инж. Г. Л. Морозов, инж. В. Н. Танитовский.

2 ВНЕСЕН Управлением научно-технических исследований, информационного обеспечения и ценообразования, Управлением проектирования и строительства автомобильных дорог Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 08.10.2015№ 1867-р

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 2
3 Термины и определения ... 5
4 Общие положения ... 7
5 Требования к исходным данным для проектирования ... 9
6 Проектирование берегозащитных сооружений ... 13
7 Расчет берегозащитных сооружений ... 21
8 Откосные берегозащитные сооружения ... 26
8.1 Общие указания ... 26
8.2 Сооружения из каменной наброски ... 31
8.3 Сооружения из бетонных и железобетонных элементов ... 33
8.4 Сооружения из габионных конструкций ... 40
9 Вертикальные берегозащитные сооружения ... 44
9.1 Общие указания ... 44
9.2 Гравитационные сооружения ... 45
9.3 Шпунтовые сооружения ... 50
10 Строительство берегозащитных сооружений ... 53
11 Стационарные наблюдения (мониторинг) за берегозащитными сооружениями ... 56
Приложение А Пример расчета глубины местного размыва у берегозащитного сооружения на участке горной реки ... 61
Библиография ... 63

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Рекомендации по проектированию и строительству берегозащитных сооружений на откосах и склонах автомобильных дорог

1 Область применения

1.1 Отраслевой дорожный методический документ «Рекомендации по проектированию и строительству берегозащитных сооружений на откосах и склонах автомобильных дорог» (далее – методический документ) является актом рекомендательного характера.

1.2 Настоящий методический документ распространяется на сооружения инженерной защиты откосов и склонов автомобильных дорог от воздействий, вызванных факторами гидрологического режима водного объекта.

1.3 Методический документ рекомендован к применению изыскательскими, проектными, строительными и эксплуатирующими организациями, а также государственными исполнительными органами управления дорожным хозяйством при соблюдении требований [1].

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 8267-93 Межгосударственный стандарт «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия».

ГОСТ 31937-2011 Межгосударственный стандарт «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

ГОСТ 32960-2014 Межгосударственный стандарт «Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения».

ГОСТ Р 51285-99 Государственный стандарт «Сетки проволочные крученые с шестиугольными ячейками для габионных конструкций. Технические условия».

ГОСТ Р 54523-2011 Национальный стандарт «Портовые гидротехнические сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

СП 14.13330.2014 Свод правил «Строительство в сейсмических районах (актуализированная редакция СНиП II-7-81*)».

СП 16.13330.2011 Свод правил «Стальные конструкции (актуализированная редакция СНиП II-23-81*)».

СП 23.13330.2011 Свод правил «Основания гидротехнических сооружений (актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85)».

СП 24.13330.2011 Свод правил «Свайные фундаменты (актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85)».

СП 34.13330.2012 Свод правил «Автомобильные дороги (актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*)».

СП 38.13330.2012 Свод правил «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов) (актуализированная редакция СНиП 2.06.04-82*)».

СП 41.13330.2012 Свод правил «Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений (актуализированная редакция СНиП 2.06.08-87)».

СП 47.13330.2012 Свод правил «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения (актуализированная редакция СНиП 11-02-96)».

СП 58.13330.2012 Свод правил «Гидротехнические сооружения. Основные положения (актуализированная редакция СНиП 33-01-2003)».

СП 101.13330.2012 Свод правил «Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения (актуализированная редакция СНиП 2.06.07-87)».

СП 116.13330.2012 Свод правил «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения (актуализированная редакция СНиП 22-02-2003)».

СП 11-102-97 Свод правил «Инженерно-экологические изыскания для строительства».

СП 11-103-97 Свод правил «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства».

СП 11-104-97 Свод правил «Инженерно-геодезические изыскания для строительства».

СП 11-105-97 Свод правил «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ».

СП 11-105-97 Свод правил «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов».

СП 11-105-97 Свод правил «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов».

СП 11-105-97 Свод правил «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов».

СП 11-105-97 Свод правил «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть V. Правила производства работ в районах с особыми природно-техногенными условиями».

СП 11-105-97 Свод правил «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть VI. Правила производства геофизических исследований.

СП 32-102-95 Свод правил «Сооружения мостовых переходов и подтопляемых насыпей. Методы расчета местных размывов».

СП 32-103-97 Свод правил «Проектирование морских берегозащитных сооружений».

СП 33-101-2003 Свод правил «Определение основных расчетных гидрологических характеристик».

СНиП 3.07.01-85 Строительные нормы и правила «Гидротехнические сооружения речные».

СНиП 12-03-2001 Строительные нормы и правила «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования».

СНиП 12-01-2002 Строительные нормы и правила «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».

3 Термины и определения

В настоящем ОДМ применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **влекомые наносы:** Наносы, перемещаемые водным потоком в придонном слое и движущиеся путем скольжения, перекатывания или сальтации.

3.2 **гидрологический режим:** Закономерные изменения состояния водного объекта во времени и пространстве, обусловленные главным образом климатическими особенностями данного бассейна.

3.3 **донные наносы:** Наносы, формирующие речное русло, пойму или ложе водоема и находящиеся во взаимодействии с водными массами.

3.4 **излучина реки:** Криволинейный, петлеобразный участок русла реки.

3.5 **меандрирование:** Закономерные плановые деформации речного русла, возникающие в результате влияния на него речного потока.

3.6 **обратный фильтр**: Устройство, позволяющее предотвратить вынос частиц грунта фильтрационными потоками.

3.7 **осередок:** Наносное (подводное или надводное) отложение в русле реки, не примыкающее к его берегу.

3.8 **тип руслового процесса:** Определенная схема деформации русла и поймы реки, возникающая в результате определенного сочетания особенностей гидрологического режима.

3.9 **побочень:** Наносное (подводное или надводное) отложение в русле реки, примыкающее к его берегу.

3.10 **пойма:** Часть дна речной долины, сложенная наносами и периодически затапливаемая при паводках и в половодье.

3.11 **противоразмывный фартук:** Конструкция, входящая в состав берегозащитного сооружения и представляющая собой гибкий элемент

предназначенный для прикрытия воронки размыва и защищающая сооружение от подмыва.

3.12 **речная гидравлика:** Раздел гидравлики, в котором рассматриваются вопросы движения воды в речных потоках, перемещение ими наносов и процессы формирования русла.

3.13 **русло реки:** Выработанное речным потоком ложе, по которому осуществляется сток без затопления поймы.

3.14 **русловой процесс:** Совокупность явлений и процессов, происходящих под воздействием комплекса различных природных и антропогенных факторов, и выражающихся в изменении морфологического строения русла и поймы реки.

3.15 **русловые деформации:** Изменение размеров и положения в пространстве речного русла и отдельных русловых образований, связанное с переотложением наносов.

3.16 **русловые образования:** Подвижные скопления наносов, определяющие морфологическое строение речного русла.

3.17 **упорная конструкция:** Специальная заглубленная конструкция, располагающаяся, как правило, в основании берегозащитного сооружения, воспринимающая нагрузку от его вышележащих элементов.

4 Общие положения

4.1 Берегозащитные сооружения на участках автомобильных дорог, расположенных вдоль русел рек, предназначены для противодействия проявлению и развитию опасных природно-техногенных процессов и явлений от воздействия гидрологических и геологических факторов и сохранения устойчивости склонов и откосов земляного полотна и прилегающей к ним территории.

4.2 При проектировании, строительстве и эксплуатации берегозащитных сооружений на откосах и склонах автомобильных дорог, расположенных вдоль русел рек, необходимо соблюдать требования СП 34.13330.2012, СП 58.13330.2012 и СП 116.13330.2012, а также учитывать рекомендации настоящего методического документа.

4.3 Исходными данными для проектирования берегозащитных сооружений являются расчетно-прогнозные характеристики всех факторов природно-техногенных условий и воздействий, способных к проявлению в направлении всего продольного положения этих сооружений в пределах зон постоянного и периодического затопления. Требования к проведению инженерных изысканий и качеству исходных данных для проектирования приведены в разделе 5 настоящего методического документа.

4.4 Разработка проекта берегозащитных сооружений выполняется в соответствии с рекомендациями раздела 6 настоящего методического документа с учетом различных схем возможных деформаций склона или откоса земляного полотна, уровня ответственности защищаемого участка автомобильной дороги, его конструктивных и эксплуатационных особенностей, а также возможных изменений окружающей среды в связи с постройкой данных сооружений.

4.5 Проект берегозащитных сооружений должен отвечать требованиям СП 58.13330.2012 об охране окружающей среды и включать разработку комплекса природоохранных мероприятий, предусматривающих

непревышение допустимого уровня антропогенного вмешательства в природную среду и гарантирующих предотвращение в ней негативных процессов.

4.6 Надежность берегозащитных сооружений должна подтверждаться расчетами, выполняемыми в соответствии с разделом 7 настоящего методического документа, а в обоснованных случаях – моделированием (математическим или гидравлическим) проектируемых сооружений.

4.7 При наличии на рассматриваемом участке автомобильной дороги других опасных геологических процессов (оползневых, обвальных и др.), защитные сооружения и мероприятия, предназначенные для их предотвращения, следует увязывать с берегозащитными сооружениями. При этом необходимо выполнять требования соответствующих разделов СП 116.13330.

4.8 При выполнении строительно-монтажных работ по возведению берегозащитных сооружений на откосах и склонах автомобильных дорог, проложенных вдоль русел рек, следует выполнять требования СНиП 3.07.01-85 и рекомендации раздела 10 настоящего методического документа.

4.9 Для контроля работы берегозащитных сооружений в период их строительства и эксплуатации, а также развития опасных геологических процессов на участке в необходимых случаях выполняются стационарные наблюдения (мониторинг) в соответствии с разделом 11 настоящего методического документа.

5 Требования к исходным данным для проектирования

5.1 Проектирование берегозащитных сооружений необходимо производить на основе надежных исходных данных, получаемых при комплексных инженерных изысканиях, продолжительных наблюдениях и специальных исследованиях. Исходные материалы для разработки проекта берегозащитных сооружений должны включать в себя:

- сведения о границах защищаемого участка;
- сведения об исследуемом участке автомобильной дороги и инженерных сооружениях на нем, их текущем техническом состоянии;
- сведения о перспективах развития исследуемого участка дороги;
- материалы региональных исследований и инженерных изысканий, включая картографические материалы с планом трассы, продольные и поперечные профили земляного полотна, совмещенные с геологическими разрезами и нанесенными расчетными уровнями подземных, паводковых и меженных вод;
- данные по прогнозу последствий и потерь (социальных, экономических и экологических) от воздействия опасных гидрологических и геологических процессов на исследуемый участок дороги.

5.2 Исходные данные для проектирования берегозащитных сооружений должны быть основаны на обобщенной информации, охватывающей все виды изыскательских работ (инженерно-геодезических, инженерно-гидрометеорологических, инженерно-геологических, инженерно-геотехнических, инженерно-экологических), выполненных на исследуемом участке автомобильной дороги. Инженерные изыскания следует проводить по заданию проектной организации в соответствии с требованиями СП 47.13330.2012, СП 11-102-97, СП 11-103-97, СП 11-104-97, СП 11-105-97 (части I÷VI).

5.3 Границы района изысканий устанавливаются по материалам рекогносцировочных обследований и уточняются при последующих

инженерных изысканиях. Они должны охватывать участок дороги, подлежащий защите, и сопредельные с ним участки.

5.4 По результатам геодезических изысканий составляются план участка русла реки в масштабе 1:500 или 1:1000 с указанием трассы автомобильной дороги и поперечные профиля (морфостворы), местоположение которых устанавливается в характерных образованиях русла (перегибы меандр, побочни, осередки и пр.), а также в начале и конце участка строительства. Геодезическую съемку морфостворов рекомендуется выполнять с охватом обоих берегов русла и поймы в следующих масштабах: горизонтальный – 1:1000 (1:2000 для рек шириной боле 500 м, включая пойму) и вертикальный – 1:100.

5.5 Для подбора наиболее эффективного типа берегозащитного сооружения для конкретного участка и правильного назначения его параметров необходимо выполнять подробные гидрологические исследования режима реки, результаты которых должны содержать следующие данные:

- длина и источники питания реки, площадь ее водосборного бассейна;
- ширина и глубина руслового потока, его уклон;
- характер берегов и тип руслового процесса на исследуемом участке реки, оценка характера глубинных и плановых деформаций русла и поймы;
- скорости течения, расход и отметки уровня реки в межень и в паводки, их повторяемость и обеспеченность;
- характеристика паводков, их интенсивность и продолжительность, границы затопления местности;
- данные о высоте, длине, периоде и обеспеченности ветровых волн;
- продолжительность ледоходов, а также данные о толщине и плотности ледяного покрова;
- наличие и характер карчехода (применительно к отдельным деревьям, их длине и диаметру).

5.6 Отметки уровня реки и скорости течения потока определяются по формулам гидравлики в зависимости от расхода воды, живого сечения

потока, гидравлического радиуса и коэффициентов шероховатости русла. Расчетные гидрологические характеристики определяются в соответствии с положениями СП 33-101-2003, [2], а также по региональным зависимостям или методикам, разработанным для исследуемой территории.

5.7 Для установления планово-высотных границ укрепляемого участка автомобильной дороги с учетом его расположения на пойменно-русловых массивах и влияния на исходный гидравлико-гидрологический режим реки следует использовать наиболее типичные и нормативно обоснованные расчетные схемы возможных искривлений поверхности воды в стесненных и нестесненных условиях в соответствии с [3] и [4].

