ОДМ 218.2.038-2014

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ И РЕКОНСТРУКЦИИ ПОДПОРНЫХ СТЕН И УДЕРЖИВАЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2014

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН обществом с ограниченной ответственностью «НТЦ ГеоПроект» (ООО «НТЦ ГеоПроект»). Руководитель работ – доктор техн. наук, профессор Маций С. И. Документ разработан канд. техн. наук, доцентом Безугловой Е. В., канд. техн. наук Любарским Н. Н., канд. пед. наук Молотковым Г. С., инженерами Плешаковым Д. В., Рябухиным А. К., Шелестовым С. А.

2 ВНЕСЕН Управлением научно-технических исследований, информационного обеспечения и ценообразования; Управлением эксплуатации и сохранности автомобильных дорог Федерального дорожного агентства

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 24.12.2014 г. № 2622-р

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР

## Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 2
3 Термины и определения ... 4
4 Общие положения ... 6
5 Техническое обследование состояния подпорных стен и удерживающих сооружений ... 8
5.1 Общие указания по выполнению технического обследования ... 8
5.2 Визуальное обследование ... 11
5.3 Инструментальное обследование ... 12
5.4 Определение технического состояния сооружений и необходимости их капитального ремонта или реконструкции ... 16
6 Инженерно-геологические изыскания при капитальном ремонте и реконструкции ... 20
7 Проектирование мероприятий по капитальному ремонту и реконструкции ... 25
7.1 Общие указания по проектированию ... 25
7.2 Методы усиления и восстановления конструкций ... 28
7.3 Состав и порядок выполнения расчетов ... 44
8 Проведение стационарных наблюдений при капитальном ремонте и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений ... 48
Приложение А Оценка технического состояния железобетонных и каменных конструкций подпорных стен и удерживающих сооружений по внешним признакам ... 52
Библиография ... 54

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

# Методические рекомендации по капитальному ремонту и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений

## 1 Область применения

1.1 Отраслевой дорожный методический документ «Методические рекомендации по капитальному ремонту и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений» (далее – методический документ) является актом рекомендательного характера.

1.2 Данный методический документ предназначен для определения необходимости, выбора варианта и разработки проекта мероприятий по капитальному ремонту и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений на участках автомобильных дорог.

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 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния

ГОСТ 5686-2012 Грунты. Методы полевых испытаний сваями

ГОСТ 19912-2012 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием

ГОСТ 20276-2012 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости

ГОСТ 23278-78 Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости

ГОСТ 30672-2012 Грунты. Полевые испытания. Общие положения

ГОСТ Р 52748-2007 Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения

СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*

СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81

СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*

СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*

СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85

СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*

СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96

СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003

СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003

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

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

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

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

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

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

СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений

## 3 Термины и определения

В настоящем ОДМ применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **аварийное состояние:** Категория технического состояния сооружения и его элементов, характеризующаяся повреждениями и деформациями, свидетельствующими об исчерпании их несущей способности и опасностью внезапного обрушения.

3.2 **восстановление:** Комплекс мероприятий, обеспечивающих доведение эксплуатационных качеств сооружения, до уровня их первоначального состояния.

3.3 **капитальный ремонт:** Комплекс строительных работ и организационно-технических мероприятий с целью восстановления ресурса сооружения, которые не влекут за собой изменение класса, категории или основных технико-экономических показателей сооружения.

3.4 **нормативное техническое состояние:** Категория технического состояния сооружения и его элементов, при котором количественные и качественные значения всех критериев оценки технического состояния конструкций соответствуют параметрам, установленным в проектной и соответствующей нормативной документации.

3.5 **обследование сооружения:** Визуальный, инструментальный и камеральный вид работы, при котором определяются основные параметры и конструктивные особенности сооружения, наличие в нем дефектов и повреждений, прочность материалов конструкции, а также категория его технического состояния.

3.6 **ограниченно-работоспособное техническое состояние:** Категория технического состояния сооружения и его элементов, при которой имеются дефекты и повреждения, приведшие к снижению его несущей способности, но опасность внезапного разрушения, потери устойчивости или опрокидывания отсутствует.

3.7 **работоспособное техническое состояние:** Категория технического состояния сооружения и его элементов, при которой некоторые контролируемые параметры конструкции не отвечают требованиям проектной или нормативной документации, но имеющиеся дефекты и повреждения не приводят к нарушению работоспособности сооружения, а его необходимая несущая способность обеспечивается.

3.8 **реконструкция:** Комплекс строительных работ и организационно-технических мероприятий, связанных с изменением класса, категории или основных технико-экономических показателей сооружения в целях обеспечения его сохранности и безопасной эксплуатации.

3.9 **техническое состояние сооружения:** Совокупность характеристик, определяющих степень соответствия сооружения и его элементов требованиям нормативной и проектной документации.

3.10 **усиление:** Комплекс мероприятий, обеспечивающих повышение несущей способности и эксплуатационных свойств сооружения по сравнению с его фактическим состоянием или проектными показателями.

3.11 **физический износ:** Степень ухудшения технических и связанных с ними эксплуатационных показателей сооружения и его элементов на определенный момент времени под воздействием внешних нагрузок и окружающей среды.

## 4 Общие положения

4.1 Целью капитального ремонта и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений является обеспечение сохранности и безопасной эксплуатации прилегающих к ним участков автомобильных дорог.

4.2 Капитальный ремонт и реконструкция подпорных стен и удерживающих сооружений включают в себя следующие виды работ:

- проведение технического обследования;
- проведение инженерных изысканий;
- разработку технико-экономического обоснования необходимости капитального ремонта и реконструкции;
- разработку проектной документации;
- проведение строительно-монтажных работ;
- приемку сооружений в эксплуатацию.

4.3 Обследование технического состояния существующих подпорных стен и удерживающих сооружений выполняется в соответствии с ГОСТ 31937, [2] и рекомендациями, представленными в разделе 5 настоящего методического документа.

4.4 Инженерные изыскания, включающие в себя геологические, геодезические, геотехнические, гидрометеорологические и экологические изыскания, выполняются в соответствии с СП 47.13330. Для повышения точности оценки состояния подпорных стен и удерживающих сооружений работы по их техническому обследованию рекомендуется совмещать с выполнением инженерно-геологических изысканий. Дополнительные требования к инженерно-геологическим изысканиям для разработки мероприятий по капитальному ремонту и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений представлены в разделе 6.

4.5 Состав капитального ремонта и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений устанавливается в соответствии с рекомендациями раздела 7 настоящего методического документа на

основании данных, полученных при обследовании их технического состояния и комплекса инженерных изысканий.

4.6 Для контроля технического состояния существующих подпорных стен и удерживающих сооружений, а также эффективности принятых мероприятий по их восстановлению и усилению в необходимых случаях выполняются стационарные наблюдения (мониторинг) в соответствии с рекомендациями раздела 8 настоящего методического документа.

4.7 Основной особенностью строительно-монтажных работ по капитальному ремонту и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений на автомобильных дорогах является их выполнение в условиях крайне стесненной обстановки, обычно при продолжающейся эксплуатации прилегающего участка дороги, что требует выполнения специальной технологии и организации работ, а также соответствующего технического оснащения.

## 5 Техническое обследование состояния подпорных стен и удерживающих сооружений

5.1 Общие указания по выполнению технического обследования

5.1.1 Для определения необходимости и состава работ по капитальному ремонту и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений выполняется обследование их технического состояния.

5.1.2 Обследование подпорных стен и удерживающих сооружений выполняется на основании технического задания, в котором приводятся:

- цели и задачи обследования;
- краткая характеристика обследуемого сооружения;
- сведения о его текущем состоянии, условиях и сроках эксплуатации;
- информация о действующих и предполагаемых нагрузках;
- краткая характеристика прилегающего участка автомобильной дороги.

5.1.3 К техническому заданию на выполнение обследования должны быть приложены следующие архивные материалы: паспорт и проектная документация на обследуемое сооружение, исполнительская документация, отчеты по инженерным изысканиям и акты обследований, проводившихся ранее, сведения о капитальных ремонтах и реконструкциях и т. п.

5.1.4 Обследование технического состояния подпорных стен и удерживающих сооружений включает в себя следующие этапы:

- подготовительные работы (см. пп. 5.1.5–5.1.7);
- визуальное обследование (см. п. 5.1.8 и подраздел 5.2);
- инструментальное обследование (см. п. 5.1.9 и подраздел 5.3);
- камеральные работы (см. п. 5.1.10 и подраздел 5.4).

5.1.5 Подготовительный этап заключается в сборе и анализе архивных материалов, а также предварительном осмотре обследуемого сооружения. Результатом данного этапа является ознакомление с сооружением и составление программы работ по его техническому обследованию.

5.1.6 На основе анализа данных, полученных в ходе подготовительного этапа, устанавливают:

- функциональное назначение обследуемого сооружения (подпорная стена, противооползневое сооружение и т. п.);
- проектные геометрические параметры;
- конструктивную и расчетную схемы;
- величину проектных нагрузок;
- характеристики материалов конструкций и грунтов основания;
- выявленные ранее дефекты и повреждения.

При отсутствии указанных выше данных они уточняются в процессе проведения технического обследования, а при их наличии выборочно проверяются.

5.1.7 С учетом технического задания, полноты исходных данных, информации о текущем состоянии конструкций, а также сложности природных условий участка обследования разрабатывается программа работ, в которой указывается:

- перечень конструкций подлежащих техническому обследованию;
- состав, объем, методы и последовательность выполнения работ;
- применяемое оборудование и точность проводимых измерений;
- мероприятия по обеспечению доступа к конструкциям;
- мероприятия по обеспечению техники безопасности при выполнении полевых работ;
- критерии определения категории технического состояния;
- перечень отчетных документов.

5.1.8 Визуальное обследование подпорных стен и удерживающих сооружений проводят для предварительной оценки их технического состояния по внешним признакам и уточнения программы работ по инструментальному обследованию.

5.1.9 Инструментальное обследование подпорных стен и удерживающих сооружений проводят для окончательной оценки их технического состояния и получения количественных данных о состоянии их конструкций, необходимых для проектирования мероприятий по капитальному ремонту или реконструкции.

5.1.10 После завершения визуального и инструментального обследований выполняются камеральные работы, включающие в себя:

- лабораторные испытания отобранных образцов материалов конструкций, грунтов оснований и подземных вод;
- анализ и систематизацию результатов визуального и инструментального обследований;
- выполнение поверочных расчетов;
- установление причин образования и развития деформаций;
- оценку категории технического состояния обследуемого сооружения;
- определение необходимости капитального ремонта или реконструкции.