5.8 В случае если берегозащитное сооружение располагается на криволинейном участке реки и скорости потока достаточно велики, глубину воды у вогнутого берега следует определять с учетом перекоса уровня (рисунок 1), возникающего за счет центробежных сил:

$$z_{ц.б.} = \frac{\alpha \upsilon^2}{gr} B, \qquad (1)$$

где $z_{ц.б.}$ – денивеляция уровня, м;

α – кинематический коэффициент воды;

B – ширина русла по урезу воды, м;

υ – скорость потока м/с;

g – ускорение свободного падения м/с^2;

r – радиус кривизны излучины, м.

5.9 В сложных инженерно-геологических условиях для ответственных участков дорог для изучения динамики развития размыва берегов рекомендуется проводить натурные наблюдения в меженный и паводковый периоды путем установки соответствующих наблюдательных пунктов. Наблюдательные пункты располагают по нескольким поперечникам с расстоянием между ними 50÷150 м, при этом в журнале наблюдений должны быть зафиксированы данные о крутизне склонов и откосов, типе растительности и состоянии почвенного покрова на них, месте и характере выклинивания грунтовых вод и др.

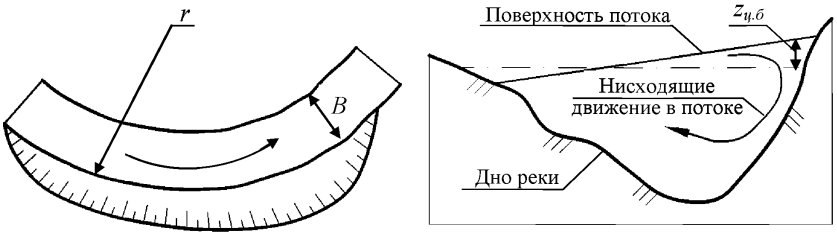


Рисунок 1 – Перекос уровня воды в реке

5.10 Основной целью инженерно-геологических изысканий является получение фактических материалов о геологическом строении рассматриваемого участка реки, физико-механических характеристиках грунтов надводной и подводной частей склона или откоса, гранулометрическом составе русловых отложений, а также об опасных геологических процессах (оползнях, обвалах и др.), развитых в пределах рассматриваемого участка дороги и соседних с ним.

5.11 При выполнении инженерных изысканий особое внимание следует уделить карьерам по выборке песчано-гравийно-галечного материала из русла или на пойме (как существующим, так и планируемым). Устройство карьеров может привести к изменениям гидрологических характеристик на значительном расстоянии от выемки.

5.12 Инженерно-экологические изыскания выполняются с целью получения исходных данных для оценки воздействия на окружающую среду, предотвращения, снижения или ликвидации неблагоприятных последствий строительства берегозащитных сооружений на откосах и склонах автомобильных дорог.

5.13 По результатам выполненных изысканий составляются рекомендации по выбору принципиальных схем берегозащитных сооружений, и выполняется прогноз изменений инженерно-геологических, гидрологических и экологических условий с учетом природных и техногенных факторов на расчетный срок эксплуатации участка автомобильной дороги.

6 Проектирование берегозащитных сооружений

6.1 Расчетно-прогнозные гидрологические и геологические условия проектирования и функционирования берегозащитных сооружений во многом предопределены положением трассы автомобильной дороги на пойменно-русловых массивах, ее конструктивными особенностями и техногенным влиянием на изменение исходного гидрологического режима реки. В связи с этим проектируемое берегозащитное сооружение должно учитывать все особенности и условия работы, сопряженных с ним дорожных сооружений.

6.2 Типы берегозащитных сооружений, их параметры и компоновку следует выбирать на основании сравнения технико-экономических показателей различных вариантов с учетом:

- категории и перспективы дальнейшего развития защищаемого участка автомобильной дороги;
- текущего технического состояния земляного полотна автомобильной дороги;
- функционального назначения, класса и требуемого срока эксплуатации проектируемого берегозащитного сооружения;
- опыта эксплуатации дорог и берегозащитных сооружений в сходных инженерно-геологических и гидрологических условиях;
- существующих сооружений и мероприятий инженерной защиты, расположенных на исследуемом участке или прилегающих к нему территориях;
- топографии дна и берега, наличия препятствий на подходах к защищаемому склону или откосу;
- местных климатических условий (интенсивности и продолжительности ливней, количества выпадающих осадков и распределения их по месяцам, максимальных скоростях ветра и т. п.);

- типа руслового процесса реки и его изменений под влиянием возводимых или других близкорасположенных сооружений, систематических и нерегулируемых заборов грунта из русла и др.;
- местных гидрологических условий (амплитуды колебаний и повторяемости уровней воды в реке, высоты и длительности затопления, скорости течения, высоты волны, ледового режима, карчехода и т. п.);
- местных искривлений водной поверхности на излучинах рек, при сгонно-нагонных и других явлениях, а также при различном плановом положении автомобильных дорог на пойменно-русловых массивах речных долин;
- условий слива пойменных и поверхностных вод и обусловленной этим возможности образования линейной эрозии на склонах и откосах;
- геологического строения надводной и подводной частей берегового склона или откоса (типа грунтов, их свойств, состояния и т. п.);
- существующих и прогнозируемых опасных инженерно-геологических процессов на участке (оползней, обвалов и т. п.);
- условий и методов производства строительных работ;
- заданных сроков начала устойчивого функционирования защищаемого участка дороги и сезонов выполнения работ;
- вида и количества имеющихся местных строительных материалов, возможных условий их разработки;
- воздействия проектируемого берегозащитного сооружения на окружающую среду;
- требований судоходства, лесосплава и водопользования;
- обеспечения эстетических и архитектурных требований.

6.3 Топографические условия в зоне защищаемого участка являются одним из основных показателей, определяющих возможные варианты типов и конструкций берегозащитных сооружений. В зависимости от очертаний

дна и топографии берегового склона или откоса, защитные сооружения могут быть подвержены со стороны реки воздействиям различной интенсивности. При больших глубинах развивающиеся на водной поверхности ветровые волны свободно распространяются от подветренного берега до фронта берегозащитного сооружения. Если по пути перемещения волн встречаются выступающие участки (острова, отмели и т. п.) или на подходах к сооружению имеется поднимающееся дно, то в связи с возникающими процессами трансформации происходит изменение параметров исходных волн и величины их воздействий на сооружение. Топографическая конфигурация береговой полосы также оказывает влияние на характер и интенсивность ледовых воздействий, процессы переработки берега, режимы течений и иные руслоформирующие и гидрологические явления.

6.4 Инженерно-геологические и гидрогеологические условия исследуемого участка определяют возможность переформирования береговой полосы, размыва дна на подходах к сооружению, необходимость дренирования склона или откоса, каптажа родников и прочих выходов грунтовых вод, а также устанавливают вероятность оползневых подвижек.

6.5 Разнообразие вариантов расположения автомобильных дорог вдоль речных долин, а также геологических, гидрологических и других условий, перечисленных в п. 6.2, предопределяет большое количество различных конструктивных решений по защите речных склонов и откосов. При относительно небольшой крутизне склона или откоса и незначительном стеснении пойменно-русловых массивов применяются откосные сооружения (раздел 8). В случае большой крутизны и невозможности стеснения пойменно-русловых массивов, сложной инженерно-геологической обстановки, а также в районах с тяжелыми ледовыми условиями применяются вертикальные сооружения (раздел 9). На некоторых участках рек также возможно применение полуоткосных берегозащитных сооружений, совмещающих в себе характерные конструктивные элементы обоих указанных типов сооружений. Совместно с берегозащитными сооружениями, рассмотренными

в настоящем методическом документе, для защиты от водной эрозии могут использоваться и иные специальные конструкции и мероприятия укрепления склонов и откосов, в том числе с использованием зеленых насаждений.

6.6 При проектировании на горных реках следует иметь в виду, что на данных территориях геологические напластования горных пород редко бывают постоянными даже на сравнительно коротких участках. Разнообразие геологических напластований и значительные изменения мощности слоев и их положения может обуславливать необходимость изменения конструкции берегозащитного сооружения через каждые 50÷100 м.

6.7 Сопоставление и выбор оптимальных конструкций должны сопровождаться соответствующими технико-экономическими обоснованиями, при разработке которых следует учитывать степень целесообразности и эффективности проектно-строительных решений различных вариантов. Технические и технологические решения конкретного варианта должны содержать оценки экономического, социального и экологического эффектов при его осуществлении.

6.8 К основным критериям сопоставления различных конструкций и выбора наиболее оптимального варианта берегозащитного сооружения следует относить:

- надежность и безопасность сооружения на всех стадиях его строительства и эксплуатации (то есть соответствие конкретным геологическим и гидрологическим условиям функционирования, нагрузкам, воздействиям и степени ответственности защищаемого участка автомобильной дороги);
- затраты на строительство и эксплуатацию;
- возможность ввода в эксплуатацию возводимого берегозащитного сооружения в наиболее короткий срок;
- экологичность и способность восстановления или улучшения естественного ландшафта.

6.9 Разработка вариантов и проектирование берегозащитных сооружений основывается на результатах определения расчетно-прогнозного планового и высотного положения границ защищаемого участка автомобильной дороги.

6.10 Границы защищаемого участка дороги по длине, в пределах которых требуется строительство берегозащитного сооружения, определяются по материалам инженерных изысканий (см. раздел 5). При этом их рекомендуется устанавливать с запасом по 15 м в каждую сторону при сопряжении с незащищаемыми участками, а при сопряжении с более слабыми типами укрепления с запасом, равным 5 м.

6.11 Высотное положение верхней границы части склона или откоса H, испытывающей воздействия паводочных процессов и одновременно с ними возникающих явлений природно-техногенного происхождения, следует определять по формуле:

$$H \geq h + \Delta h_n + \Delta h_в + \Delta h_м + \Delta h_з, \qquad (2)$$

где h – уровень паводочных вод, заданной вероятности превышения, которая определяется согласно СП 38.13330.2012;

Δh_n – подпор от близрасположенных мостовых и регуляционных сооружений, определяется согласно [4];

$\Delta h_в$ – высота наката расчетной волны на склон или откос, определяется согласно СП 38.13330.2012;

$\Delta h_м$ – высота подъема уровня от местных искривлений водной поверхности, определяется согласно СП 33-101-2003 и п. 5.8;

$\Delta h_з$ – нормативный запас, равный не менее 0,5 м.

6.12 Нижняя граница защищаемого участка, как правило, располагается в зоне пересечения плоскости откосов и склонов с их подошвой. В случае если максимальные донные скорости превышают допускаемые значения неразмывающих донных скоростей, установленные СП 38.13330.2012 (приложение В), в конструкции берегозащитного

сооружения необходимо предусматривать противоразмывной фартук в виде гибкого матраса, каменной наброски и т. п. Глубину размыва следует устанавливать по данным натурных наблюдений или определять на основании расчета в соответствии с п. 7.9.

6.13 Уклон бортов в воронке размыва допускается принимать равным уклону прилегающего склона или откоса (рисунок 2). На основании этого минимальная требуемая длина выпуска противоразмывной конструкции (фартука) может определяться по формуле:

$$l_p = h_p \sqrt{1 + m^2}\ , \qquad (3)$$

где m – заложение защищаемого склона или откоса;

h_p – глубина размыва, м;

l_p – минимальная длина противоразмывной конструкции, м.

Рекомендуемая длина противоразмывной конструкции в свою очередь составляет для фартука из матрасно-тюфячного габиона $1{,}5 \div 2h_p$ (см. подраздел 8.4), а для гибкого железобетонного покрытия $3{,}2h_p$ (см. подраздел 8.3).

6.14 Глубину заложения фундаментов берегозащитного сооружения следует назначать в зависимости от прочности грунта основания и расчетно-прогнозной глубины размыва подошвы склона или откоса с учетом запаса, равного не менее 0,5 м.

6.15 Конструкции берегозащитных сооружений должны быть грунтонепроницаемыми и не допускать выноса грунта течением, поверхностными и грунтовыми водами. Для предохранения земляного полотна дороги от переувлажнения и вымыва грунта, а также для предотвращения развития откосно-склоновых эрозионных процессов в проекте берегозащитных сооружений должны быть проработаны мероприятия по упорядочению водоотвода.

6.16 В зависимости от ожидаемой несущей способности, размываемости и других свойств грунтов, из которых сложены береговые склона и откосы, берегозащитные сооружения применяются различной водопроницаемости,

жесткости и гибкости. Особое внимание следует уделять береговым участкам, сложенным из песчаных и связных грунтов, разжижающихся в водонасыщенном состоянии в случае динамической нагрузки.

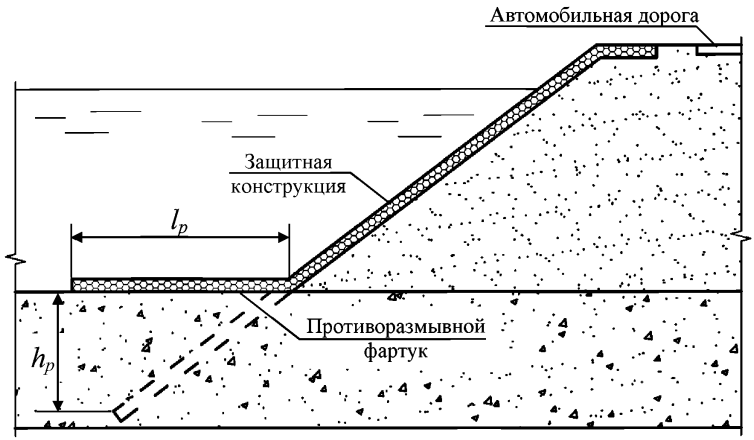


Рисунок 2 – Определение длины выпуска противоразмывной конструкции

6.17 В проектах берегозащитных сооружений необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие долговечность их конструкций, ремонтопригодность и стойкость при агрессивных воздействиях:

- химического воздействия речной воды на материалы конструкций;
- многократного попеременного замораживания и оттаивания, увлажнения и высыхания, вызывающих интенсивное разрушение бетона в зоне переменного уровня воды;
- истирания и механического повреждения конструкций в результате воздействия волн, движущихся наносов, льда, карчей и иных плавающих предметов.

6.18 Материалы, используемые в конструкциях берегозащитных сооружений, должны выбираться в зависимости от природных условий участка строительства. Камень для устройства наброски и упорных призм

должен быть неповрежденным, водостойким, прочным, хорошо сопротивляющимся истиранию и удовлетворять требованиям [5]. Щебень и гравий, используемые для устройства обратных фильтров, должны удовлетворять требованиям ГОСТ 8267-93. Для бетонных и железобетонных конструкций следует применять бетон согласно СП 41.13330.2012. Сталь, применяемая для металлических конструкций, должна удовлетворять требованиям СП 16.13330.2011. Деревянные конструкции имеют ограниченный срок службы, поэтому их использование должно иметь специальное технико-экономическое обоснование.

6.19 В случае если к защищаемому участку дороги прилегают водоотводные, водосбросные, мостовые, регуляционные и другие виды дорожных сооружений, то проектируемое берегозащитное сооружение должно иметь конструкции и компоновочные решения, взаимоувязанные с данными сооружениями.

6.20 Проектирование берегозащитных сооружений на откосах и склонах автомобильных дорог, проложенных вдоль русел рек, должно выполняться с соблюдением требований СП 58.13330.2012 по оценке воздействия на окружающую среду и охране природы. В проекте берегозащитных сооружений необходимо предусматривать конструктивные решения, которые обеспечивают минимальные нарушения сложившихся геологических, гидрогеологических, экологических и других естественных условий и предотвращают возможные отрицательные последствия воздействия проектируемого сооружения на природную среду и динамику пойменно-русловых массивов.

7 Расчет берегозащитных сооружений

7.1 Основные расчетные положения при разработке проектов берегозащитных сооружений на откосах и склонах автомобильных дорог, расположенных вдоль русел рек, принимаются в соответствии с СП 116.13330.2012, СП 58.13330.2012 и с учетом рекомендаций настоящего раздела.

7.2 Берегозащитные сооружения относятся к III классу гидротехнических сооружений. В случаях, когда авария сооружения может привести к последствиям катастрофического характера, сооружение следует относить ко II классу.

7.3 Расчет берегозащитных сооружений выполняется на основное и особое сочетание нагрузок по двум группам предельных состояний. Нагрузки и воздействия, а также коэффициенты надежности, учитываемые в расчетах, принимаются согласно СП 38.13330.2012, СП 58.13330.2012 и рекомендаций настоящего раздела.

7.4 В качестве временной подвижной нагрузки от транспортных средств в расчетах устойчивости берегозащитных сооружений следует принимать нагрузку НК, определяемую согласно ГОСТ Р 32960-2014.

7.5 При проектировании берегозащитных сооружений на участках, подверженных землетрясениям силой 7 и более баллов, расчет величины сейсмического воздействия производится в соответствии с СП 14.13330.2014.

7.6 Основными гидрологическими факторами, определяющими надежность берегозащитного сооружения и земляного полотна дороги, являются:

– воздействие течения воды;

– волновое воздействие;

– ледовое воздействие.

7.7 При течении воды вдоль берегозащитных сооружений на их поверхности появляются сдвигающие усилия, а в проницаемых элементах

конструкций – по их контакту с основанием. Возникающие при этом процессы могут привести к деформации несущих элементов, вымыванию из под них подготовки и к размыву основания сооружения (см. п. 7.9).

7.8 Ветровые волны производят ударное воздействие на конструкции берегозащитных сооружений, вызывая вибрацию грунта склона или откоса. В результате волнового воздействия также может произойти и размыв грунта основания сооружения (см. п. 7.9). Определение параметров ветровых волн при проектировании берегозащитных сооружений рекомендуется выполнять согласно СП 38.13330.2012 и [6]. По результатам выполненных расчетов для определения величины максимальной нагрузки рекомендуется предусматривать построение эпюры изменений высот волны вдоль всего защищаемого участка дороги.

7.9 Если на защищаемом участке скорость потока превышает допустимую скорость для данного грунта основания, то следует устанавливать глубину его возможного размыва. Определение размывающих скоростей для различных типов грунтов, а также глубины размыва от продольных течений и волновых воздействий выполняется согласно СП 38.13330.2012 и СП 32-102-95. На участках горных рек, где угол атаки водного потока превышает 35÷45 градусов, предварительную оценку величины местного размыва допускается определять по формуле:

$$h_p = \frac{23v^2 \operatorname{tg}\frac{\beta}{2}}{g\sqrt{1+m^2}} - 6\frac{v_p^{\,2}}{g}, \qquad (4)$$

где: v – средняя скорость потока в русле, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

β – угол между направлением скорости набегающего потока и лицевой гранью берегозащитного сооружения (угол атаки), град.;

v_p – размывающая скорость для грунта, в котором происходит размыв м/с;

m – коэффициент заложения откоса;

h_p – прогнозная глубина местного размыва, м.

Глубину местного размыва следует определять на пике паводка заданной обеспеченности. Если подошва склона или откоса подвергается одновременному воздействию продольного течения и донных волновых скоростей, то при проектировании следует учитывать наибольшую из двух возможных глубин размыва, определенных при учете воздействия каждого из указанных факторов. Пример расчета глубины местного размыва у берегозащитного сооружения на участке горной реки приведен в приложении А.

7.10 На особо ответственных участках автомобильных дорог для уточнения интенсивности и степени воздействия волн и течений на проектируемые сооружения, а также прилегающие береговые участки рекомендуется использовать гидравлическое (физическое) моделирование.

7.11 Ледяной покров под действием ветра, течений и колебаний уровня воды в реке оказывает на берегозащитные сооружения либо давление, направленное в сторону берега, либо сдвигающее и вырывающее действие вдоль сооружения в сторону реки. Расчет ледовых нагрузок на берегозащитные сооружения выполняется согласно СП 38.13330.2012 на основе статистических данных о гидрометеорологических условиях на период ледовых воздействий, исходя из их ежегодной вероятности превышения.

7.12 При проектировании основными расчетами, определяющими параметры конструкций берегозащитных сооружений, являются:

- расчет общей устойчивости сооружения с прилегающим склоном или откосом по круглоцилиндрическим или ломаным (фиксированным) поверхностям скольжения;
- расчет устойчивости сооружения на сдвиг и опрокидывание (для сооружений гравитационного типа);
- расчет несущей способности основания;
- расчет прочности элементов конструкций и узлов соединений;

– расчет деформаций (кренов, осадок и др.) и трещиностойкости элементов конструкций.

7.13 Расчеты общей устойчивости берегозащитных сооружений следует выполнять общепринятыми методами теории предельного равновесия (Шахунянца, Моргенштерна – Прайса, Бишопа и др.), а также методом снижения прочностных характеристик грунтов, основанным на методе конечных элементов. Расчет общей устойчивости рекомендуется выполнять на момент развития наибольшей возможной глубины размыва основания с учетом колебаний уровня воды в реке (повышения или понижения уровня). Интенсивное изменение уровня воды вызывает значительные градиенты фильтрационного потока грунтовых вод, повышение порового давления в грунте, взвешивающее действие на непроницаемые конструкции, что негативно сказывается на общей устойчивости системы «сооружение – основание».

7.14 Расчет общей устойчивости берегозащитных сооружений на участках развития оползневых процессов рекомендуется выполнять согласно [7], [8] и [9].

7.15 В расчетах устойчивости гравитационных сооружений (массивной кладки, стен уголкового типа, армогрунтовых конструкций) следует рассматривать возможность их сдвига и опрокидывания в соответствии с СП 23.13330.2011. Боковое давление грунта при этом необходимо определять согласно СП 101.13330.2012 с учетом прочностных и деформационных характеристик грунта, ограждающей конструкции, условий на контакте грунта и сооружения, изменений уровней воды в реке и нагрузки от автомобильной дороги.

7.16 Для проверки устойчивости сооружений из бетонных и железобетонных элементов на сдвиг рекомендуется принимать следующие значения коэффициентов трения бетона по основанию приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов трения бетона по основанию

Тип основания	Значение коэффициента трения
Прочная скала и каменная наброска	0,50
Известняки и песчаники	0,30÷0,45
Галечно-песчаный грунт береговых отложений	0,40
Пески отложений	0,30
Плотные глинистые сланцы и мергели с неомыливающейся поверхностью	0,25÷0,35
Глины, суглинки, глинистые сланцы и мергели со смыливающейся поверхностью	0,20÷0,25

7.17 Расчеты несущей способности оснований берегозащитных сооружений выполняется в соответствии с СП 23.13330.2011, а прочности элементов конструкций в зависимости от их типа по соответствующим нормативным документам, указанных в разделах 8 и 9 настоящего методического документа.

7.18 Возможность образования и ширина раскрытия трещин в железобетонных конструкциях берегозащитных сооружений выполняется в соответствии с СП 41.13330.2012.

7.19 Расчет берегозащитных сооружений по деформациям обязателен для случаев, если их осадки и крены способны привести к деформациям земляного полотна автомобильной дороги и если от величины перемещений элементов конструкций зависит прочность или устойчивость сооружения в целом (например, для сооружений с анкерными конструкциями). В других случаях расчет по деформациям допускается не производить.

8 Откосные берегозащитные сооружения

8.1 Общие указания

8.1.1 Откосные конструкции являются основным видом берегозащитных сооружений склонов и откосов автомобильных дорог, расположенных вдоль русел рек. Они предназначены для противодействия ударно-сдвигающим усилиям, возникающим в поверхностных слоях грунта земляного полотна дороги от различных видов гидрологических воздействий.

8.1.2 Основными преимуществами откосных берегозащитных сооружений перед вертикальными являются:

- низкая стоимость строительства и содержания;
- простота технологии строительства, не требующая квалифицированной рабочей силы;
- возможность широкого использования местных материалов.

8.1.3 Среди откосных сооружений также имеется значительное количество конструкций (габионных матрасов, гибких железобетонных плит и др.), дополнительным преимуществом которых является их гибкость. Это позволяет им без разрушения следовать за местными деформациями склонов и откосов, вызванными размывом основания, неравномерными осадками, нарушениями местной устойчивости в виде сплывов, оплывин и др. и тем самым приостанавливая их.

8.1.4 Откосные берегозащитные сооружения по своим техническим данным и условиям работы не предназначены для стабилизации неустойчивых грунтовых масс береговых склонов и откосов. В случае необходимости увеличения их общей устойчивости следует предусматривать или вертикальные сооружения (см. раздел 9) или соответствующие мероприятия противооползневой защиты.

8.1.5 В состав откосного берегозащитного сооружения входят следующие конструктивные элементы:

- основное покрытие (крепление), воспринимающее нагрузку от движущегося речного потока, волн, ледохода и других гидрометеорологических факторов;
- переходная часть в виде подготовки, которая служит для сопряжения покрытия с грунтом склона или откоса;
- упор внизу основной части крепления, который обеспечивает его устойчивость;
- противоразмывная конструкция, в случае возможности образования размыва перед сооружением.

8.1.6 В качестве основного покрытия (крепления) в откосных берегозащитных сооружениях в зависимости от используемых материалов, наиболее распространены следующие виды конструкций:

- из каменной наброски (см. подраздел 8.2);
- из бетонных и железобетонных элементов (см. подраздел 8.3);
- из габионных изделий (см. подраздел 8.4).

8.1.7 При отсутствии в водном потоке крупнообломочного материала, способствующего истиранию, незначительной (менее 0,4 м) мощности льда и при скоростях течения до 2,5 м/с в дополнение п. 8.1.6 допускается использовать асфальтобетонные покрытия. Преимущество данного вида покрытий состоит в том, что они обладают высокой текучестью, вследствие чего легко приспосабливаются к значительным деформациям поверхности склонов и откосов. В нормальных условиях работы асфальтобетон водонепроницаем, а покрытия из него могут выполняться без температурных швов.

8.1.8 Для защиты склонов и откосов автомобильных дорог, проложенных вдоль русел горных рек, возможно также применение откосных креплений из простых и фигурных бетонных блоков, среди которых наиболее распространены тетрапод, дипод, гекселег, куб, тетраэдр.

Проектирование данного типа конструкций ведется в соответствии с СП 32-103-97.

8.1.9 В зависимости от условий работы откосного сооружения, подготовки предназначены для:

- перераспределения нагрузки от ударов волн на грунт склона или откоса;
- предупреждения суффозии частиц грунта через сквозные отверстия в покрытиях;
- отвода из-под основного покрытия скапливающихся вод (грунтовых и профильтровавшихся при воздействии волн).

8.1.10 Подготовка может состоять из одного или нескольких слоев природных материалов с различными по крупности частицами, а также из различных геосинтетических материалов (стекловолокно, геотекстиль и т. п.). Выбор типа подготовки производится в зависимости от выполняемой функции (см. п. 8.1.9), типа конструкций основного покрытия (см. п. 8.1.6), характеристик основания, а также состава и наличия местного строительного материала.

8.1.11 Для равномерного распределения волновой нагрузки от основного покрытия на грунт рекомендуется укладывать слой щебеночного или гравийного разнозернистого материала толщиной порядка 10÷20 см. Если склон или откос сложены связными или пылеватыми грунтами, то следует уложить дополнительный слой из средне- или крупнозернистого песчаного грунта толщиной 15÷20 см.