5.1.11 Категория технического состояния подпорных стен и удерживающих сооружений устанавливается согласно ГОСТ 31937 в зависимости от степени снижения их несущей способности и эксплуатационных характеристик и подразделяется на: нормативное, работоспособное, ограниченно-работоспособное и аварийное состояние.

5.1.12 Получаемая по результатам технического обследования информация должна быть достаточной для вариантного проектирования мероприятий по капитальному ремонту и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений.

5.1.13 Техническое обследование проводится специализированными организациями, оснащенными современной инструментальной базой и имеющими в своем составе высококвалифицированных и опытных специалистов.

5.2 Визуальное обследование

5.2.1 Работы по визуальному обследованию включают в себя изучение надземных элементов конструкций подпорных стен и удерживающих сооружений, а также прилегающего к ним участка автомобильной дороги с необходимыми измерениями и фиксацией имеющихся дефектов и повреждений.

5.2.2 Визуальное обследование рекомендуется проводить совместно с представителями организации, выполнявшей проектирование (при осуществлении авторского надзора), строительство и/или эксплуатацию обследуемого сооружения.

5.2.3 При визуальном обследовании в зависимости от типа конструкций подпорных стен и удерживающих сооружений фиксируются следующие основные виды дефектов и повреждений:

- перемещения, прогибы и осадки сооружения;
- расположение, характер и ширина раскрытия трещин;
- разрушения защитного слоя, оголения и повреждения арматуры;
- наличие следов коррозии бетона, арматуры и анкерных креплений;
- повреждения закладных деталей и сварных швов;
- выветривание раствора и вывалы каменной кладки;
- продавливание грунта между рядами свайного сооружения;
- повреждения сетки габионных конструкций;
- разрушение или деформации облицовочной панели армогрунтовых сооружений;
- засорение и повреждения водоотводящей и дренажной систем.

5.2.4 По результатам визуального обследования подготавливают ведомость дефектов с фиксацией их местоположения, а также схемы расположения наиболее поврежденных участков конструкций.

5.2.5 Зафиксированная картина дефектов и повреждений позволяет установить причины их происхождения и может быть достаточной для оценки технического состояния обследуемого сооружения и его пригодности для дальнейшей эксплуатации (см. подраздел 5.4).

5.2.6 В случае если результатов визуального обследования для определения категории технического состояния недостаточно, а также в случае обнаружения дефектов и повреждений, характеризующих техническое состояние сооружения как ограниченно-работоспособное или аварийное, переходят к его инструментальному обследованию.

5.2.7 На основании результатов визуального обследования разрабатывается уточненная программа работ по инструментальному обследованию, в которой указываются места вскрытия конструкций для отбора проб материалов, определяются участки устройства шурфов для обследования фундаментов и грунтового основания, устанавливается состав поверочных расчетов и т. п.

5.3 Инструментальное обследование

5.3.1 Инструментальное обследование подпорных стен и удерживающих сооружений включает в себя следующие виды работ:

- обмерочные работы;
- определение физико-механических характеристик материала конструкций;
- обследование фундаментов и оснований;
- определение действующих нагрузок и воздействий.

5.3.2 Обмерочные работы выполняются для уточнения фактических геометрических параметров конструкций, определения их соответствия проекту, а также для количественного измерения имеющихся прогибов и

деформаций. По результатам обмерочных работ подготавливают графические материалы с фактическим расположением сооружения на участке автомобильной дороги, поперечными разрезами его несущих конструкций, схемами узлов сопряжений элементов, а также составляют дополненные ведомости дефектов и т. п.

5.3.3 В зависимости от материала, из которого изготовлены подпорные стены и удерживающие сооружения (бетон, железобетон, каменная кладка или габионные конструкции и т. п.), устанавливают следующие его физико-механические характеристики:

- прочность и водопроницаемость бетона;
- количество и расположение арматурных стержней, их площадь и класс, толщину защитного слоя;
- прочность и плотность каменной кладки и каменного заполнителя габионных конструкций;
- прочность армирующей панели в армогрунтовых сооружениях;
- степень и глубину коррозионного разрушения материала.

5.3.4 Физико-механические характеристики материала конструкций изучаются в соответствии с разделом 8 СП 13-102 с помощью разрушающих и неразрушающих методов контроля. При разрушающих методах характеристики материалов определяют испытанием образцов и проб, взятых непосредственно из тела обследуемой конструкции или близлежащих участков, если имеются доказательства идентичности применяемых на этих участках материалов. Для определения в натурных условиях физико-механических характеристик материала конструкций без их разрушения применяют соответствующие механические, ультразвуковые, радиационные и магнитные методы неразрушающего контроля.

5.3.5 Изучение и отбор образцов материала конструкций рекомендуется на участках с дефектами и повреждениями, свидетельствующими о снижении прочности (коррозионные повреждения, растрескивание бетона и пр.), а

также на элементах конструкций, определяющих несущую способность всего сооружения.

5.3.6 Обследование фундаментов и оснований подпорных стен и удерживающих сооружений выполняется для определения размеров и прочности конструкций фундаментов, наличия и состояния гидроизоляции, выявления имеющихся в них дефектов и повреждений, а также для уточнения инженерно-геологического строения и гидрогеологических условий участка обследования.

5.3.7 Для обследования фундамента и основания вблизи сооружения выполняют отрывку шурфов и бурение скважин. При этом в соответствии с разделом 5.2 ГОСТ 31937 выполняется исследование текущего состояния подземной части сооружения (осмотр поверхности фундамента, оценка качества кладки, выявление и измерение трещин и т. п.), полевые испытания прочности материала конструкций и грунтов, а также производится отбор проб и образцов для их лабораторных исследований. Общее число выработок и их расположение назначается в зависимости от протяженности обследуемой подпорной стены или удерживающего сооружения и сложности инженерно-геологического условий, в которых они расположены. Отдельные выработки следует располагать в местах наибольшего загружения элементов конструкций и на участках, имеющих значительные деформации.

5.3.8 Во время проведения обследования фундамента и основания рекомендуется принимать меры по предохранению грунтов от нарушения их структуры и состояния (разрыхление, замачивание, вымывание, промерзание и др.). Необходимо также следить за тем, чтобы откопка шурфов не вызывала выпора грунта, деформации дороги, обследуемой конструкции, или близрасположенных зданий и сооружений. После окончания работ все выработки должны быть тщательно засыпаны с послойным трамбованием и восстановлением покрытия.

5.3.9 Для подпорных стен и удерживающих сооружений, расположенных на особо ответственных участках автомобильных дорог со

сложными инженерно-геологическими условиями, рекомендуется определять величины фактических нагрузок, действующих на них.

5.3.10 В зависимости от доступности конструкций подпорных стен и удерживающих сооружений для установки оборудования и проведения соответствующих измерений и испытаний величины нагрузок определяют следующим образом:

- нагрузки от собственного веса обследуемого сооружения, а также от веса вышележащих по склону зданий и сооружений определяются по имеющейся проектной документации и результатам выполненных натурных обмеров;
- нагрузки от проезжающего транспорта определяются на основании анализа технической и эксплуатационной документации на рассматриваемый участок автомобильной дороги;
- нагрузки от натяжения анкеров определяются с помощью силоизмерительных шайб, устанавливаемых на болтовые соединения их оголовков;
- величина бокового давления грунта определяется с помощью специализированных датчиков давления, устанавливаемых на заднюю грань подпорной стены или удерживающего сооружения;
- сейсмическая нагрузка определяется на основании результатов микродинамических испытаний вибродинамическим методом (с применением сейсмовибратора с заданными параметрами нагружения) и импульсным методом (с помощью удара по несущим конструкциям пластичным грузом).

5.3.11 Материалы, полученные в результате инструментального обследования подпорных стен и удерживающих сооружений, позволяют установить их реальные конструктивную и расчетную схемы, которые необходимы для проведения поверочных расчетов и разработки проектных решений по капитальному ремонту или реконструкции.

5.4 Определение технического состояния сооружений и необходимости их капитального ремонта или реконструкции

5.4.1 Определение технического состояния подпорных стен и удерживающих сооружений производится на основании анализа материалов, полученных при визуальном и инструментальном обследовании, а также результата поверочных расчетов их несущей способности и по деформациям.

5.4.2 При определении категории технического состояния необходимо учитывать наличие внешних признаков воздействия эксплуатационных нагрузок на конструкции, выражающиеся в характерных дефектах и повреждениях. Рекомендации по определению категории технического состояния железобетонных и каменных конструкций подпорных стен и удерживающих сооружений по имеющимся дефектам и повреждениям представлены в приложении А.

5.4.3 Поверочные расчеты проводятся для более точного определения технического состояния обследуемых сооружений. Их выполняют на основании реальной расчетной схемы обследуемого сооружения, которая должна содержать следующие фактические данные:

- геометрические параметры сооружения;
- схемы сопряжения несущих элементов (площади опирания распределительной анкерной плиты, глубины заделки свай в устойчивые породы и т. п.);
- расчетные сопротивления материалов конструкций и грунтов основания;
- дефекты и повреждения, влияющих на несущую способность конструкций;
- величины фактических нагрузок и предполагаемых их изменений при дальнейшей эксплуатации участка автомобильной дороги.

5.4.4 В случае если в результате обследования не зафиксированы изменения свойств материалов конструкций, грунтов, а также действующих

нагрузок, то допускается использовать их расчетные значения, принятые в проектной документации.

5.4.5 Поверочные расчеты подпорных стен и удерживающих сооружений различных видов производят в соответствии с действующими нормативными документами (независимо от того когда эти конструкции были возведены), с учетом рекомендаций, представленных в подразделе 7.3 данного методического документа.

5.4.6 На основании анализа результатов поверочных расчетов определяют усилия в элементах обследуемого сооружения от фактических нагрузок и их несущую способность. Сопоставление этих величин показывает степень реальной загруженности конструкций и позволяет принять решение об их дальнейшей эксплуатации:

- сооружение считается пригодным к дальнейшей эксплуатации без его восстановления или усиления, если выполняются все требования действующих нормативных документов;
- в случае если усилия в элементах сооружения превышают их несущую способность, то состояние такого сооружения должно быть признано ограниченно-работоспособным или аварийным;
- для сооружения, не удовлетворяющего требованиям поверочных расчетов по деформациям, допускается не предусматривать мероприятия по его восстановлению или усилению, если фактические деформации не создают опасности разрушения и не препятствуют нормальной эксплуатации участка автомобильной дороги.