8.1.12 Противосуффозионные подготовки могут быть выполнены в виде одного или нескольких слоев разнозернистого крупнообломочного материала, слоя геосинтетического водопроницаемого материала или их комбинации. В случае укладки противосуффозионного слоя из щебеночного или гравийного материала дополнительной укладки слоя подготовки для равномерного распределения нагрузки на грунт не требуется.

8.1.13 При резких понижениях уровней воды в реке или при высоком уровне грунтовых вод, подготовки работают в условиях поперечной и продольной фильтрации, характерной для обычных дренажных устройств. В таких случаях подбор состава подготовок производятся согласно общим правилам проектирования обратных фильтров. Подбор крупности верхнего слоя подготовки при этом следует выполнять с учетом волнового воздействия на крепление.

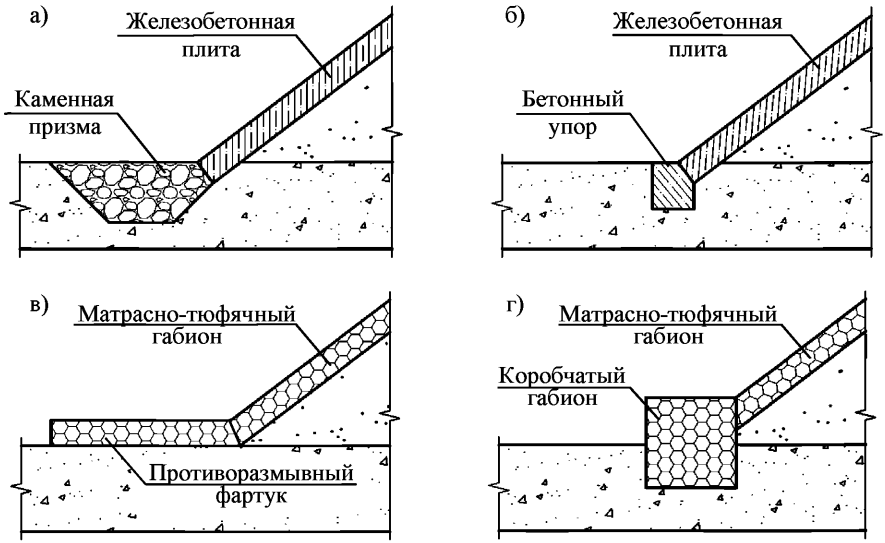
8.1.14 Для подготовок не допускается применять материалы, в которых содержание пылеватых частиц, диаметром меньше 0,1 мм, достигает более 5% по массе.

8.1.15 При устройстве подготовки из рулонных геосинтетических материалов их укладку следует выполнять, начиная от верха защищаемого склона или откоса, и продолжать в направлении против течения с перекрытием полотнищ на 0,1÷0,2 м.

8.1.16 Упоры в основании откосных сооружений устраивают для обеспечения устойчивости основного покрытия, которое может быть нарушено ледяным покровом, сейсмическим воздействием и т. п. В случае возможности их подмыва упоры должны совмещаться с противоразмывающими конструкциями (см. пп. 8.18÷8.20).

8.1.17 Конструктивно упоры выполняются в виде бетонных, железобетонных или габионных блоков, каменных призм и фартуков (см. рисунок 3). Их размер и положение относительно подошвы защищаемых слонов и откосов должны обосновываться расчетами основного покрытия на сдвиг, при этом высота упора не должна быть меньшей, чем суммарная толщина покрытия и подготовки. Упорные конструкции должны быть устойчивы к размыву продольными и волновыми течениями, воздействию стекающих поверхностных вод и других эрозионных процессов.

8.1.18 Для обеспечения устойчивости низовой части откосных конструкций при возможности подмыва предусматривают защитные каменные призмы и противоразмывные фартуки из гибких конструкций.



а – с каменной призмой; б – с бетонным упором; в – с противоразмывным фартуком; г – с габионным упором

Рисунок 3 – Варианты упорных конструкций в основании откосных сооружений

8.1.19 Защитные каменные призмы устраивают в виде врезанной в грунт рисбермы, если подошва земляного полотна находится выше уровней меженных и грунтовых вод, или в виде отсыпки в основании защищаемого склона или откоса, если она находится ниже уровня меженных вод. При размыве призма частично деформируется и камни прикрывают размываемый склон или откос. Оставшаяся недеформированная часть призмы может выполнять функции упора основного крепления.

8.1.20 Защитные каменные призмы рекомендуется использовать при глубине размыва до 3 м и скорости течения до 2,5 м/с. Размеры призмы назначают такими, чтобы каменного материала было достаточно, как для заполнения полости, которая может образоваться при размыве, так и для упора вышележащей конструкции в случае необходимости. Гранулометрический состав призмы подбирается таким образом, чтобы

обеспечить достаточную ее устойчивость от размыва и не допускать суффозии грунта основания через пригрузку.

8.1.21 Для предотвращения сползания гибких откосных креплений при размыве основания противоразмывной фартук укладывают значительно ниже подошвы склона и откоса с учетом максимально возможной глубины размыва прибрежной части русла (см. п. 6.13), это позволяет прикрыть поверхность воронки размыва и защитить сооружение от обрушения.

8.1.22 Верхняя часть откосных покрытий и примыкающие к ним поверхности дорожного полотна в виде обочин должны иметь конструктивные решения, предохраняющие от попадания стекающих дождевых вод под защитные крепления и вымывания мелких частиц подстилающего грунта.

8.2 Сооружения из каменной наброски

8.2.1 Каменная наброска благодаря своей простоте выполнения, способности свободно деформироваться не разрушаясь и сопротивляемости истиранию влекомыми наносами получила наибольшее распространение среди других типов защитных откосных покрытий. Схема берегозащитного сооружения из каменной наброски представлена на рисунке 4.

8.2.2 Каменную наброску рекомендуется применять при скоростях продольного течения у защитного сооружения до 4÷5 м/с, высоте волн до 1,7 м, мощности льда до 0,5 м или до 1,0 м в руслах шириной более 50÷60 м, при наличии местного строительного материала требуемого состава и прочности.

8.2.3 Для наброски преимущественно используется несортированный каменный материал, который характеризуется размером наибольшего камня, содержащегося в количестве не менее 50% от общего объема. Применение однородного (сортированного) камня допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании, которое должно учитывать дополнительные затраты и технологические трудности на его сортировку.

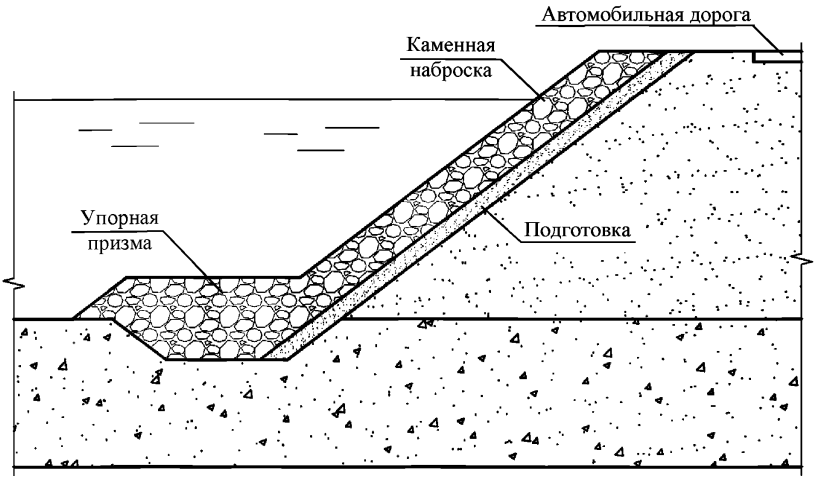


Рисунок 4 – Конструкция откосного сооружения из каменной наброски

8.2.4 В наброске из несортированного материала происходят деформации, вызванные разделением гранулометрического состава камней на мелкие, выносимые потоком, и более крупные, вымащивающие поверхность склона или откоса. В связи с этим при устройстве наброски из несортированного камня следует предусматривать такие технологические методы, которые обеспечивают равномерное распределение фракций, как по поперечному сечению, так и по площади защищаемого склона или откоса.

8.2.5 Применение однородного каменного материала в наброске ограничивается диаметром окатанных камней до 50 см и неокатанных до 70 см. При использовании камня более крупных размеров, который образует в наброске большие щели, его следует укладывать методом мощения не менее чем в два слоя.

8.2.6 Толщину наброски и размеры камня рекомендуется подбирать в соответствии с [10] и [11]. При назначении крупности камня наброски также следует производить проверку устойчивости материала крепления по зависимостям, представленных в СП 38.13330.2012 (приложение В).

8.2.7 Толщина каменной наброски определяется с учетом возможности частичного выноса из нее мелких частиц при волновом воздействии и подвижки крупных камней при ледовом воздействии. Толщину покрытия из несортированного камня рекомендуется принимать не менее 2 диаметров камня наибольшего расчетного размера, а для наброски из сортированного камня не менее 2,5 его диаметров.

8.2.8 Требуемые размеры камней и гранулометрический состав каменного материала подбираются из условия необходимости его устойчивости при волновых воздействиях и заданной скорости течения, а также образования пространственной решетки, в гнездах которой удерживаются более мелкие фракции материала.

8.2.9 Для строительства откосных креплений из наброски рекомендуется применять природный камень изверженных или метаморфических горных пород, который не имеет признаков выветривания и трещин, прослоек мягких пород и размокаемых включений, а его плотность составляет не менее 2 т/м^3. Применение материалов из осадочных пород должно быть обосновано технико-экономическими расчетами.

8.3 Сооружения из бетонных и железобетонных элементов

8.3.1 В качестве основного покрытия откосных берегозащитных сооружений конструкции из бетонных и железобетонных элементов применяются в случаях, когда расчетные величины воздействий речного потока превышают значения допустимые для каменной наброски или имеется дефицит каменных материалов. Покрытия из бетона и железобетона подразделяются на: сплошные (см. пп. 8.3.2÷8.3.7), гибкие (см. пп. 8.3.8÷8.3.12) и решетчатые (см. пп. 8.3.13÷8.3.16).

8.3.2 Сплошные бетонные и железобетонные покрытия устраиваются из сборных или монолитных (бетонируемых непосредственно на склоне или откосе) плит толщиной до 0,3 м. Рекомендуемые допустимые гидрологические условия их применения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Гидрологические условия применения бетонных и железобетонных сплошных покрытий

Наименование	Высота волны, м	Толщина льда, м	Ледоход	Карчеход
Бетонные покрытия	0,6÷0,8	0,8÷1,0	Средней интенсивности с размером льдин до 35 м^2	Деревья длиной до 5 м, диаметром до 0,5 м
Сборные железобетонные покрытия	1,0÷1,2	0,7÷0,9	Высокой интенсивности с размером льдин до 50 м^2	Деревья длиной до 5 м, диаметром до 0,5 м
Монолитные железобетонные покрытия	1,3÷3,0	0,7÷0,8	Высокой интенсивности с размером льдин до 50 м^2	Деревья длиной до 5 м, диаметром до 0,5 м

8.3.3 Крепления из сборных плит проектируются с омоноличиванием их в более крупные секции или с открытыми швами при конструкции, не допускающей выноса частиц грунта. Сборные плиты с открытыми швами имеют достаточную свободу перемещения по вертикали с тем, чтобы в случае деформации основания между покрытием и откосом не нарушался контакт и в покрытии снижались внутренние напряжения.

8.3.4 Сборные плиты применяются квадратной или прямоугольной формы. В плане прямоугольные плиты следует располагать длинной стороной перпендикулярно линии уреза воды для уменьшения количества продольных швов и увеличения их устойчивости при волновых и ледовых нагрузках. Плиты в смежных горизонтальных рядах (параллельных линии уреза воды) рекомендуется укладывать со смещением на 1/2 длины ребра плиты, чтобы швы не были сквозными по всей высоте склона или откоса (рисунок 5). Размеры сборных плит в плане назначаются в зависимости от высоты защищаемого склона или откоса, грузоподъемности имеющегося подъемно-транспортного оборудования, а также условий перевозки и укладки плит.

8.3.5 Покрытия из монолитных железобетонных плит устраиваются с размерами в плане от 5х5 до 10х10 м и отличаются жесткостью конструкции. Швы между плитами заделывают уплотнителями, обладающими хорошей

сопротивляемостью размыву и обеспечивающими долговечность конструкции (например, резиновыми шпонками, битумными замками с цементной защитой и т. п.).

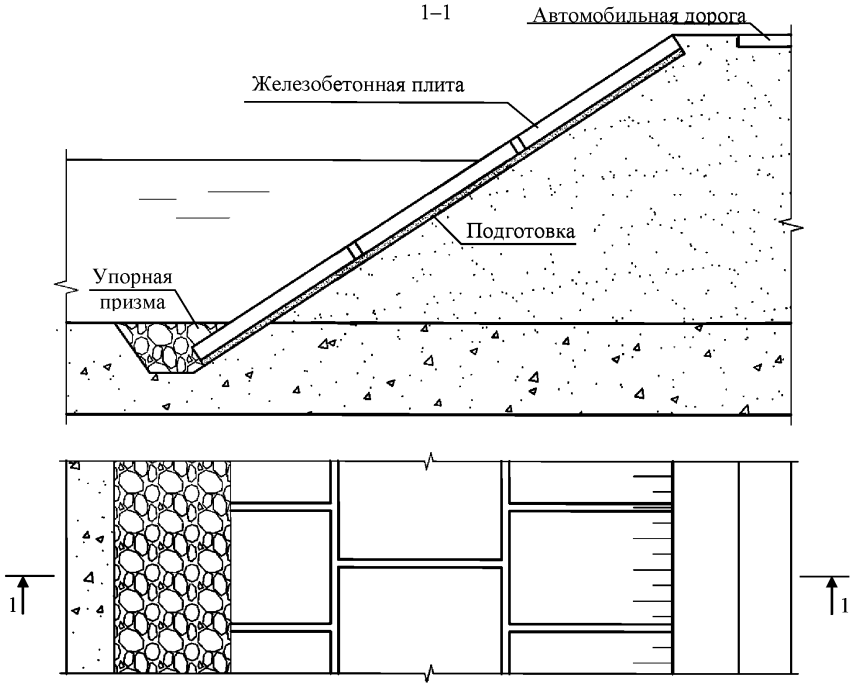


Рисунок 5 – Конструкция откосного сооружения из сборных железобетонных плит

8.3.6 Монолитные плиты и сборные плиты из отдельных омоноличиваемых секций при правильной организации швов позволяют добиться практически полной водо- и грунтонепроницаемости покрытия.