5.4.7 На основании проведенных визуального и инструментального обследований, поверочных расчетов и анализа их результатов устанавливаются причины имеющихся деформаций, определяется категория технического состояния обследуемого сооружения и делается вывод о необходимости его капитального ремонта или реконструкции. Перечень требуемых мероприятий по капитальному ремонту и реконструкции

подпорных стен и удерживающих сооружений в зависимости от их категории технического состояния представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Требуемые мероприятия по капитальному ремонту и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений в зависимости от их категории технического состояния

| Категория технического состояния | Требуемые мероприятия |
|---|---|
| Нормативное | Эксплуатация сооружения при фактических нагрузках возможна без ограничений. Необходимость в ремонтно-восстановительных работах отсутствует |
| Работоспособное | Эксплуатация сооружения при фактических нагрузках возможна без ограничений. Требуется текущий ремонт, с устранением локальных повреждений без усиления конструкций. Может устанавливаться требование периодических обследований в процессе эксплуатации |
| Ограниченно-работоспособное | Эксплуатация сооружения возможна либо при контроле его технического состояния (см. раздел 8), либо при проведении необходимых мероприятий по восстановлению или усилению конструкций |
| Аварийное | Требуется усиление или замена поврежденных элементов сооружений с устройством временных креплений для предотвращения его обрушения |

5.4.8 По итогам технического обследования подпорных стен и удерживающих сооружений в соответствии с требованиями ГОСТ 31937 составляется итоговый документ, состоящий из заключения и приложений к нему. Заключение включает в себя общую информацию по обследуемому сооружению (расположение, год постройки и пр.) и оценку категории его технического состояния. В приложения включаются следующие материалы:

- описание состояния сооружения и его конструктивных элементов по результатам визуального обследования;
- описание примыкающего к сооружению участка автомобильной дороги и прилегающей территории;
- схемы расположения мест вскрытия конструкций, шурфов и скважин;
- обмерочные чертежи;
- ведомость дефектов;

- описание фактических геологических и гидрогеологических условий участка исследований;
- оценку физико-механических характеристик материала конструкций и грунтов основания;
- результаты определения действующих нагрузок;
- сопоставление архивных материалов с фактической ситуацией;
- результаты поверочных расчетов;
- анализ причин появления дефектов и повреждений;
- рекомендации по дальнейшей эксплуатации обследуемого сооружения;
- задание на проектирование мероприятий по капитальному ремонту или реконструкции (при необходимости).

## 6 Инженерно-геологические изыскания при капитальном ремонте и реконструкции

6.1 Инженерно-геологические изыскания, выполняемые при капитальном ремонте и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений, должны обеспечивать получение сведений о геологических и гидрогеологических условиях участка автомобильной дороги, на которых расположены данные сооружения, в объеме достаточном для разработки соответствующей проектной документации.

6.2 Инженерно-геологические изыскания проводятся согласно требованиями СП 47.13330, СП 11-105 (часть I–VI) и рекомендаций настоящего методического документа. При наличии на исследуемом участке автомобильной дороги оползневых процессов должны также учитываться требования СП 11-105 (часть II) и рекомендации [3].

6.3 Инженерно-геологические изыскания при капитальном ремонте и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений, расположенных на участках автомобильных дорог, осложняются следующими факторами:

- стесненностью условий на участках автомобильных дорог, расположенных в горной местности;
- влиянием существующих сооружений на геологическую среду за время их эксплуатации (уплотнение грунтовой толщи под дорогой, нарушение режима подземных вод и др.);
- широким распространением насыпных грунтов, обладающих специфическими свойствами;
- наличием помех от проезжающего транспорта, осложняющих или исключающих возможность проведения геофизических работ.

6.4 Инженерно-геологические изыскания включают в себя следующие этапы:

- подготовительные работы (см. пп. 6.5–6.9);

– полевые работы (см. пп. 6.10–6.15);

– камеральные работы (см. пп. 6.16–6.18).

6.5 В состав подготовительных работ по инженерно-геологическим изысканиям входят сбор и анализ материалов изысканий прошлых лет, дешифрирование аэро- и космоматериалов, а также предварительный осмотр участка исследований.

6.6 Сбору и анализу архивных материалов прошлых лет подлежат:

– результаты выполненных ранее инженерно-геологических изысканий, а также другие сведения о геологических и гидрогеологических условиях исследуемого участка автомобильной дороги;

– топографические планы прошлых лет, в том числе составленные до начала строительства автомобильной дороги, подпорных стен и удерживающих сооружений;

– наблюдавшиеся деформации вследствие воздействия опасных геологических процессов.

6.7 Дешифрирование аэро- и космоматериалов выполняется для:

– уточнения границ геоморфологических элементов;

– установления распространения подземных вод, областей их питания, транзита и разгрузки;

– выявления потенциальных участков развития опасных геологических процессов.

6.8 По результатам подготовительного этапа составляется программа работ, в которой указываются состав, объем и методы инженерно-геологических изысканий. Она разрабатывается в соответствии с СП 11-105 (часть I), с учетом текущего технического состояния подпорной стены или удерживающего сооружения (см. раздел 5).

6.9 При наличии достаточного количества и качества архивных материалов возможно сокращение объемов работ по инженерно-геологическим изысканиям при учете требований п. 5.2 СП 11-105 (часть I).

В случае если архивные материалы отсутствуют или оцениваются как недостаточные, сомнительные или устаревшие, изыскания следует выполнять в полном объеме.

6.10 В состав полевых работ по инженерно-геологическим изысканиям при капитальном ремонте и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений входят:

- маршрутные наблюдения;
- проходка горных выработок;
- геофизические исследования;
- оценка физико-механических свойств грунтов;
- гидрогеологические исследования.

6.11 В ходе маршрутных наблюдений производится описание естественных и искусственных обнажений горных пород, выходов подземных вод, геоморфологических условий и др. Наибольшее внимание уделяется участкам с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями (наличие оползневых процессов, слабоустойчивых грунтов и т. п.). По результатам маршрутных наблюдений устанавливаются места устройства горных выработок, размещения геофизических профилей, отбора образцов грунта и т. п.

6.12 Выбор вида горных выработок производится в соответствии с СП 11-105 (часть I) с учетом залегания и состава грунтов, а также возможности размещения бурового оборудования на исследуемом участке автомобильной дороги. Расположение и общее число горных выработок назначается в соответствии с СП 47.13330 в зависимости от протяженности подпорной стены или удерживающего сооружения, необходимости обследования их фундаментов и оснований (см. раздел 5), а также от сложности инженерно-геологических условий участка.

6.13 Геофизические исследования выполняются согласно СП 11-105 (часть VI) для разделения толщи грунтов на слои с различной степенью уплотнения и упрочнения, установления глубины залегания

подземных вод и изучения грунтового массива под фундаментами существующих сооружений.

6.14 Оценка физико-механических свойств грунтов выполняется согласно СП 11-105 (части I и II), ГОСТ 20276, ГОСТ 19912, ГОСТ 5686, ГОСТ 30672, ГОСТ 20276. При лабораторном исследовании образцов грунта испытания следует проводить с учетом техногенных воздействий, которым они подвергаются на исследуемом участке дороги (длительные, часто переменные статические и динамические нагрузки от проезжающего транспорта, замачивание и др.).

6.15 Гидрогеологические исследования выполняются для:

- выявления общей картины обводненности склонов и откосов автомобильных дорог;
- изучения режима уровней подземных вод – для учета влияния существующих подпорных стен и удерживающих сооружений на гидрогеологическую обстановку;
- получения фильтрационных характеристик пород, для проведения гидрогеологических расчетов при разработке проекта закрепления грунтового основания методом инъецирования (см. п. 7.2.33);
- изучения роли подземных вод в формировании зон ослабления в толще пород.

Методика опытно-фильтрационных работ, оборудование и подготовка скважин к испытаниям должны соответствовать требованиям СП 31.13330 и ГОСТ 23278.

6.16 При камеральной обработке материалов инженерно-геологических изысканий и составлении технического отчета по результатам изысканий, необходимо:

- дать оценку геологических и гидрогеологических условий не только исследуемого участка автомобильной дороги, но и прилегающей к

нему территории, попадающей в зону влияния намечаемых работ по капитальному ремонту или реконструкции;

- освещать изменения геологической среды, произошедших за период эксплуатации сооружений, включая изменения прочностных и деформационных свойств грунтов;
- приводить нормативные и расчетные показатели выделенных инженерно-геологических элементов отдельно для грунтов под фундаментами и вне пределов зоны их влияния;
- составлять прогноз изменения инженерно-геологических условий в связи с проведением предполагаемых работ по капитальному ремонту или реконструкции.

6.17 В районах развития склоновых процессов дополнительно к п. 6.16 в техническом отчете следует указывать:

- приуроченность склоновых процессов к определенным формам рельефа, геоморфологическим элементам, гидрогеологическим условиям, типам грунтов, видам и зонам техногенного воздействия;
- площадь и глубину захвата территории оползневыми и обвально-осыпными процессами, степень их активности и опасности для исследуемого участка автомобильной дороги;
- факторы и условия активизации склоновых процессов;
- оценку эффективности существующих сооружений инженерной защиты;
- оценку величины оползневого риска согласно [4].

6.18 Выявленные различия в геологической и гидрогеологической обстановке за период эксплуатации подпорных и удерживающих сооружений используются для разработки прогнозов изменения технического состояния сооружения (см. раздел 5) и учитываются при выборе способов его капитального ремонта и реконструкции (см. раздел 7.2).

# 7 Проектирование мероприятий по капитальному ремонту и реконструкции

7.1 Общие указания по проектированию

7.1.1 Работы по проектированию капитального ремонта и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений должны выполняться в соответствии с техническим заданием на проектирование, выданного организацией-заказчиком, и необходимыми исходными данными.

7.1.2 Техническое задание включает сведения о целях капитального ремонта или реконструкции (вследствие физического износа конструкций, расширения автомобильной дороги, ухудшения геологической обстановки и т. п.), уровень ответственности, предполагаемые нагрузки и т. п.

7.1.3 Исходные данные должны содержать отчеты об инженерных изысканиях (геологических, гидрометеорологических и др.) по площадке строительства с прочностными, деформационными и физическими характеристиками грунтов основания, актуальными на момент выполнения работ, результаты технического обследования существующих конструкций, а также информацию по предполагаемому развитию автомобильной дороги. Данная информация должна представляться в объеме, предусмотренном разделами 5 и 6 настоящего методического документа.

7.1.4 При рассмотрении протяженного участка автомобильной дороги, включающего целый ряд подпорных стен и удерживающих сооружений, на основании их текущего состояния и расчетных показателей стоимости работ разрабатывается план капитального ремонта и реконструкции, который содержит:

- сводные данные о техническом состоянии сооружений на исследуемом участке и потребности в их капитальном ремонте или реконструкции;
- систему приоритетов для проведения работ (см. п. 7.1.5);
- укрупненные показатели стоимости работ.

7.1.5 Для определения приоритетности (очередности) участков по проведению ремонтно-восстановительных работ рекомендуется использовать методику оценки риска согласно [4]. Очередность для включения сооружений в планы капитального ремонта и реконструкции устанавливается в виде разделения сооружений по срокам проведения работ на очереди.

7.1.6 В составе работ по капитальному ремонту предусматривается восстановление несущей способности подпорных стен и удерживающих сооружений, включая гидроизоляцию и дренажные системы при потере их эффективности. Необходимость капитального ремонта в большинстве случаев определяется физическим износом элементов конструкций.

7.1.7 При реконструкции предусматривается усиление существующих сооружений, а также строительство новых взамен ликвидируемых, в большинстве случаев обладающих большей несущей способностью. Необходимость реконструкции может определяться как изменением функциональных требований (см. п. 7.1.8) к сооружению, так и его эксплуатационной непригодностью (см. п. 7.1.9).

7.1.8 К основным задачам реконструкции, вызванной изменением функциональных требований к сооружению, относятся:

- обеспечение прочности и устойчивости существующих сооружений при расширении проезжей части автомобильной дороги;
- передача на грунтовое основание дополнительных нагрузок при возрастании интенсивности потока автомобильного транспорта;
- перераспределение нагрузок на существующие сооружения при проведении земляных работ (подрезка верховых склонов, возведение насыпей и др.);
- восприятие дополнительных горизонтальных нагрузок существующими сооружениями при активизации на участке оползневых процессов.

7.1.9 Основной задачей реконструкции, связанной с эксплуатационной непригодностью, является повышение несущей способности элементов

конструкций выше первоначальной при проявлении в них значительных деформаций, свидетельствующих об их недостаточной прочности, вызванной ухудшением геологической обстановки на участке, нарушением гидрогеологического режима подземных вод и т. п.

7.1.10 Капитальному ремонту или реконструкции подлежит, как правило, сооружение в целом. При необходимости может производиться восстановление или усиление отдельных частей подпорных стен и удерживающих сооружений (деформированная секция, несколько секций и т. п.).

7.1.11 Применяемые в проектах по капитальному ремонту и реконструкции методы усиления и восстановления должны максимально использовать резервы несущей способности существующих конструкций. Различные схемы восстановления и усиления конструкций рассмотрены в разделе 7.2.

7.1.12 Целесообразность и эффективность капитального ремонта и реконструкции сооружений определяется сопоставлением получаемых экономических результатов с затратами, необходимыми для их достижения. При этом результаты следует выражать как в устранении имеющихся дефектов, так и в экономии эксплуатационных расходов.

7.1.13 При разработке проекта следует учитывать, что работы по восстановлению или усилению конструкций при их осуществлении могут вызвать деформации земляного полотна дороги и осадки фундаментов прилегающих сооружений.

7.1.14 В пояснительную записку, выполняемую в составе проектной документации по капитальному ремонту или реконструкции, помимо разделов, указанных в [5], должны входить:

– заключение о влиянии ремонтно-восстановительных работ на изменение инженерно-геологических и гидрогеологических условий, а также близлежащие здания и сооружения;

- состав компенсационных мероприятий в случае негативного воздействия ремонтно-восстановительных работ на них;
- указания о необходимости и составе стационарных наблюдений (см. раздел 8).

7.1.15 Проектирование мероприятий по усилению и восстановлению подпорных стен и удерживающих сооружений, расположенных в сложных инженерно-геологических условиях, должно проводиться с учетом требований СП 116.13330 при сопровождении специализированной научно-исследовательской организации, имеющей опыт работы в данных условиях.

7.2 Методы усиления и восстановления конструкций

7.2.1 Выбор метода восстановления и усиления подпорных стен и удерживающих сооружений следует производить с учетом:

- задач капитального ремонта или реконструкции (см. пп. 7.1.6–7.1.9);
- назначения сооружения (подпорная стена, противооползневое сооружение и др.);
- расположения сооружения относительно автомобильной дороги (низовая или верховая подпорная стена и т. п.);
- расчетной нагрузки;
- инженерно-геологических и гидрологических условий площадки строительства;
- возможных способов производства работ (с перекрытием проезжей части или без) и др.

7.2.2 Назначение конкретных параметров конструкций восстановления или усиления (длину применяемого анкера, диаметр буронабивной сваи, толщину железобетонной обоймы и др.) производится на основании расчетов, выполняемых согласно подразделу 7.3, а также исходя из технико-экономического сравнения различных вариантов проектных решений.

7.2.3 При капитальном ремонте и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений используются следующие основные методы восстановления и усиления:

- восстановление несущей способности элементов конструкций и их эксплуатационных свойств заделкой трещин, восстановлением защитного слоя железобетонных элементов и поврежденной сетки габионных конструкций и т. п. (см. пп. 7.2.4–7.2.7);
- усиление тела каменных стен путем инъекций, которое применяется при небольших разрушениях материала конструкций (выветривании раствора, вывале отдельных камней кладки и др.) или при незначительном повышении нагрузок (см. п. 7.2.8);
- устройство различного вида обойм без уширения или с уширением подошвы фундамента (см. пп. 7.2.9–7.2.16);
- устройство контрбанкетов и контрфорсов, повышающих устойчивость сооружений (см. пп. 7.2.17–7.2.22);
- уширение фундаментной части и устройство разгрузочных площадок (см. пп. 7.2.23–7.2.24);
- устройство дополнительных свай и анкеров различных видов, которое осуществляется при существенном увеличении нагрузок на сооружения и значительной глубине залегания прочных грунтов (см. пп. 7.2.25–7.2.32);
- повышение прочности грунтов основания методом инъектирования (см. пп. 7.2.33–7.2.35);
- полная или частичная замена несущих конструкций (см. пп. 7.2.36);
- восстановление дренажных и водоотводных мероприятий (см. пп. 7.2.37–7.2.40).

7.2.4 В зависимости от степени развития трещин в элементах конструкции применяются следующие основные способы их устранения: устройство защитных пленок и покрытий, герметизация, устройство

накладок (перекрывающих трещину и усиливающих сечение), омоноличивание полости трещины клеящим составом.

7.2.5 Восстановление защитного слоя бетона производится в тех случаях, когда его свойства понижены, наблюдается отслаивание или арматура поражена коррозией. При этом старый защитный слой на пораженном участке стены подлежит полному удалению и замене, а отчищенная от ржавчины арматура дополнительно усиливается накладками из стали.

7.2.6 Для заделки раковин используются раствор или бетон с крупностью зерен заполнителя до 10 мм, при этом, чтобы обеспечить сцепление нового бетона со старым и получить повышенную прочность на ослабленном участке стены в раннем возрасте, рекомендуется применять бетон, класс которого на одну ступень выше класса бетона восстанавливаемой конструкции. В местах больших отколов бетона и обнажения арматуры рекомендуется применять торкретирование по дополнительно установленной армирующей сетке (с размером ячеек от 2,5 до 10 см и диаметром проволоки от 3 до 6 мм).

7.2.7 Выветривание раствора и выпадение отдельных камней, возникшее вследствие попеременного замораживания-оттаивания водонасыщенной кладки каменных подпорных стен, устраняется заделкой поврежденных участков и устройством защитного облицовочного слоя.

7.2.8 Усиление каменных сооружений методом инъекции состоит в нагнетании под давлением в поврежденную кладку жидкого цементного, или полимерного раствора, что способствует замоноличиванию трещин, пор и пустот, имеющихся в кладке. Для установки инъекторов перфораторами пробуривают шпуры или пробивают отверстия диаметром на 2–3 мм больше диаметра самого инъектора, но не менее 25 мм. Преимуществом данного метода является восстановление или повышение несущей способности конструкции без увеличения ее поперечных размеров.

7.2.9 Восстановление и значительное усиление элементов конструкций путем увеличения их сечений возможно за счет устройства металлических, бетонных и железобетонных обойм. При этом уширение поперечного сечения составляет: для бетонных обойм – не менее чем на 20 см, для железобетонных – не менее чем на 15 см.

7.2.10 При усилении бетонными и железобетонными обоймами их соединяют с существующими конструкциями при помощи специальных ниш, устраиваемыми в теле подпорной стены, или анкерных стержней, устанавливаемыми в шпурах на цементном или полимерном растворе (рисунок 7.1).

7.2.11 При возможности отрывки грунта с обратной стороны сооружения эффективным способом повышения несущей способности подпорной стены уголкового типа является устройство железобетонной обоймы в ее растянутой зоне (рисунок 7.2).

7.2.12 Усиление стволов свай удерживающих сооружений при высоком ростверке или при его отсутствии производится с помощью железобетонных и металлических обойм, устанавливаемых на высоте свободной части свай и заглубляемых в грунт не менее чем на 1 м (рисунок 7.3, а). Железобетонные обоймы имеют толщину стенок не менее 10 см и площадь вертикальной арматуры не менее 1 % от площади сечения обоймы. Металлическая обойма состоит из трубы, устанавливаемой вокруг сваи, и бетона, которым заполняется пространство между сваей и стенками трубы.

7.2.13 Усиление стволов свай удерживающих сооружений при низком ростверке производится способом обуривания свай скважинами малого диаметра (рисунок 7.3, б). Для этого максимально близко к поверхности сваи пробуривают скважины диаметром 50–80 мм, по которым нагнетается цементный раствор. Это позволяет предотвратить разрушение материала ствола сваи и повысить прочность окружающего грунта.