8.3.7 Необходимую толщину сборных и монолитных сплошных плит, исключающую возможность их всплытия и опрокидывания под действием речного потока, рекомендуется определять в соответствии с [12]. Проверка плит на прочность и трещиностойкость производится с учетом динамического характера волновых и ледовых нагрузок в соответствии с указаниями

СП 41.13330.2012. Прочность плиты заданных размеров рекомендуется проверять для случая волнового давления в момент обрушения волн в ее центре.

8.3.8 Гибкие покрытия состоят из отдельных жестких железобетонных элементов (блоков) небольшого размера от 0,3 до 0,5 м с толщиной до 0,3 м, соединенных между собой пластическими связями из арматурной стали в полимерной оболочке, полипропиленовыми тросами и т. п. (рисунок 6). Это позволяет покрытию свободно вписываться в криволинейные поверхности склонов и откосов, образующиеся при технологических операциях и в период их эксплуатации (рисунок 7).

8.3.9 Вследствие имеющихся пластических связей гибкие покрытия практически не испытывают изгибающих моментов, что в одних и тех же условиях эксплуатации позволяет снизить требуемую массу конструкции по сравнению с отдельно лежащими жесткими плитами (см. пп. 8.3.2÷8.3.7).

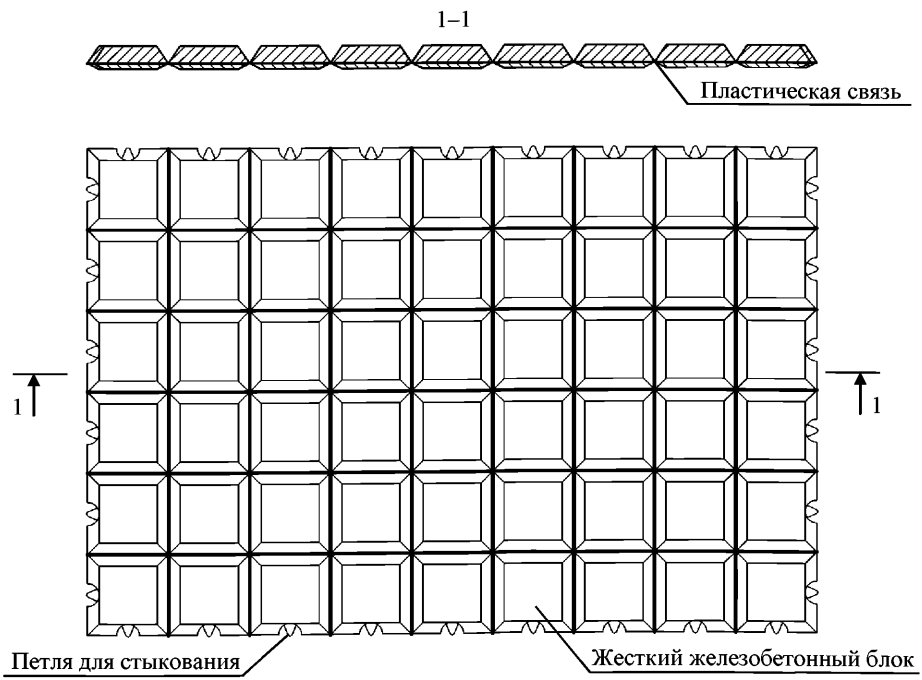


Рисунок 6 – Плита гибкого железобетонного покрытия

8.3.10 Применение гибких покрытий ограничено следующими гидрологическими условиями:

- скорость продольного течения 2,5÷4 м/с;
- высота волн до 0,9 м;
- расчетная глубина размыва основания не более 4 м;
- ледоход слабой или средней интенсивности с размером льдин до 25 м^2 и толщиной до 0,8 м;
- карчеход с деревьями длиной до 3 м и диаметром до 0,2 м.

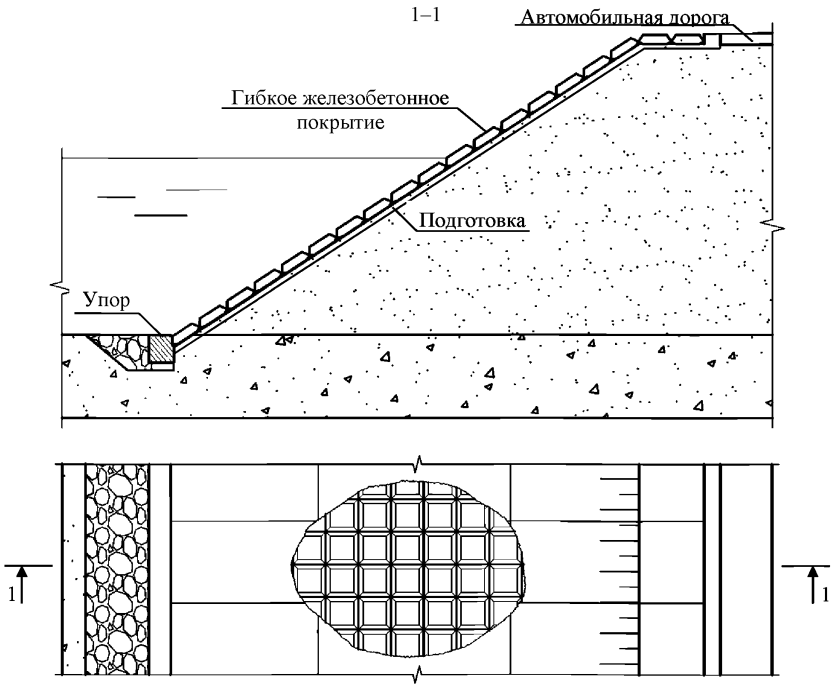


Рисунок 7 – Конструкция откосного сооружения из гибкого железобетонного покрытия

8.3.11 Гибкие покрытия выполняются в виде отдельных секций (карт), сопрягающихся между собой впритык или внахлест с перекрытием на 1 м. Карта покрытия должна назначаться как можно больших по площади

размеров с тем, чтобы знакопеременная гидродинамическая нагрузка, интегрированная по всей площади карты, не имела составляющей, направленной вверх, превышающей по своему значению массу конструкции. Край последней карты во избежание завертывания ее течением должен быть пригружен камнем, мешками с песком и т. п.

8.3.12 Конструирование и расчет откосных покрытий берегозащитных сооружений из гибких железобетонных покрытий рекомендуется выполнять в соответствии с [13].

8.3.13 Решетчатые конструкции состоят из сборных железобетонных элементов, которые после объединения на поверхности склона или откоса образуют диагональную или прямоугольную решетку с ячейками заданного размера (рисунок 8). Решетку присоединяют к поверхности металлическими штырями или железобетонными свайками, забиваемыми в узлах стыков сборных элементов. Стыки объединения могут иметь жесткое замковое или гибкое соединение, достигаемое при помощи арматурных петель.

8.3.14 Длину штырей и сваек назначают в зависимости от предполагаемой мощности зоны поверхностных слоев склона или откоса, где прочность грунта может быть нарушена в результате циклических воздействий промерзания – оттаивания, увлажнения – высушивания, а также силовых воздействий течения и волн, но не менее 0,5 и не более 1,5 м. Металлические штыри следует выполнять из арматуры периодического профиля диаметром 20÷30 мм, а железобетонные свайки – диаметром 30÷80 мм.

8.3.15 В качестве заполнителя ячеек решетчатого покрытия откосного берегозащитного сооружения рекомендуется применять:

- грунты, обработанные минеральными или органическими вяжущими;
- каменную наброску с размером камня 50÷100 мм;
- монолитный цементобетон, в том числе тощий и песчаный.

8.3.16 Решетчатые конструкции из сборных элементов рационально применять в качестве основного защитного покрытия, когда по характеру

гидрологических условий применение сборных и монолитных сплошных плит экономически нецелесообразно, а использование каменной наброски и габионных конструкций затруднено из-за нехватки местного камня требуемого качества. Рекомендуемые гидрологические условия применения решетчатых покрытий с различными типами заполнителя ячеек приведены в таблице 3.

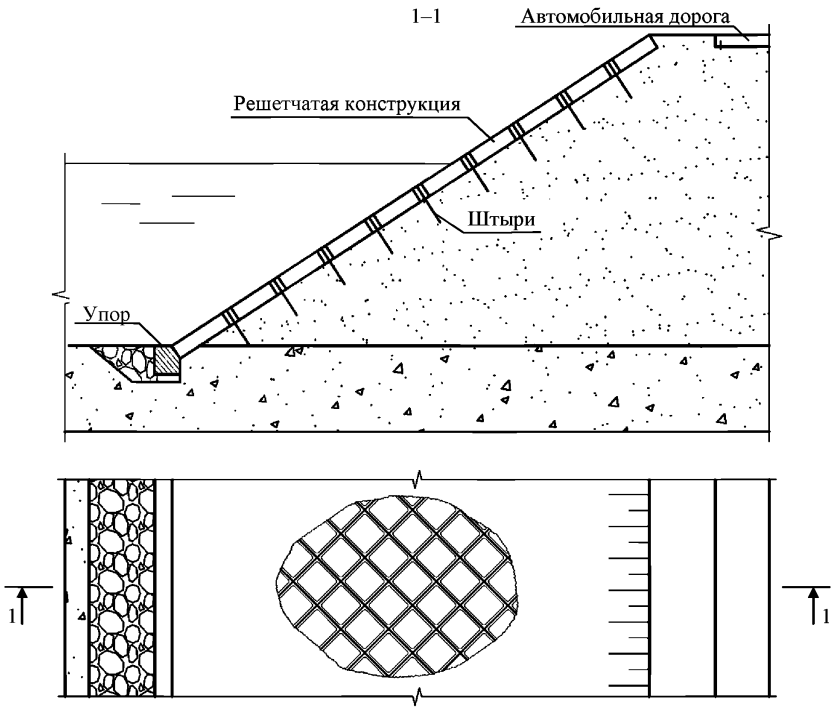


Рисунок 8 – Решетчатая конструкция покрытия из сборных железобетонных элементов

8.3.17 Конструирование и расчет откосных покрытий берегозащитных сооружений из решетчатых железобетонных конструкций рекомендуется выполнять согласно [14].

8.3.18 Помимо железобетона решетчатые конструкции также могут выполняться из армированных цементогрунтовых элементов и

пространственных георешеток. Их конструирование и расчет следует выполнять согласно [14] и [15] соответственно.

Таблица 3 – Гидрологические условия применения решетчатых покрытий с различными типами заполнения ячеек

Типы заполнения	Скорость течения, м/сек	Высота волны, м	Толщина льда, м	Ледоход	Карчеход
Грунт, обработанный вяжущим	0,8÷1,0	0,2÷0,3	0,3	Слабой интенсивности с размером льдин до 10 м^2	Отдельные деревья длиной до 3 м и диаметром до 0,2 м
Каменная наброска	1,0÷1,5	0,5	0,4÷0,5	Слабой интенсивности с размером льдин до 10 м^2	Отдельные деревья длиной до 3 м и диаметром до 0,2 м
Монолитный бетон	1,5÷2,5	0,5	0,6	Средней интенсивности с размером льдин до 35 м^2	Деревья длиной до 5 м, диаметром до 0,5 м

8.3.19 При проектировании откосных берегозащитных сооружений из бетонных и железобетонных элементов рекомендуется использовать типовые проектные решения, приведенные в [11]. Выбранную конструкцию покрытия следует проверять на действие расчетных нагрузок, установленных для условий конкретного участка строительства.

8.4 Сооружения из габионных конструкций

8.4.1 Габионные конструкции представляют собой объемные контейнеры (каркасы) из металлической проволочной сетки, наполненные каменным материалом. Основными особенностями данного вида креплений являются гибкость сетчатого каркаса (см. п. 8.1.3) и проницаемость ячеистой конструкции (см. п. 8.4.3). Схема берегозащитного сооружения из габионных конструкций представлена на рисунке 9.

8.4.2 Габионные конструкции изготавливаются в соответствии с ГОСТ Р 52132-2003 и по форме арматурных каркасов подразделяются на три типа: коробчатые, матрасно-тюфячные и цилиндрические. Рекомендуемые

гидрологические условия применения данных конструкций приведены в таблице 4.