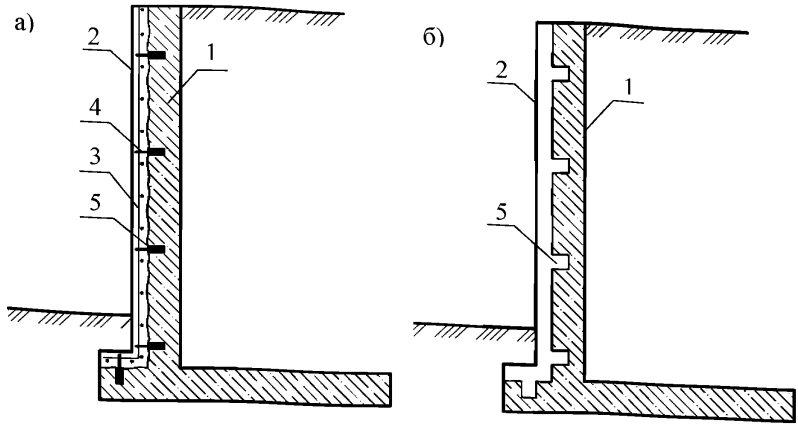


Рисунок 7.1 – Наращивание обоймы с внешней грани подпорных стен:
а) устройство железобетонной обоймы; б) устройство бетонной обоймы
1 – существующее сооружение; 2 – обойма; 3 – арматурная сетка;
4 – анкерные стержни; 5 – ниши, устроенные в теле подпорной стены

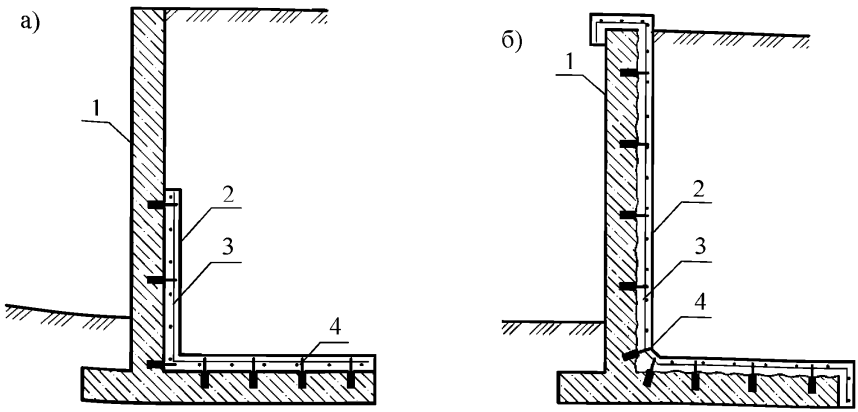


Рисунок 7.2 – Наращивание железобетонной обоймы в растянутой зоне:
а) локальное усиление; б) усиление стены по всей высоте
1 – существующее сооружение; 2 – обойма; 3 – арматурная сетка;
4 – анкерные стержни

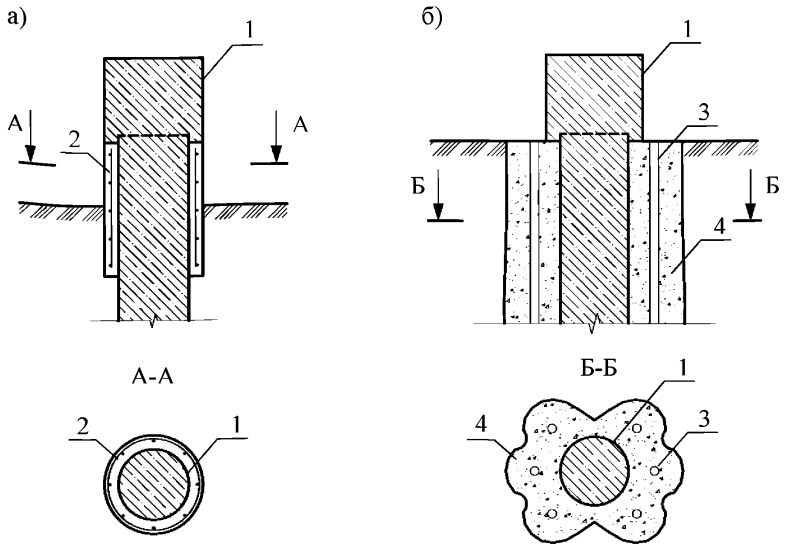


Рисунок 7.3 – Усиление стволов свай удерживающих сооружений:
а) устройство железобетонной обоймы; б) нагнетание цементного раствора
1 – существующее свайное сооружение; 2 – обойма; 3 – скважины;
4 – цементный раствор

7.2.14 Усиление мест сопряжения свай с ростверком выполняется путем наращивания железобетонной обоймы под всем ростверком (при необходимости с отрывкой мелкого котлована).

7.2.15 При выпоре или крене кладки блоков армогрунтовых сооружений ее усиление осуществляют металлическими обоймами, выполняемыми из полос, уголков или швеллеров, с выпуском их за деформированную зону (рисунок 7.4).

7.2.16 Одним из перспективных направлений усиления железобетонных конструкций является их внешнее армирование композитными материалами. При этом методе композитная арматура выносится на наружную грань

растянутой зоны, увеличивая тем самым плечо приложения внутренних усилий сопротивления, что способствует эффективному использованию всего сечения конструкции. Наклейка композитных материалов осуществляется на поврежденную поверхность стены специальными эпоксидными составами, обеспечивающими их надежное сцепление с бетоном.

7.2.17 Наиболее распространенным и быстрым способом повышения устойчивости низовых подпорных стен или удерживающих сооружений является устройство контрбанкетов (рисунок 7.5). Контрбанкеты проектируются из дренирующих грунтов или каменных призм, а их основание рекомендуется, по возможности, врезать в коренные породы. В случае наличия на участке водонасыщенных подстилающих грунтов в теле контрбанкета следует предусматривать дренаж.

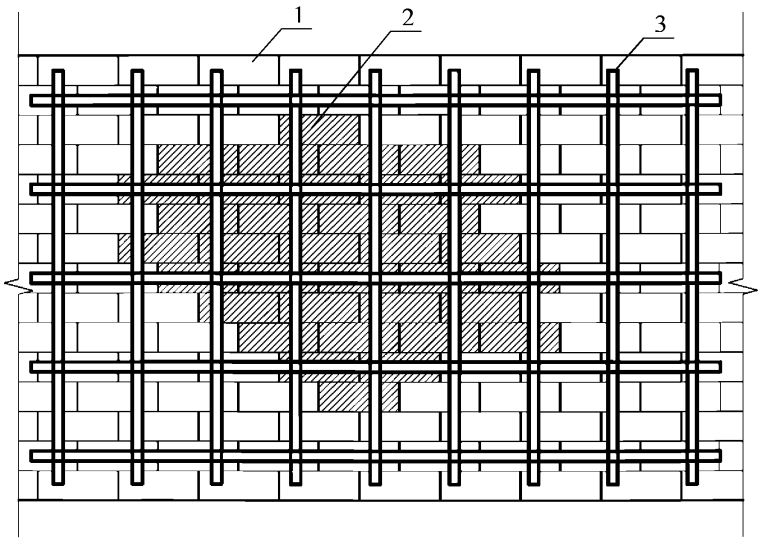


Рисунок 7.4 – Усиление армогрунтовых сооружений металлической обоймой
1 – кладка из облицовочных блоков армогрунтового сооружения; 2 – участок поврежденной кладки; 3 – металлическая обойма

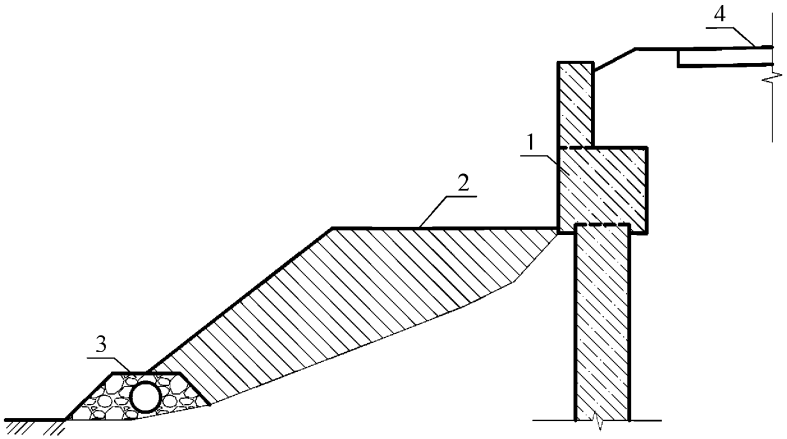


Рисунок 7.5 – Усиление низового сооружения контрбанкетом
1 – существующее сооружение; 2 – контрбанкет; 3 – дренаж;
4 – автомобильная дорога

7.2.18 Увеличение устойчивости и повышение прочности как низовых, так и верховых подпорных стен (при условии наличия достаточного места перед ними) возможно путем устройства контрфорсов. Они проектируются в зависимости от наличия местных материалов бетонными, бутобетонными или железобетонными и др. Данный метод усиления имеет ряд преимуществ, таких как: простота конструкции, плотное прилегание элементов усиления к существующему сооружению, малая продолжительность строительно-монтажных работ.

7.2.19 В зависимости от назначения выделяются два типа контрфорсов: сплошной (рисунок 7.6, а) и прерывистый (рисунок 7.6, б), который состоит из ребер расположенных с заданным шагом (в среднем около 6 м). В случае необходимости прерывистый контрфорс может совмещаться с монолитным железобетонным поясом, объединяющим внешнюю грань существующей подпорной стены (рисунок 7.6, в).

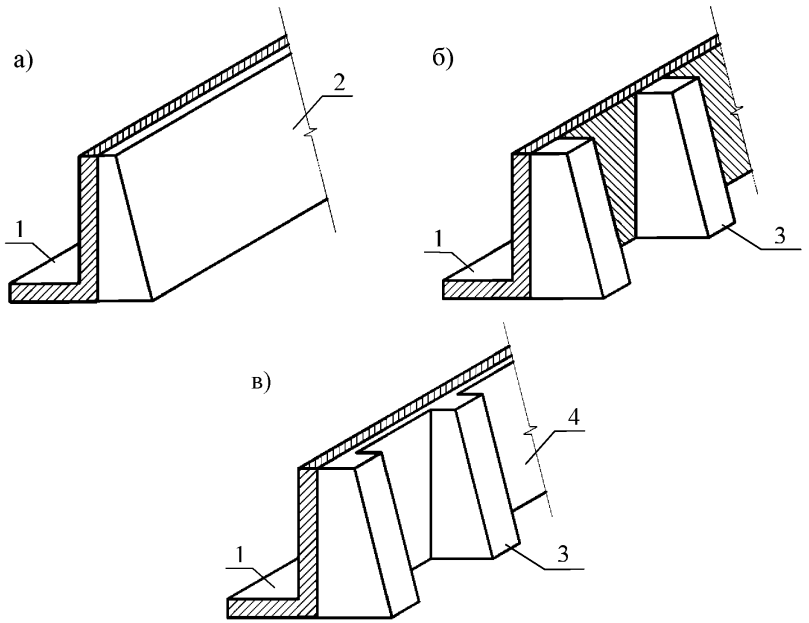


Рисунок 7.6 – Типы контрфорсов: а) сплошной; б) прерывистый;
в) прерывистый контрфорс, совмещенный с железобетонным поясом
1 – существующее сооружение; 2 – сплошной контрфорс; 3 – ребра;
4 – железобетонный пояс

7.2.20 Контрфорсы, в виде сплошных лент, рекомендуется применять при наличии угрозы опрокидывания подпорной стены небольшой высоты. В результате уширения площади передачи нагрузки на основание и пригрузки нижней части склона или откоса весом контрфорса, возникает дополнительный отпор грунта, что позволяет снизить нагрузку на сооружение.

7.2.21 Прерывистый контрфорс устраивается для восприятия сдвигающих и опрокидывающих усилий при незначительных деформациях существующей конструкции. Он не только препятствует дальнейшему развитию деформаций, но и изменяет расчетную схему подпорной стены – из

однопролетной вертикально ориентированной балки превращает ее в плиту, опертую по контуру, что позволяет уменьшить изгибающие моменты.

7.2.22 Минимальная глубина заложения контрфорсов составляет не менее 0,6 м в нескальных грунтах и не менее 0,3 м – в скальных. При наличии в основании контрфорса слабых грунтов с расчетным сопротивлением 100–200 кПа, либо пучинистых глинистых грунтов при глубине промерзания, равной или большей, чем заглубление контрфорса, его основанием должна служить песчаная или щебеночная подушка (рисунок 7.7).

7.2.23 Увеличение устойчивости подпорных стен против опрокидывания может быть достигнуто путем снижения величины бокового давления грунта, действующего на заднюю грань конструкций, за счет устройства с тыльной стороны консольных выступов в виде разгрузочных блоков и площадок (рисунок 7.8).

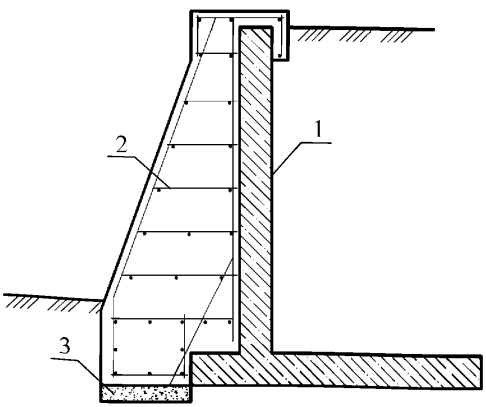


Рисунок 7.7 – Устройство контрфорса

1 – существующее сооружение; 2 – арматура контрфорса; 3 – песчаная или щебеночная подушка

7.2.24 В случае необходимости повышения устойчивости подпорной стены против сдвига с ее низовой стороны производят устройство бетонного «зуба», что увеличивает пассивное сопротивление грунта и ширину подошвы фундаментной части (рисунок 7.9). Для этого на участках усиления разрабатывают траншею шириной 1–1,5 м на необходимую глубину, при этом не рекомендуется разрабатывать сплошную траншею на всю длину сооружения, так как это может привести к выдавливанию грунтов из-под подошвы фундаментов и последующей значительной осадке.

7.2.25 При значительном увеличении нагрузок на подпорные стены и удерживающие сооружения, а также в сложных геологических и гидрогеологических условиях при большой толще слабых грунтов для их усиления рекомендуется применять анкерные и свайные конструкции.

7.2.26 При проведении работ на участках автомобильных дорог, расположенных в стесненных условиях горной местности эффективным методом усиления существующих сооружений является применение анкерных конструкций, которые позволяют в сжатые сроки остановить развитие деформаций и не требуют проведения большого количества земляных работ.

7.2.27 Анкерные конструкции усиления (канатные анкера, оттяжки и т. п.) рекомендуется устраивать в верхней части подпорных стен и удерживающих сооружений в один или несколько ярусов (рисунок 7.10). Нижнюю часть анкера, являющегося его корнем, следует размещать в устойчивых грунтах, располагающихся за пределами призмы обрушения.

7.2.28 Для предотвращения смятия или повреждения элементов конструкций существующих сооружений в местах опирания анкеров необходимо предусматривать распределительные панели или балки, выполняемые из железобетона и металлопроката. Конструкция крепления анкера к панели или балке должна обеспечивать возможность контроля действующего усилия и при необходимости последующего дополнительного натяжения анкера.

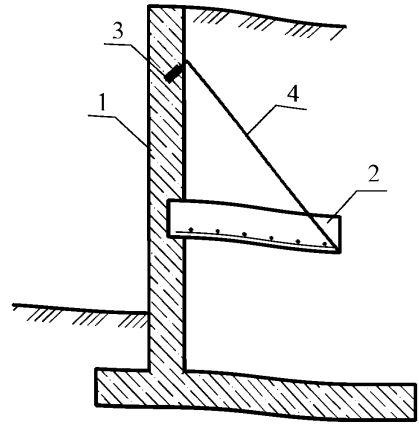


Рисунок 7.8 – Устройство разгрузочных площадок

1 – существующее сооружение; 2 – разгрузочная площадка; 3 – анкерное крепление; 4 – подвески из арматурной стали, защищенные от коррозии

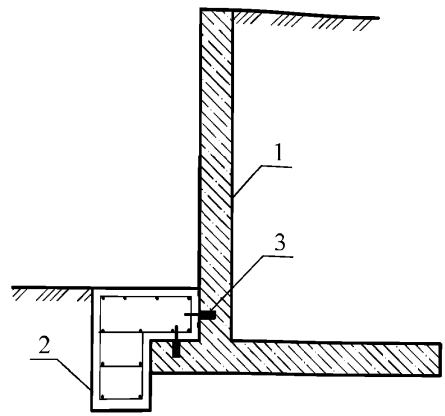


Рисунок 7.9 – Устройство монолитного бетонного «зуба»

1 – существующее сооружение; 2 – железобетонный «зуб»; 3 – анкерное крепление

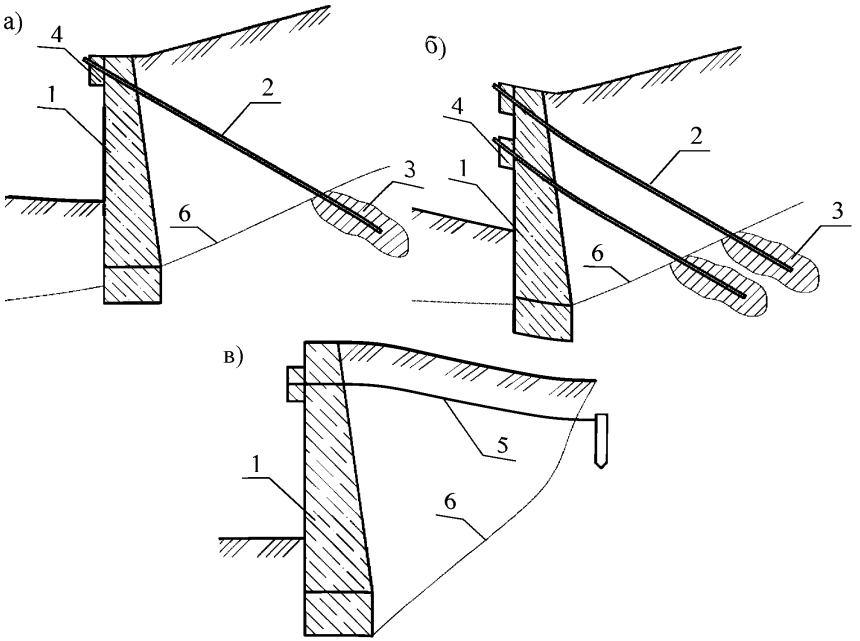


Рисунок 7.10 – Усиление существующего сооружения анкерами:
а) крепление одного яруса анкеров; б) крепление двух ярусов анкеров;
в) крепление анкерных оттяжек
1 – существующее сооружение; 2 – анкер; 3 – анкерный корень;
4 – распределительная балка; 5 – оттяжка; 6 – граница устойчивого грунта

7.2.29 При усилении подпорных стен и удерживающих сооружений сваями различных видов (буронабивные, буроинъекционные, конструкции и др.) в зависимости от характера имеющихся деформаций, геологических и гидрогеологических особенностей участка работ, а также возможности доступа к нему бурового оборудования сваи располагают как за существующими сооружениями, так и перед ними.

7.2.30 Устройство свайного поля с верховой стороны, позволяет полностью или частично отсечь призму обрушения и, следовательно, снизить

действующее давление на конструкцию (рисунок 7.11). При расположении свай в непосредственной близости от существующего сооружения для повышения его прочности и устойчивости устраивается жесткая связь между конструкциями (рисунок 7.11, б).

7.2.31 В случае если подпорная стена или удерживающее сооружение имеют значительные деформации или в случае невозможности доступа бурового оборудования на верховой склон, сваи рекомендуется располагать с низовой стороны, что позволяет передать нагрузку (полностью или частично) от усиливаемой конструкции на эти сваи. Нагрузка на нижерасположенные сваи передается с помощью специальных упорных железобетонных или металлических балок и ребер, которые выполняют функцию контрфорсов (рисунок 7.12, а). При необходимости увеличить прочность несущих элементов конструкции также устанавливаются дополнительные железобетонные панели, выполняющие функцию обоймы (рисунок 7.12, б).