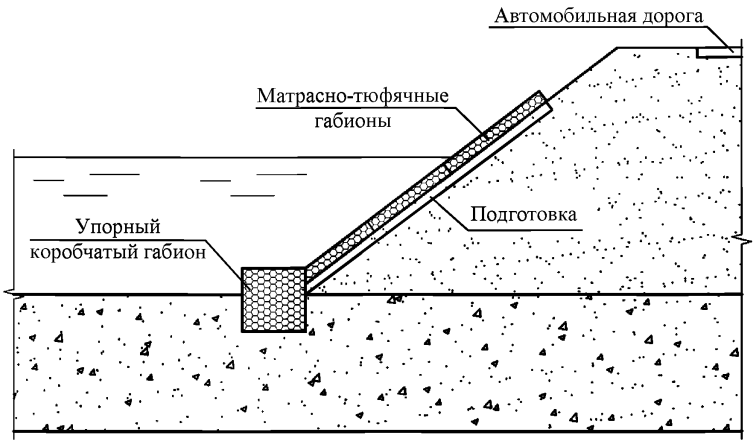


Рисунок 9 – Конструкция откосного сооружения из габионных конструкций

8.4.3 Коробчатые габионы, имеющие размеры от 1,5х1,0х0,5 до 4,0х1,0х1,0 м, используются для упоров откосных конструкций или для устройства массивных гравитационных стен (см. подраздел 9.2).

8.4.4 Матрасно-тюфячные габионы, имеющие размеры от 3,0х2,0х0,17 до 6,0х2,0х0,5 м, служат в качестве основного защитного крепления, противоразмывного фартука или фундаментной части массивных габионных стен. При расположении матрасно-тюфячных габионов на крутых склонах и откосах для их надежного крепления на поверхности грунтового основания дополнительно следует предусматривать специальные анкера из арматуры, длиной не менее 0,5 м.

8.4.5 Цилиндрические габионы, имеющие размеры от 2 до 4 м с диаметром от 0,65 до 0,95 м, применяются в случаях, когда высотное положение уровней воды или высокая скорость течения не позволяют вести откосно-береговую укладку коробчатых или матрасно-тюфячных габионов. В этих условиях цилиндрические габионы сбрасываются (скатываются) в воду

после заполнения их камнем на краю откоса или на обочине дороги. Их рекомендуется использовать при создании подводных фундаментных частей массивных габионных стен, а также для выполнения работ, требующих незамедлительного вмешательства при ликвидации аварий.

8.4.6 Габионные каркасы заполняются камнем твердых, преимущественно тяжелых и слабовыветривающихся водостойких пород, размерами не менее ячейки габионной сетки. На наиболее ответственных участках дорог предпочтительно использовать каменные материалы изверженных пород (базальт, гранит, диабаз, диорит и т. п.) и метаморфических пород. Гибкая проволока, которая служит материалом для изготовления габионов, должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51285-99.

8.4.7 При ручной укладке каменного материала пористость габионных конструкций достигает 0,25÷0,35, что обуславливает ее проницаемость для грунтовых и паводковых вод. Данная особенность конструкции позволяет исключить возникновение гидростатических нагрузок на крепление и снизить затраты на устройство обратного фильтра. Однако следует учитывать, что со временем габионные конструкции имеют способность аккумулировать в себе частицы грунта. Это способствует повышению прочности конструкции и росту на ней растительности, но снижает ее проницаемость.

Таблица 4 – Гидрологические условия применения габионных конструкций

Типы габиона	Скорость течения, м/с	Высота волны, м	Толщина льда, м	Ледоход	Карчеход
Матрасно-тюфячные, толщиной менее 0,3 м	до 1,5	до 0,7	до 0,3	Слабой интенсивности с размером льдин до 10 м^2	Отдельные деревья длиной до 3 м и диаметром до 0,2 м
Матрасно-тюфячные и коробчатые, толщиной 0,3÷0,5 м	1,7÷3,5	0,8÷1,3	до 0,4	Слабой и средний интенсивности с размером льдин от 10 м^2 до 15 м^2	Отдельные деревья длиной до 4 м и диаметром до 0,3 м
Коробчатые, толщиной 1,0 м	4÷6	1,9÷2,5	до 0,5	Средней интенсивности с размером льдин от 15 м^2 до 40 м^2	Деревья длиной до 5 м, диаметром до 0,4 м

8.4.8 В случаях, когда требуется предотвратить фильтрацию паводковых вод в тело земляного полотна дороги через габионное крепление, одними из наиболее эффективных способов являются пропитка их битумной мастикой или укладка под конструкции водонепроницаемых материалов.

8.4.9 При наличии меженных вод или затопления склонов и откосов в период строительства берегозащитного сооружения для защиты его нижней части от подмыва габионные конструкции рекомендуется применять в сочетании с каменной наброской. Необходимые размеры камня и объемы каменной наброски должны определяться в зависимости от скоростей течения и требуемого веса каменной пригрузки для обеспечения устойчивости габионного крепления в период проявления наибольших глубин размыва (см. подраздел 8.2).

8.4.10 Конструирование и расчет откосных покрытий берегозащитных сооружений из габионных конструкций рекомендуется выполнять согласно [16], [17] и [18].

9 Вертикальные берегозащитные сооружения

9.1 Общие указания

9.1.1 Берегозащитные сооружения откосного типа могут быть применены не на всех участках дорог. В случае если берег реки достаточно высок и сложен слабыми грунтами, то для обеспечения его устойчивости применяют вертикальные берегозащитные сооружения, которые одновременно выполняют защитную функцию и функцию низовой подпорной стены. Их преимуществом является то, что их строительство не требует больших объемов дренирующих грунтов и отвода дополнительных площадей земель под основания насыпей.

9.1.2 В соответствии с СП 101.13330.2012 в зависимости от степени вовлечения грунта в работу различают следующие типы вертикальных берегозащитных сооружений: гравитационные (см. подраздел 9.2), устойчивость которых обеспечивается собственным весом конструкций, и шпунтовые (см. подраздел 9.3), устойчивость которых обеспечивается заделкой шпунтовых свай в грунтовом массиве.

9.1.3 Вертикальные сооружения не обладают волногасящми свойствами и воспринимают прямой удар волны, отражая его обратно в сторону реки, что увеличивает интенсивность размыва основания. Данное обстоятельство обуславливает необходимость применения дополнительных мер по защите их от подмыва – устройство каменной наброски, укладка гибких плит и т. п. (см. раздел 8).

9.1.4 Обратную засыпку за сооружением со стороны тыловой грани рекомендуется выполнять крупнообломочными грунтами, а также песками: гравелистыми, крупными или средней крупности. Для пропуска дренируемых грунтовых вод в русло реки в теле сооружения через каждые 2,5÷3 м устраиваются выпускные отверстия (дренажные окна). В тех случаях, когда берегозащитное сооружение создает препятствие для движения грунтовых вод в сторону реки, в обратной засыпке следует рассматривать

целесообразность устройства ленточного дренажа в виде обратного фильтра, обеспечивающего понижение уровня воды и снижение ее давления на тыловую грань конструкции.

9.1.5 Вертикальное берегозащитное сооружение по длине должно быть разбито на отдельные секции деформационными швами на всю его высоту, включая фундаментную часть. Расстояние между деформационными швами (длина секций) устанавливается в зависимости от геологических, гидрогеологических и климатических условий, конструктивного решения, а также методов строительства. В случае наличия неоднородных грунтов в основании устройство швов в местах изменения структуры грунта обязательно. Конструкция швов должна обеспечивать независимую работу отдельных секций и их грунтонепроницаемость, а также не должна создавать подпора грунтовых вод.

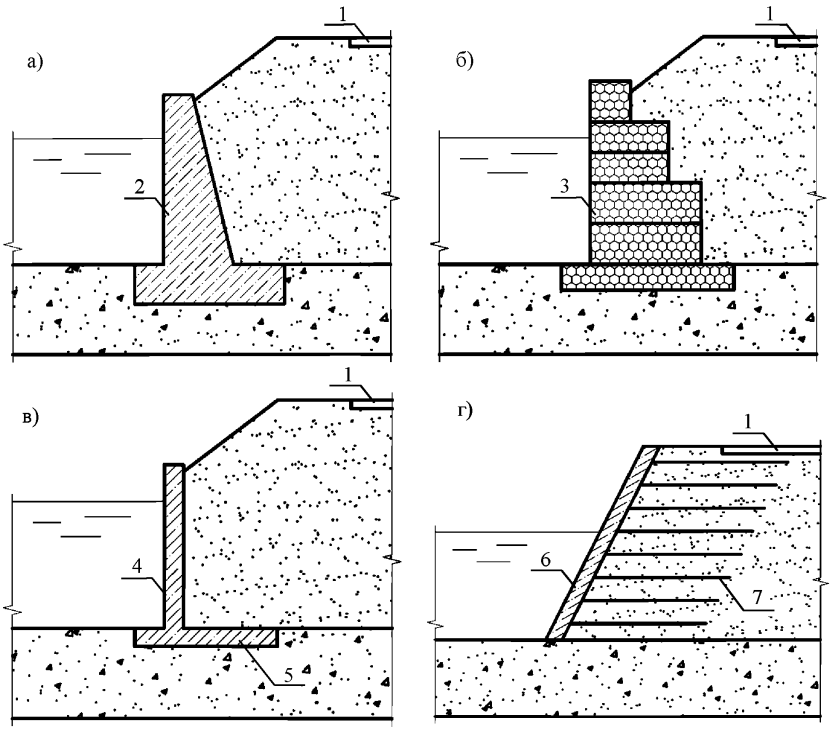
9.2 Гравитационные сооружения

9.2.1 Гравитационные берегозащитные сооружения рекомендуется применять на пологих участках речного русла или поймы. По конструктивному решению они подразделяются на массивные, тонкостенные и армогрунтовые (рисунок 10).

9.2.2 В массивных сооружениях, выполняющихся из железобетона, бетона, бутобетона или габионов, их устойчивость на сдвиг и опрокидывание обеспечивается собственным весом конструкций (рисунок 10, а и б). Как правило, массивные сооружения более материалоемкие и более трудоемкие при возведении, чем тонкостенные, и в основном применяются при значительных волновых и ледовых нагрузках, а также при возможности использовать местные строительные материалы.

9.2.3 При проектировании массивных сооружений высотой более 6 м для повышения их устойчивости против опрокидывания целесообразно предусматривать со стороны обратной засыпки консольный выступ

(разгрузочную площадку), который уменьшает горизонтальное давление грунта на сооружение и увеличивает вертикальное (рисунок 11).

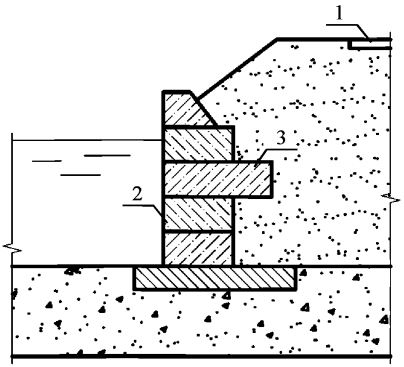


а – бетонное массивное; б – габионное массивное; б – железобетонное тонкостенное; в – армогрунтовое

1 – защищаемая дорога; 2 – бетонная массивная конструкция; 3 – габионная кладка; 4 – лицевая плита; 5 – фундаментная плита; 6 – облицовочная стена; 7 – армирующие элементы

Рисунок 10 – Виды гравитационных берегозащитных сооружений

9.2.4 Высота массивных сооружений из габионных конструкций не должна превышать 8 м. В случае, если необходимо построить более высокие сооружения данного типа, следует использовать системы армирования грунта (см. пп. 9.2.9÷9.2.11), комбинированные с габионнами или необходимо предусматривать устройство промежуточных берм.



1 – защищаемая дорога; 2 – бетонные блоки;
3 – консольный выступ

Рисунок 11 – Повышение несущей способности массивного гравитационного сооружения посредствам устройства консольного выступа

9.2.5 Тонкостенные сооружения (подпорные стены уголкового типа), состоящие из жестко сопряженных между собой лицевых и фундаментных плит, обеспечивают создание удерживающего момента не только за счет собственного веса конструкций, но и за счет веса грунта, расположенного над фундаментной плитой (рисунок 10, в). По способу изготовления тонкостенные сооружения могут быть монолитными, сборными и сборно-монолитными.

9.2.6 Давление от тонкостенного сооружения на основание передается через фундаментную плиту, размеры которой определяются из условия использования несущей способности грунта основания и устойчивости всего сооружения.

9.2.7 Тонкостенные сооружения могут выполняться с ребрами (контрфорсами) или без ребер (см. рисунок 12, а). Безреберные сооружения экономически целесообразны при их высоте до 4÷6 м, при высоте более 6 м сооружения с контрфорсами предпочтительнее.

9.2.8 Небольшой вес тонкостенных сооружений часто заставляет прибегать к ряду мероприятий, повышающих их устойчивость против сдвига. В этих случаях в фундаментной плите рекомендуется предусматривать

устройство удерживающего «зуба» (рисунок 12, б), который увеличивает пассивное сопротивление грунта.

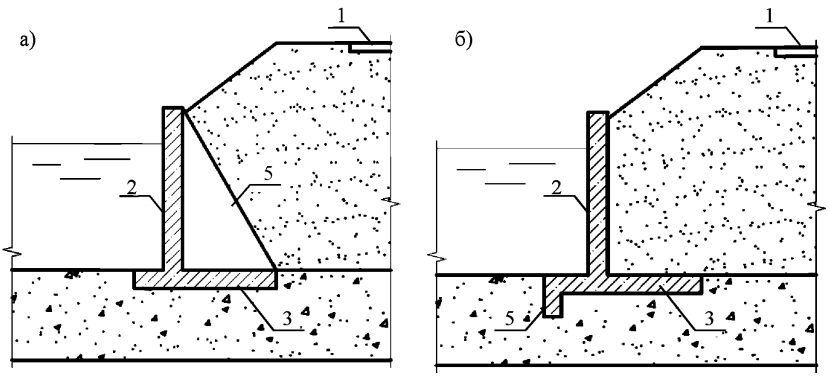
9.2.9 Армогрунтовые сооружения состоят из послойно уплотненного грунта обратной засыпки, в котором размещены армирующие элементы (рисунок 10, в). В данных сооружениях их устойчивость обеспечивается весом грунта, который за счет армирующих элементов объединен в единый массив. При этом армирующие элементы, создавая дополнительные связи между частицами грунта, вызывают перераспределение усилий, создавая тем самым передачу напряжений с перегруженных зон и вовлекая в работу недогруженные.

9.2.10 В качестве армирующего элемента в армогрунтовых сооружениях могут использоваться сетки из стальной проволоки и геосинтетических материалов, геоткани, объемные георешетки и др. При назначении материала армирующего элемента предпочтение следует отдавать материалам, обладающим хорошим сцеплением с грунтом, значительной прочностью на растяжение, незначительной ползучестью и устойчивым к воздействию температурных колебаний и агрессивной среды.

9.2.11 Внешние грани армогрунтовых сооружений защищаются от гидрологических и погодно-климатических факторов путем устройства облицовочной стены из бетонных блоков или габионов, покрытием пневмонабрызгом по заанкеренной сетке, плитами и т. п. Для защиты от ледохода перед облицовочной стеной необходимо предусматривать устройство различных ограждающих мероприятий в виде каменной наброски, отбойных брусьев и т. п.

9.2.12 Основными достоинствами армогрунтовых сооружений являются возможность использовать местный грунт в качестве обратной засыпки, пониженная чувствительность к неравномерным осадкам и отсутствие необходимости применения тяжелого сваебойного и кранового оборудования.

9.2.13 Конструирование и расчет бетонных и железобетонных массивных и тонкостенных берегозащитных сооружений рекомендуется выполнять в соответствии с [19] и [20], габионных – [16], [17], [18], а армогрунтовых – в соответствии с [21] и [22].



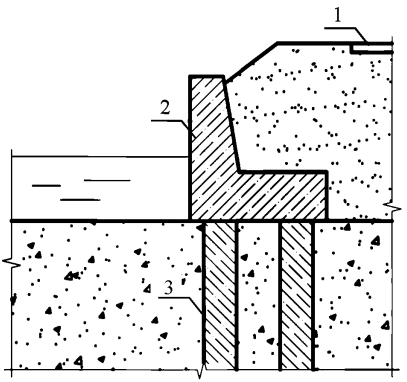
а – с контрфорсом; б – с удерживающим «зубом»
1 – защищаемая дорога; 2 – лицевая плита; 3 – фундаментная плита;
4 – контрфорс; 5 – удерживающий «зуб»

Рисунок 12 – Схемы повышения несущей способности тонкостенных гравитационных сооружений

9.2.14 При наличии в основании грунтов с достаточной несущей способностью и если не ожидается их размыва, гравитационные берегозащитные сооружения возводятся на выравнивающем слое из бетона, гравия или щебня.

9.2.15 В случае если грунты в основании не удовлетворяют требованиям несущей способности или при их глубоком залегании, гравитационные сооружения возводятся на предварительно устраиваемой постели из каменной наброски или на свайном основании. Устройством каменной постели обеспечивается выравнивание дна реки и распределение давления от сооружения на большую площадь основания. Свайное основание, принимая на себя нагрузку от выше расположенных конструкций, передает ее на нижележащие слои грунта (рисунок 13). В этом случае сваи

работают на сжатие под действием собственного веса сооружения и на изгиб под действием давления обратной засыпки и нагрузки от автомобильной дороги. Конструирование и расчет свайных оснований выполняется в соответствии с СП 24.13330.2011.



1 – защищаемая дорога; 2 – железобетонная стена; 3 – свайное основание

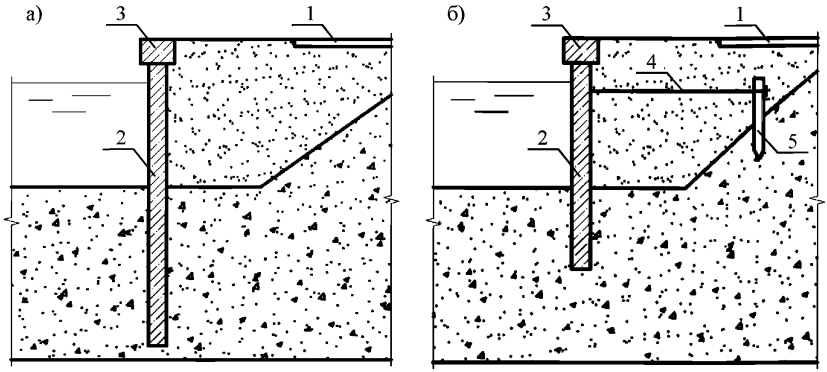
Рисунок 13 – Массивное гравитационное сооружение на свайном основании

9.2.16 В условиях меженного затопления участка строительства гравитационные сооружения рекомендуется возводить под защитой временных перемычек с применением водоотлива. В случаях, когда устройство перемычек и организация водоотлива является весьма затруднительным и дорогостоящим мероприятием, предпочтение рекомендуется отдавать конструкциям из отдельных бетонных массивов сплошного сечения, укладываемых без раствора.

9.3 Шпунтовые сооружения

9.3.1 Шпунтовые сооружения состоят из вертикальных элементов – шпунта (шпунтовых свай), соединяющихся между собой при помощи гребней или пазов, и оголовка (шапочного бруса), который устраивается по верху всей конструкции (рисунок 14, а). Устойчивость данного типа

сооружений против опрокидывания обеспечивается величиной заделки нижнего конца шпунта в грунт.



а – безанкерная шпунтовая стена; б – шпунтовая стена с анкерным креплением

1 – защищаемая дорога; 2 – шпунт; 3 – шапочный брус; 4 – анкерная тяга; 5 – анкерная плита

Рисунок 14 – Схемы шпунтовых сооружений

9.3.2 Шпунтовые сооружения предпочтительны к применению при необходимости устройства стенок большой высоты на участках, расположенных вне зоны активных русловых переформирований и глубоких размывов, с грунтовыми условиями, допускающими погружение шпунта (плотные глины, гравийно-галечные грунты без включения валунов и т. п.).

9.3.3 В качестве шпунтовых элементов применяются профили стального, железобетонного шпунта или свай, сваи-оболочки, стальные трубы, сварные объемные конструкции и т. д., отвечающие требованиям долговечности и надежности для рассматриваемых условий работы сооружений. При использовании стальных элементов особое внимание следует уделять мероприятиям по их защите от коррозии.

9.3.4 С увеличением свободной высоты шпунтового сооружения изгибающий момент в месте заделки сильно возрастает, в связи с чем

возникает необходимость анкерного закрепления свободного конца стены в один или несколько ярусов (рисунок 14, б). Это позволяет значительно разгрузить конструкцию от действия распора и уменьшить глубину заделки шпунта в грунт. Анкерное закрепление рекомендуется применять при высоте свободной части сооружения более 6,5 м.

9.3.5 При проектировании шпунтового сооружения с анкерами особое внимание должно быть уделено конструктивному решению крепления анкерных тяг к лицевым панелям. Наиболее широкое применение получило крепление анкеров при помощи железобетонных поясов и поясов из прокатных профилей, которые распределяют давление по всей длине сооружения. При этом следует учитывать, что крепление анкерных тяг необходимо устраивать выше строительного уровня воды для проведения монтажных работ насухо.

9.3.6 Конструирование и расчет шпунтовых берегозащитных сооружений рекомендуется выполнять в соответствии с [19], а прочность и несущую способность анкеров устанавливать по [23].

10 Строительство берегозащитных сооружений

10.1 При производстве работ по возведению берегозащитных сооружений на склонах и откосах автомобильных дорог необходимо соблюдать требования СНиП 3.07.01-85 и [24÷26].

10.2 Строительство берегозащитных сооружений должно осуществляться специализированными организациями, располагающими необходимым строительно-монтажным оборудованием и оснасткой.

10.3 При возведении берегозащитных сооружений строительные работы должны выполняться методами, обеспечивающими сохранность существующих дорожных сооружений находящихся в зоне влияния строительства.

10.4 Схема пропуска расходов реки в строительный период должна быть решена в проекте организации строительства с учетом компоновки берегозащитных сооружений, очередности и последовательности их возведения, топографических, геологических и гидрологических условий участка работ и с соблюдением требований судоходства. При необходимости пропуск строительных расходов осуществляется посредствам временных ограждающих сооружений в русле реки. Расход, на который ведется расчет данных сооружений, должен иметь обеспеченность не менее 10%.

10.5 При возведении берегозащитных сооружений должны осуществляться мероприятия, обеспечивающие предотвращение в процессе строительства изменений, принятых в расчетах прочностных, деформационных и фильтрационных характеристик грунтов основания за счет выветривания, разуплотнения и разжижения грунтов.

10.6 Во избежание развития эрозионных процессов на защищаемых склонах и откосах, вызванными стекающими сверху ливневыми водами, перед началом строительства должны быть осуществлены соответствующие водоотводные мероприятия.

10.7 Во время возведения берегозащитных сооружений вертикального типа рекомендуется вести постоянные натурные наблюдения, в задачи которых входят: контроль технологического процесса и проверка соответствия показателей физико-механических характеристик грунтов основания их проектным значениям. При неблагоприятных отклонениях характеристик грунтов следует произвести корректировку проекта сооружения или производства работ.

10.8 Скрытые работы (планировка откосов, устройство обратных фильтров и щебеночных подготовок, упоров и др.) должны быть перед началом последующих работ приняты и оформлены соответствующими актами.

10.9 При наличии активных оползневых процессов на участке строительства берегозащитное сооружение рекомендуется возводить в две очереди: в первую – возводить конструкции, предотвращающие подсечку оползневых склонов в результате размыва (прикрытия из габионных конструкций, каменной наброски и др.) и/или обеспечивающие пригрузку языковой части оползня (создание контрбанкета); во вторую – возводить основную часть сооружения.

10.10 При строительстве берегозащитных сооружений должны выполняться требования по технике безопасности, предусмотренные проектом производства работ, СНиП 12-03-2001, СНиП 12-04-2002, ведомственными правилами техники безопасности и производственной санитарии.

10.11 Порядок производства работ на судоходных реках должен обеспечивать безопасный пропуск судов и плавучих средств в период строительства. Судоходные участки реки в местах производства строительно-монтажных работ должны быть оборудованы соответствующими навигационными знаками.

10.12 В проекте производства работ и организации строительства берегозащитных сооружений должны предусматриваться специальные

мероприятия по предупреждению загрязнения атмосферы, почвы, воды, а также возможности возникновения низовых размывов и оползневых подвижек прилегающих береговых склонов и откосов. Для строительства берегозащитных сооружений не допускается применение материалов, которые могут привести к химическому или другим видам загрязнения.

11 Стационарные наблюдения (мониторинг) за берегозащитными сооружениями

11.1 Согласно требованиям СП 116.13330.2012 и СП 58.13330.2012 для оперативной оценки технического состояния конструкций, выявления опасных русловых и геологических процессов, а также для своевременного принятия необходимых мер для предотвращения аварий и обеспечения безопасной эксплуатации прилегающего участка автомобильной дороги следует осуществлять стационарные наблюдения (мониторинг) за берегозащитными сооружениями на стадии их строительства и эксплуатации. Технические решения системы мониторинга должны разрабатываться и выполняться в соответствии с ГОСТ 31937-2011 и ГОСТ Р 54523-2011.

11.2 Мониторинг берегозащитных сооружений выполняется для решения следующих основных задач:

- контроль и прогноз изменения технического состояния конструкций;
- оценка изменений геологических, гидрогеологических и гидрологических условий за период строительства и эксплуатации берегозащитных сооружений;
- выявление, оконтуривание зон влияния и фиксирование динамики развития опасных природных и техногенных процессов;
- установление причин выявленных дефектов, осадок, смещений, трещинообразования и других непроектных ситуаций;
- качественная и количественная оценка вероятности разрушения защитного сооружения или земляного полотна дороги и связанного с этим величины ущерба;
- разработка мер по предотвращению дальнейшего развития опасных процессов, восстановлению нормальной работы берегозащитных сооружений и прилегающего участка автомобильной дороги.

11.3 В программе работ по мониторингу для каждого конкретного сооружения состав, объемы, периодичность и продолжительность наблюдений устанавливаются индивидуально, с учетом:

- категории прилегающего участка автомобильной дороги;
- проектных решений и технологии производства работ по строительству берегозащитных сооружений;
- интенсивности изменения нагрузок и воздействий;
- доступности исследуемого объекта для регулярных наблюдений;
- дополнительных требований заказчика.

11.4 После прохождения паводков, редкой обеспеченностью (0,1% и реже) и землетрясений более 5 баллов следует выполнять внеочередной цикл наблюдений.

11.5 В случаях, когда в работе сооружения наблюдаются проявление и интенсивное развитие опасных процессов (смещений, раскрытия швов и трещин и т. п.), наблюдения должны проводиться по учащенному графику, вплоть до выяснения причин их возникновения и реализации оперативных инженерных решений по их устранению.

11.6 Изменения периодичности наблюдений в сторону увеличения или уменьшения циклов измерений должны производиться в зависимости от соответствия характера работы и технического состояния сооружений требованиям проекта, критериям безопасности, а также степени информативности получаемых данных.

11.7 При реализации программы мониторинга проводятся следующие виды работ:

- определяется перечень контролируемых параметров и их предельно допустимые значения (см. пп. 11.8÷11.9);
- устанавливается измерительное оборудование на исследуемом объекте (см. пп. 11.10÷11.11);

- проводятся регулярные снятия показаний с установленного оборудования, визуальные обследования конструкций и геодезическая съемка (см. пп. 11.12÷11.15);
- выполняется анализ полученных данных и осуществляется подготовка заключения по результатам мониторинга с выводами и рекомендациями (см. п. 11.16).