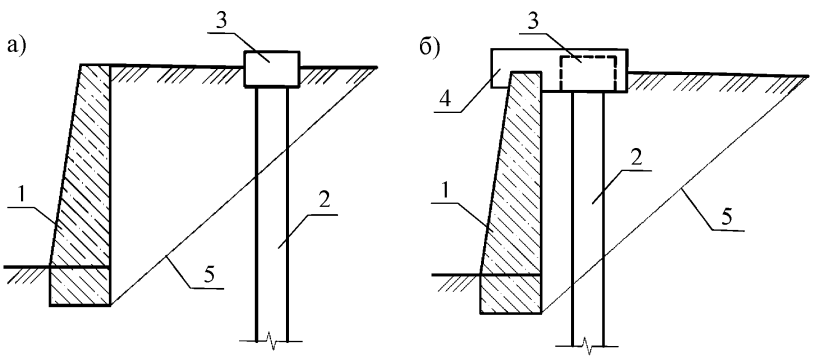


Рисунок 7.11 – Устройство свайного поля с верховой стороны существующего сооружения: а) отсечение части призмы обрушения; б) отсечение всей призмы обрушения

1 – существующее сооружение; 2 – свая; 3 – ростверк; 4 – жесткая связь в виде распределительной балки; 5 – призма обрушения

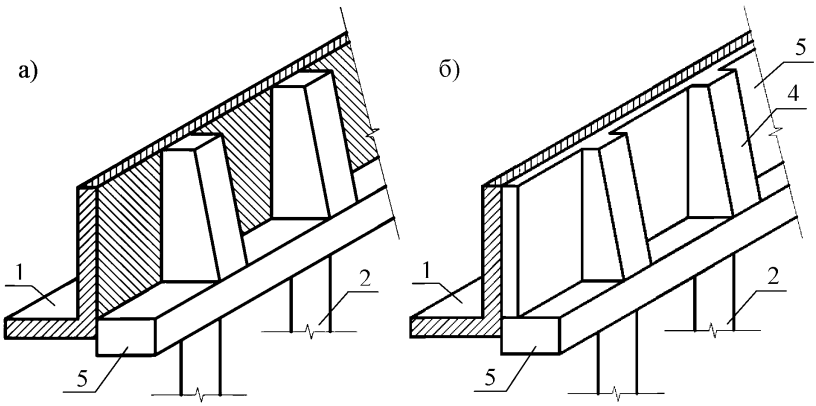


Рисунок 7.12 – Устройство свайного поля с низовой стороны существующего сооружения: а) с применением упорных балок; б) с применением железобетонной панели

1 – существующее сооружение; 2 – свая; 3 – ростверк; 4 – упорное ребро; 5 – железобетонная панель

7.2.32 При неизвестных размерах существующего сооружения и его конструктивных особенностей устраивать сваи в непосредственной близости от него не рекомендуется, так как имеется вероятность пересечения ствола сваи с элементами конструкции и их разрушение.

7.2.33 Увеличение устойчивости основания подпорных стен и удерживающих сооружений возможно путем повышения прочностных характеристик грунтов методом инъецирования (цементация, силикатизация, смолизация и др.). Инъекционное закрепление применяется в грунтах, обладающих достаточной водопроницаемостью, включая песчаные, крупнообломочные, трещиноватые скальные и полускальные грунты.

7.2.34 При применении метода инъецирования необходимо учитывать, что при заполнении раствором пор в грунте может образоваться водонепроницаемый слой, что приведет к повышению уровня подземных вод и увеличению давления на сооружение со стороны склона. В данном случае

следует предусматривать дополнительные дренажные мероприятия, обеспечивающие беспрепятственный сток подземных вод.

7.2.35 Проектирование инъекционного закрепления грунтов основания (выбор состава раствора, определение расчетного радиуса закрепления, прочностных и фильтрационных характеристик грунтов после проведения работ и т. п.) рекомендуется осуществлять силами специализированных и научно-исследовательских организаций.

7.2.36 Полная или частичная замена несущих конструкций подпорных стен и удерживающих сооружений на новые используется в случаях, когда требуется значительное повышение их несущей способности и данный метод по технико-экономическим соображениям наиболее целесообразен по сравнению с другими, рассмотренными ранее (см. пп. 7.2.4–7.2.35). Данный метод в большинстве случаев требует предварительного устройства временных креплений (шпунтовых ограждений, временных анкеров, распоров и т. п.) на период производства работ.

7.2.37 Мероприятия по восстановлению водоотводных систем и гидроизоляции подпорных стен и удерживающих сооружений следует проектировать в зависимости от инженерно-геологических условий строительной площадки, химического состава и прогнозируемого уровня подземных вод, а также конструктивных особенностей фундаментов существующих сооружений.

7.2.38 При восстановлении водоотводящих и дренажных систем основными видами работ являются: восстановление герметичности лотков, замена их разрушенных участков с учетом существующих уклонов, прочистка и углубление дренажных трубок, очистка дренажных колодцев и т. п.

7.2.39 Гидроизоляция подлежит полной замене, если площадь намокания или активных протечек составляет не менее 40 % всей видимой

поверхности стены, в противном случае следует выполнять только локальное ее восстановление, в том числе методами инъектирования.

7.2.40 При проектировании мероприятий по усилению или восстановлению подпорных стен и удерживающих сооружений целесообразно использовать наиболее удачные типовые конструктивные решения, имеющие положительный опыт внедрения в практику строительства и эксплуатации автомобильных дорог. При разработке принципиально новых схем усиления и восстановления следует ориентироваться на передовые методы технологии производства строительных работ.

7.3 Состав и порядок выполнения расчетов

7.3.1 Выбранные способы восстановления или усиления подпорных стен и удерживающих сооружений (см. подраздел 7.2) должны рассчитываться по двум группам предельных состояний с использованием фактических значений физико-механических характеристик грунтов оснований и материалов существующих конструкций, полученных в результате визуального и инструментального обследований (см. раздел 5).

7.3.2 Текущее техническое состояние подпорных стен и удерживающих сооружений учитывается коэффициентами, характеризующими снижение несущей способности конструкций при наличии в них повреждений и назначаемыми согласно [6] и [7].

7.3.3 Величины расчетных нагрузок и воздействий определяют исходя из совместной работы системы «автомобильная дорога – удерживающая конструкция – грунт» с учетом всех сочетаний наиболее неблагоприятных условий работы конструкций. При этом коэффициенты надежности по нагрузке, а также возможные их сочетания следует принимать в соответствии с требованиями СП 20.13330 и СП 22.13330.

7.3.4 При определении нагрузок на подпорные стены и удерживающие сооружения к постоянным нагрузкам относят:

- вес строительных конструкций;
- давление грунтового массива;
- усилия натяжения постоянных анкеров и пр.

К временным длительным нагрузкам и воздействиям относят:

- гидростатическое и гидродинамическое давление подземных вод при нормальной работе дренажных устройств;
- нагрузки от складируемых на поверхности грунта материалов;
- усилия натяжения временных анкеров;
- нагрузки, обусловленные изменением влажности, усадкой и ползучестью материалов и грунтов основания.

К кратковременным нагрузкам и воздействиям относят:

- нагрузки от автомобильной дороги;
- температурно-климатические воздействия;
- нагрузки, действующие в строительный период и пр.

К особым нагрузкам и воздействиям относят:

- сейсмические воздействия;
- воздействия, обусловленные деформациями основания при просадках, набухании и морозном пучении грунтов;
- аварийные воздействия (например, при полном водонасыщении грунтов при нарушении нормальной работы дренажных устройств) и пр.

7.3.5 При расчете мероприятий по восстановлению или усилению подпорных стен и удерживающих сооружений в качестве временной подвижной нагрузки от транспортных средств принимают нагрузку НК, определяемую согласно ГОСТ 52748. В случае если нагрузка от автомобильной дороги увеличивает устойчивость сооружения, то расчет следует произвести без учета данной нагрузки.

7.3.6 За расчетный уровень подземных вод при проектировании мероприятий по восстановлению и усилению подпорных стен и удерживающих сооружений на автомобильных дорогах следует принимать максимальный многолетний уровень, наблюдавшийся на данном участке.

7.3.7 Расчет величины сейсмического воздействия на сооружения производится в соответствии с СП 14.13330.

7.3.8 По результатам выполненных расчетов по первой группе предельных состояний определяются:

- общая устойчивость сооружений на глубинный сдвиг (см. пп. 7.3.9–7.3.11);
- местная устойчивость по схеме плоского сдвига и опрокидывания;
- несущая способность (прочность) элементов конструкций подпорных стен и удерживающих сооружений, а также их оснований – в соответствии с требованиями СП 15.13330, СП 22.13330, СП 24.13330 и СП 63.13330.

По второй группе предельных состояний определяются:

- вертикальные осадки, горизонтальные перемещения и углы поворота в соответствии с требованиями СП 22.13330 и СП 24.13330 (см. п. 7.3.12);
- возможность образования и ширина раскрытия трещин в железобетонных конструкциях в соответствии с требованиями СП 63.13330 (см. п. 7.3.13).

7.3.9 Расчеты общей устойчивости 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.

7.3.10 Расчеты устойчивости необходимо выполнять с учетом прогноза изменения инженерно-геологической обстановки, а также воздействия природных экзогенных геодинамических процессов (эрозионных, абразионных, оползневых, выветривания и др.) на рассматриваемый участок.

7.3.11 Расчеты общей устойчивости на участках автомобильных дорог, где присутствует развитие оползневых процессов, необходимо выполнять согласно [8], [9] и [10].

7.3.12 Расчет подпорных стен и удерживающих сооружений по деформациям обязателен для следующих случаев: если их осадки и крены способны привести к деформациям земляного полотна автомобильной дороги; если от величины перемещений элементов конструкций зависит прочность или устойчивость сооружения в целом; для сооружений, расположенных с верховой стороны дороги для соблюдения эстетико-психологических требований, указанных в СП 20.13330. В противном случае расчет по деформациям допускается не производить.

7.3.13 Расчет по образованию и раскрытию трещин железобетонных подпорных стен и удерживающих сооружений обязателен в тех случаях, когда вся конструкция или значительная ее часть подвержена воздействию агрессивной среды, способной повлиять на ее прочность вследствие коррозии арматуры или бетона. При отсутствии воздействия агрессивной среды расчет по образованию и ширине раскрытия трещин допускается не производить.

7.3.14 Расчеты подпорных стен и удерживающих сооружений различных видов выполняется по соответствующим нормативным документам, перечень которых приведен в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Перечень нормативных документов, используемых для расчетов подпорных стен и удерживающих сооружений

| Вид подпорной стены или удерживающего сооружения | Нормативный документ |
|---|---|
| Подпорные стены массивного и уголкового типа | СП 22.13330 |
| Свайные и свайно-анкерные удерживающие сооружения | СП 24.13330 и [11] |
| Анкерные крепления | [12] |
| Армогрунтовые подпорные стены | [13] |

## 8 Проведение стационарных наблюдений при капитальном ремонте и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений

8.1 Под стационарными наблюдениями (мониторингом) состояния подпорных стен и удерживающих сооружений понимается система наблюдений и контроля, проводимая по определенной программе, для отслеживания степени и скорости изменения основных параметров конструкций.

8.2 Стационарные наблюдения при капитальном ремонте и реконструкции подпорных стен и удерживающих сооружений, расположенных на участках автомобильных дорог, выполняются для:

- контроля их технического состояния;
- оценки правильности принятых методов расчета и проектных решений;
- оценки воздействия ремонтно-восстановительных работ по капитальному ремонту и реконструкции на геологические и гидрогеологические условия рассматриваемого участка автомобильной дороги;
- своевременного выявления и предупреждения развития дефектов и повреждений в несущих конструкциях.