11.8 В рамках мониторинга берегозащитных сооружений наблюдения, как правило, должны вестись за:

- деформациями конструкций (раскрытием деформационных швов, образованием трещин в железобетонных элементах и др.);
- напряжениями в конструкциях и основании;
- осадками, кренами и горизонтальными смещениями сооружения;
- пьезометрическими напорами грунтовых вод;
- глубиной размыва перед сооружением;
- эффективностью работы и состоянием дренажей;
- деформациями земляного полотна и дорожной одежды защищаемого участка дороги.

11.9 Предельно допустимые значения наблюдаемых показателей состояния конструкций, а также нагрузок и воздействий на сооружение следует устанавливать в программе работ на основании принятых проектных решений и результатов поверочных расчетов.

11.10 Для берегозащитных сооружений вертикального типа (см. раздел 9), расположенных на участках автомобильных дорог I и II категории, для проведения наблюдений рекомендуется предусматривать установку контрольно-измерительной аппаратуры. Для сооружений вертикального типа, расположенных на участках автомобильных дорог III категории и ниже, а также для откосных сооружений (см. раздел 8) наблюдения рекомендуется осуществлять на основе регулярной геодезической съемки и визуальных обследований.

11.11 Оснащение берегозащитных сооружений контрольно-измерительной аппаратурой (датчики порового давления, изменения контактных напряжений и т. п.) должно осуществляться, главным образом, в период их строительства. Оборудование, как правило, устанавливается по сечениям в наиболее характерных по реакции к нагрузкам и воздействиям участках конструкции. Количество сечений назначаются с таким расчетом, чтобы по результатам наблюдений можно было с достаточной точностью и достоверностью оценить работу сооружения в целом и отдельных наиболее ответственных его элементов. При расположении объекта наблюдений в удаленных и труднодоступных участках рекомендуется предусматривать автоматизированные системы регистрации, хранения и передачи данных.

11.12 При проведении визуальных обследований внимание уделяется состоянию поверхности креплений, сохранности материалов, наличию выносов грунта через швы или трещины и т. п. Выявленные в ходе осмотра дефекты и повреждения измеряются и фотографируются.

11.13 Для наблюдений за осадкой и деформациями берегозащитных сооружений на них устанавливаются марки и репера. Геодезическая съемка в начальный период эксплуатации должны выполняться 1÷2 раза в месяц, а после затухания осадки сооружения 1÷2 раза в год.

11.14 Наблюдения за размывом вдоль линии упорной конструкции или противоразмывного фартука выполняются промерами глубин по поперечным профилям, фиксированных на постоянных местах. Количество и расстояния между промерными точками должны быть достаточными для оценки опасности подмыва сооружения.

11.15 На участках рек с изменяющимся типом руслового процесса, активной переработкой береговых склонов, а также сложными ледовыми условиями рекомендуется дополнительно проводить гидрологические наблюдения, которые состоят в регистрации уровней воды, характеристик ветрового волнения (высоты, длины и направления волн), фаз ледяного покрова и т. п.

11.16 На основании полученных данных заказчику регулярно представляются отчеты (раз в месяц, полгода или год), в которых делается прогноз изменения состояния берегозащитных сооружений, прилегающего участка дороги и разрабатываются рекомендации по их дальнейшей эксплуатации. Результаты наблюдений должны быть представлены в виде таблиц, графиков изменения контролируемых показателей во времени и от действующих нагрузок, эпюр распределения значений показателей (напряжений, прогибов, осадок, смещений и др.) в пределах контрольных створов.

11.17 При наличии на участке оползневых процессов, способных оказывать влияние на берегозащитное сооружение или прилегающий участок автомобильной дороги, мониторинг следует выполнять в соответствии с рекомендациями [27].

Приложение А

Пример расчета глубины местного размыва у берегозащитного сооружения на участке горной реки

Рассмотрим пример расчета глубины местного размыва у откосного берегозащитного сооружения на участке горной реки. Исходными данными для расчета: коэффициент заложения откоса $m = 0,5$; основание сложено крупной галькой со средним диаметром частиц 57 мм; размывающая скорость для данного грунта $v_p = 2,3$ м/с; угол атаки набегающего потока $\beta = 35$ град.; скорость потока $v = 3,2$ м/с. Прогнозная глубина местного размыва у берегозащитного сооружения (см. рисунок А.1) согласно п. 7.9 составит:

$$h_p = \frac{23v^2 \operatorname{tg}\frac{\beta}{2}}{g\sqrt{1+m^2}} - 6\frac{v_p^{\,2}}{g} = \frac{23 \cdot 3,2^2 \cdot \operatorname{tg}\frac{35^0}{2}}{9,8 \cdot \sqrt{1+0,5^2}} - 6\frac{2,3^2}{9,8} = 3,5\text{м}.$$

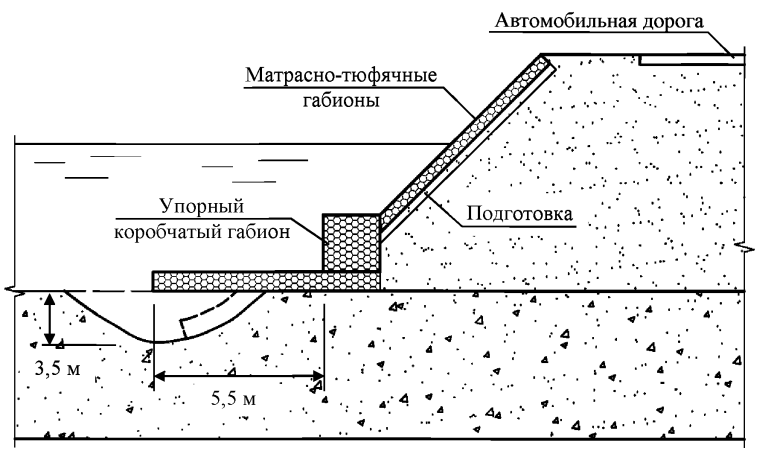


Рисунок А.1 – Определение длины противоразмывного фартука из матрасно-тюфячного габиона

В соответствии с п. 6.13 определим минимальную требуемую длину выпуска противоразмывного фартука:

$$l_p = h_p \sqrt{1+m^2} = 4{,}27 \cdot \sqrt{1+0{,}5^2} = 3{,}9\text{м}.$$

В качестве противоразмывной конструкции в низовой части берегозащитного сооружения выбран фартук из матрасно-тюфячного габиона. Следовательно, рекомендуемая длина его выпуска составляет $1{,}5 \div 2h_p$ и принимается 5,5 м, что больше l_p=3,9 м.

Библиография

[1]	Федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009 г.	Технический регламент о безопасности зданий и сооружений
[2]	ВСН 63-76	Инструкция по расчету ливневого стока воды с малых бассейнов. Минтрансстрой. – М.: Оргтрансстрой, 1976. – 114 с.
[3]	ВСН 163-83	Учет деформаций речных русел и берегов водоемов в зоне подводных переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов). Миннефтегазстрой. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 74 с.
[4]	Пособие к СНиП 2.05.03-84	Пособие к СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы» по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки (ПМП-91). Трансстрой . – М.: ПКТИтрансстрой, 1992. – 21 с.
[5]	ВСН 5-84	Применение природного камня в морском гидротехническом строительстве. Минморфлот. – М.: 1984. – 12 с.
[6]	ВСН 206-87	Параметры ветровых волн, воздействующих на откосы транспортных сооружений на реках. Минтрансстрой. – М.: Ротапринт ЦНИИСа, 1987. – 56 с.
[7]		Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов. ПНИИИС Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1984. – 81 с.
[8]		Рекомендации по выбору методов расчета коэффициента устойчивости склона и оползневого давления. Минмонтажспецстрой СССР. – М.: ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1986.– 122 с.
[9]	ОДМ 218.2.006-2010	Рекомендации по расчету устойчивости оползнеопасных склонов (откосов) и определению оползневых давлений на инженерные сооружения автомобильных дорог. Росавтодор. – М.: Информавтодор, 2010. – 114 с.
[10]		Рекомендации по укреплению откосов сооружений мостовых переходов и насыпей на прижимных участках рек наброской из каменных материалов. ВНИИтрансстрой. – М.: ЦНИИС, 1983. – 20 с.

[11]	Серия 3.503.9-78	Конструкции укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог общего пользования. Минтрансстрой СССР.
[12]	Пособие к СНиП 2.05.07-85	Пособие по проектированию земляного полотна и водоотвода железных и автомобильных дорог промышленных предприятий. Союзпромтранспроект. – М.: Стройиздат, 1988. – 177 с.
[13]		Методические рекомендации по проектированию и строительству гибких железобетонных покрытий откосов транспортных сооружений. Всесоюзный научно-исследовательский институт транспортного строительства. – М.: ЦНИИС, 1984. – 55 с.
[14]	ВСН 181-74	Технические указания по применению сборных решетчатых конструкций для укрепления конусов и откосов земляного полотна. Минтрансстрой СССР. – М.: Оргтрансстрой, 1974. – 28 с.
[15]	ОДМ 218.3.032-2013	Методические рекомендации по усилению конструктивных элементов автомобильных дорог пространственными георешетками (геосотами). Росавтодор. – М.: Информавтодор, 2013. – 75 с.
[16]		Методические рекомендации по применению габионных конструкций в дорожно-мостовом строительстве. Союздорпроект Минтрансстроя. – М.: Союздорпроект, 2001. – 273 с.
[17]		Технические указания по применению габионов для усиления земляного полотна. Министерство путей сообщения РФ. – М.: ПТКБ ЦП МПС, 1997. – 140 с.
[18]	ВСН 2.30.05.001-03	Мелиорация. Руководство по защите земель, нарушенных водной эрозией. Габионные конструкции противоэрозионных сооружений. Министерство сельского хозяйства РФ. – М.: 2003. – 25 с.
[19]	РД 31.31.55-93	Инструкция по проектированию морских причальных и берегоукрепительных сооружений. Департамент морского транспорта Министерства транспорта РФ. – М.: Московский контакт, 1996. – 256 с.
[20]	ВСН 167-70	Технические указания по проектированию подпорных стен для транспортного строительства. Минтрансстрой. – М.: Оргтрансстрой, 1970. – 39 с.

[21] ОДМ 218.2.027-2012 Методические рекомендации по расчету и проектированию армогрунтовых подпорных стен на автомобильных дорогах. Росавтодор. – М.: Информавтодор, 2012. – 68 с.

[22] Рекомендации по проектированию и строительству устоев диванного типа для малых и средних автодорожных мостов. Главтранспроект. М.: – ЦНИИС Минтрансстроя СССР , 1988. – 72 с.

[23] ВСН 506-88 Проектирование и устройство грунтовых анкеров. Минмонтажспецстрой СССР. – М.: ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1989. – 26 с.

[24] ВСН 34-91 Правила производства и приемки работ на строительстве новых, реконструкции и расширении действующих гидротехнических морских и речных транспортных сооружений. Часть I. Министерство транспортного строительства СССР. – М.: ВНИИ транспортного строительства, 1992. – 56 с.

[25] ВСН 34-91 Правила производства и приемки работ на строительстве новых, реконструкции и расширении действующих гидротехнических морских и речных транспортных сооружений. Часть II. Министерство транспортного строительства СССР. – М.: ВНИИ транспортного строительства, 1992. – 112 с.

[26] ВСН 34-91 Правила производства и приемки работ на строительстве новых, реконструкции и расширении действующих гидротехнических морских и речных транспортных сооружений. Часть III. Министерство транспортного строительства СССР. – М.: ВНИИ транспортного строительства, 1992. – 38 с.

[27] ОДМ 218.3.008-2011 Рекомендации по мониторингу и обследованию подпорных стен и удерживающих сооружений на оползневых участках автомобильных дорог. Росавтодор. – М.: Информавтодор, 2011. – 47 с.

ОКС 93.080.99
Ключевые слова: дорожное хозяйство, отраслевой дорожный методический документ, берегозашитные сооружения

Руководитель организации-разработчика
ООО «НТЦ ГеоПроект»
наименование организации

Директор		С. И. Маций
должность	личная подпись	инициалы, фамилия

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО

(РОСАВТОДОР)

РАСПОРЯЖЕНИЕ

08.10.2015 Москва № 1867-р

Об издании и применении ОДМ 218.3.038-2014 «Рекомендации по проектированию и строительству берегозащитных сооружений автомобильных дорог»

В целях реализации в дорожном хозяйстве основных положений Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и обеспечения дорожных организаций методическими рекомендациями по проектированию и строительству берегозащитных сооружений автомобильных дорог:

1. Структурным подразделениям центрального аппарата Росавтодора, федеральным управлениям автомобильных дорог, управлениям автомобильных магистралей, межрегиональным дирекциям по строительству автомобильных дорог федерального значения, территориальным органам управления дорожным хозяйством субъектов Российской Федерации рекомендовать к применению с даты утверждения настоящего распоряжения ОДМ 218.3.038-2014 «Рекомендации по проектированию и строительству берегозащитных сооружений автомобильных дорог» (далее – ОДМ 218.3.038-2014).

2. Управлению научно-технических исследований и информационного обеспечения (А.В. Бухтояров) в установленном порядке обеспечить издание ОДМ 218.3.038-2014 и направить его в подразделения и организации, указанные в пункте 1 настоящего распоряжения.

3. Контроль за исполнением настоящего распоряжения возложить на заместителя руководителя А.А. Костюка.

Руководитель Р.В. Старовойт

gost.e-ecolog.ru

О.В. Каширина
(495) 687-88-23 доб. 50-271