8.3 При необходимости для подпорных стен и удерживающих сооружений, находящихся в ограниченно-работоспособном состоянии, стационарные наблюдения могут выполняться как компенсирующее мероприятие взамен их восстановления или усиления.

8.4 Стационарные наблюдения состояния подпорных стен и удерживающих сооружений выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 31937 и рекомендациями [2].

8.5 Стационарные наблюдения реализуются согласно программе работ, разработанной с учетом проектных решений по капитальному ремонту и реконструкции и утвержденной заказчиком.

8.6 При реализации стационарных наблюдений проводятся следующие виды работ:

- определяется перечень контролируемых параметров подпорных стен и удерживающих сооружений;
- устанавливается измерительное оборудование на исследуемом объекте;
- осуществляется измерения контролируемых параметров с периодичностью, установленной в программе работ;
- выполняется анализ полученных данных;
- выполняется подготовка заключения с выводами и рекомендациями о текущем техническом состоянии конструкций и прогнозе его изменения.

8.7 Стационарные наблюдения состоят из визуальной и инструментальной части. В ходе визуальных наблюдений выполняются периодические осмотры состояния конструкций с измерением и фотофиксацией выявленных дефектов и повреждений. При инструментальных наблюдениях выполняется контроль планово-высотных перемещений (с установкой геодезических марок, стационарных модулей спутникового позиционирования и др.) и напряженно-деформированного состояния конструкций.

8.8 Расположение геодезических марок для контроля перемещений следует выбирать согласно следующим рекомендациям:

- геодезические марки рекомендуется устанавливать с шагом не более 15 м по длине и 3 м по высоте исследуемой конструкции, но не менее 4 геодезических марок на деформационную секцию;
- геодезические марки устанавливаются попарно с двух сторон от деформационного шва;
- на сильно деформируемых участках конструкций сеть геодезических марок следует сгущать.

8.9 При высокой частоте и продолжительности наблюдений геодезические измерения рекомендуется выполнять в автоматизированном режиме с применением роботизированных тахеометров.

8.10 Стационарные модули спутникового позиционирования следует устанавливать в наиболее характерных точках подпорной стены или удерживающего сооружения, как правило, по краям деформационных секций.

8.11 При контроле напряженно-деформированного состояния конструкций подпорных стен и удерживающих сооружений наблюдению подлежат следующие параметры:

- давление грунтового массива на конструкции измеряется датчиками давления грунта, устанавливаемыми в характерных точках с шагом не менее 15 м, но не менее 3-х на сооружение;
- усилия в анкерах измеряются силоизмерительными анкерными шайбами в количестве не менее 20 % от общего числа анкеров, но не менее двух на деформационную секцию и трех на все сооружение;
- усилия в бетоне, арматуре и распорных конструкциях усиления измеряются датчиками линейной деформации, количество и расположение которых устанавливаются в зависимости от прогнозируемого распределения напряжений.

8.12 При расположении объекта наблюдений в удаленных и труднодоступных участках рекомендуется применение автоматизированных систем наблюдений.

8.13 Периодичность наблюдений для каждого объекта устанавливается индивидуально, с учетом:

- категории прилегающего участка автомобильной дороги и уровня ответственности подпорной стены или удерживающего сооружения;
- их текущего технического состояния;

- предполагаемой скорости изменения деформаций и напряжений в конструкциях;
- доступности исследуемого объекта для регулярных наблюдений;
- проектных решений и технологии производства работ по капитальному ремонту и реконструкции;
- дополнительных требований заказчика.

При этом на сооружениях, находящихся в ограниченно-работоспособном состоянии, рекомендуется проводить наблюдения не реже 1 раза в месяц, а в аварийном – несколько раз сутки (с применением автоматизированных систем наблюдений).

8.14 В период проведения стационарных наблюдений заказчику регулярно представляются промежуточные отчеты (раз в месяц, полгода или год), в которых делается прогноз изменения состояния подпорных стен и удерживающих сооружений и разрабатываются рекомендации по их эксплуатации.

8.15 Совместно со стационарными наблюдениями подпорных стен и удерживающих сооружений рекомендуется проводить наблюдения за геологической средой, выполняемых согласно [2].

## Приложение А

## Оценка технического состояния железобетонных и каменных конструкций подпорных стен и удерживающих сооружений по внешним признакам

Категория технического состояния каменных и железобетонных конструкций подпорных стен и удерживающих сооружений в зависимости от имеющихся дефектов и повреждений устанавливается по таблицам А.1 и А.2. Для отнесения конструкции к соответствующей категории технического состояния достаточно наличие хотя бы одного признака, характеризующего эту категорию. Отнесение конструкции, расположенной участке дороги со сложными инженерно-геологическими условиями, к той или иной категории технического состояния при наличии признаков, не отмеченных в представленных таблицах, должно производиться на основе анализа напряженно-деформированного состояния конструкций, выполняемых специализированными организациями.

Таблица А.1 – Категория технического состояния каменных конструкций подпорных стен и удерживающих сооружений в зависимости от имеющихся дефектов и повреждений

| Категория технического состояния | Признаки состояния |
|---|---|
| Нормативное | Конструкция не имеет видимых деформаций, повреждений и дефектов; наиболее нагруженные участки кладки не имеют вертикальных трещин и выгибов, свидетельствующих об их перенапряжении и потере устойчивости; снижение прочности камня и раствора не наблюдается; кладка не увлажнена |
| Работоспособное | Имеются слабые повреждения конструкции; волосяные трещины, длиной не более 15 см; размораживание и выветривание кладки, на глубину до 15 % толщины стены; отделение облицовки |
| Ограниченно-работоспособное | Повреждения, свидетельствующие о снижении несущей способности кладки, составляют до 25 %, но не влекут за собой возможность обрушения конструкции; размораживание и выветривание кладки на глубину до 30 % – 40 % толщины стены; значительное увлажнение каменной кладки вследствие неисправности дренажных конструкций или нарушения гидроизоляции |
| Аварийное | Наблюдаются деформации, повреждения и дефекты, свидетельствующие о снижении несущей способности кладки свыше 25 %; размораживание и выветривание кладки на глубину свыше 40 % толщины стены; наклоны и выпучивание стены более 1/50 ее высоты; сдвиг стены по деформационным швам в горизонтальном направлении; ширина раскрытия трещин в кладке от неравномерной осадки стены достигает 50 мм и более; на отдельных участках подпорной стены имеются обвалы |

Таблица А.2 – Категория технического состояния железобетонных конструкций подпорных стен и удерживающих сооружений в зависимости от имеющихся дефектов и повреждений

| Категория технического состояния | Признаки состояния |
|---|---|
| Нормативное | На поверхности бетона видимые дефекты и повреждения отсутствуют или имеются небольшие отдельные выбоины, сколы и волосяные трещины (не более 0,1 мм); поверхность арматуры при вскрытии чистая, коррозии арматуры нет; цвет бетона не изменен; прочность бетона не ниже величины, установленной в проектной документации; величина прогибов и ширина раскрытия трещин не превышают значений, установленных в соответствующих нормативных документах |
| Работоспособное | На отдельных участках в местах с малой величиной защитного слоя проступают следы коррозии конструктивной арматуры, коррозия рабочей арматуры в виде отдельных точек или пятен; потери сечения рабочей арматуры составляет не более 5 %; изменен цвет бетона вследствие пересушивания; местами имеется отслоение защитного слоя бетона при простукивании; шелушение граней и ребер конструкций, подвергшихся замораживанию; прочность бетона в пределах защитного слоя ниже проектной не более 10 %; удовлетворяются требования действующих нормативных документов, относящихся к предельным состояниям первой группы; требование норм по предельным состояниям второй группы могут быть частично нарушены, но нормальные условия эксплуатации прилегающего участка автомобильной дороги обеспечиваются |
| Ограниченно-работоспособное | Трещины в бетоне превышают допустимую величину; бетон в растянутой зоне на глубине защитного слоя между стержнями арматуры легко крошится; уменьшение площади сечения стержней арматуры от 5 % до 15 %; снижение прочности бетона в сжатой зоне изгибаемых элементов до 30 % и на остальных участках до 20 % |
| Аварийное | Трещины в бетоне превышают допустимую величину; слоистая ржавчина и язвы вызывают уменьшение площади сечения арматуры более 15 %; выпучивание арматуры сжатой зоны конструкций; разрыв отдельных стержней рабочей арматуры в растянутой зоне; снижение прочности бетона в сжатой зоне изгибаемых элементов и на остальных участках более чем на 30 %; значительный крен конструкции (более 1/50 высоты стены или ее консольной части) |

## Библиография


| | | |
|---|---|---|
| [1] | Федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009 г. | Технический регламент о безопасности зданий и сооружений |
| [2] | ОДМ 218.3.008-2011 | Рекомендации по мониторингу и обследованию подпорных стен и удерживающих сооружений на оползневых участках автомобильных дорог |
| [3] | ОДМ 218.2.033-2013 | Методические рекомендации по выполнению инженерно-геологических изысканий на оползнеопасных склонах и откосах автомобильных дорог |
| [4] | ОДМ 218.2.030-2013 | Методические рекомендации по оценке оползневой опасности на автомобильных дорогах |
| [5] | Постановление №87 правительства РФ от 16.02.2008 | Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию |
| [6] | | Рекомендации по проектированию усиления железобетонных конструкций зданий и сооружений реконструируемых предприятий |
| [7] | | Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений |
| [8] | | Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов |
| [9] | | Рекомендации по выбору методов расчета коэффициента устойчивости склона и оползневого давления |
| [10] | ОДМ 218.2.006-2010 | Рекомендации по расчету устойчивости оползнеопасных склонов (откосов) и определению оползневых давлений на инженерные сооружения автомобильных дорог |
| [11] | ОДМ 218.2.026-2012 | Методические рекомендации по расчету и проектированию свайно-анкерных сооружений инженерной защиты автомобильных дорог |
| [12] | ВСН 506-88 | Проектирование и устройство грунтовых анкеров |
| [13] | ОДМ 218.2.027-2012 | Методические рекомендации по расчету и проектированию армогрунтовых подпорных стен на автомобильных дорогах |

ОКС 93.080.99
Ключевые слова: дорожное хозяйство, отраслевой дорожный методический документ, подпорные стены, удерживающие сооружения, капитальный ремонт, реконструкция

Руководитель организации-разработчика
ООО «НТЦ ГеоПроект»
наименование организации

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

gost.e-ecolog.ru