Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ
Дата подписания: 26.04.2021 13:15:53
Уникальный программный ключ:
5b8335c1f3d6e7bd91a51b28834cdf2b81866538

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова»

Проектирование систем инженерной защиты

методические указания по выполнению курсового проекта
для студентов 3 курса
Направление подготовки
20.03.02 Природообустройство и водопользование
Профиль подготовки
Инженерная защита территорий и сооружений

Саратов 2019

УДК 624 131
ББК 38.621
М 69

М69 Проектирование систем инженерной защиты: методические указания по выполнению курсового проекта для студентов 3 курса направление подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование / Сост.: О.В. Михеева // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2019 – 30с.

Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Проектирование систем инженерной защиты» составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначены для студентов направления подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование. Методические указания по выполнению курсового проекта содержат теоретические основы проектирования и расчета основных элементов сооружений инженерной защиты, направлены на формирование у обучающихся навыков расчета и проектирования основных сооружений инженерной защиты территорий от неблагоприятных природных явлений

УДК 624.131
ББК 38.621

© Михеева О.В., 2019
© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

1. Цель методического пособия

Настоящее методическое пособие разработано в помощь обучающимся с целью установления единых требований и правил выполнения курсового проекта.

Курсовой проект является одним из видов аттестационных испытаний Выполнение курсового проекта призвано способствовать систематизации и закреплению полученных обучающимися знаний и умений.

Подготовка курсового проекта связана с углублением изучения теории, приведением в систему ранее приобретенных знаний и пополнением их в процессе практического решения поставленной проблемы. Работа над курсовым проектом позволяет развить навыки исследования, экспериментирования и самостоятельного изучения научной и другой литературы по проблеме (теме).

2. Общие требования

2.1 Курсовой проект должен иметь актуальность, новизну и практическую значимость и выполняться, по возможности, по предложениям (заказам) предприятий, организаций или образовательных учреждений.

2.2 Темы курсовых проектов разрабатываются преподавателями .Тема курсового проекта может быть предложена обучающимся при условии обоснования им целесообразности ее разработки.

Следует помнить, что основным критерием в выборе темы является научный интерес обучающегося, его стремление расширить свои познания в определенной области. Этот выбор должен быть результатом собственных размышлений и идей обучающегося, возникших на основе личных наблюдений, изучения теории и чтения специальных изданий и т.д. Только в этом случае можно ожидать, что выполнение проекта сыграет исключительно важную роль в формировании у обучающегося профессиональной направленности, навыков самостоятельной работы с литературой и исследовательских умений.

Темы курсовых проектов должны отвечать современным требованиям развития науки, техники, производства, экономики, культуры и образования; должны быть актуальными и максимально приближенными к нуждам производства, таким образом, чтобы производство могло использовать проработки, расчеты, рекомендации непосредственно в производственном процессе.

2.5 По утвержденным темам руководители курсового проектирования разрабатывают индивидуальные задания для каждого студента.

2.6 В отдельных случаях допускается выполнение курсового проекта группой студентов. При этом индивидуальные задания выдаются каждому выпускнику.

3. Требования к курсовому проекту

3.1 Курсовой проект должен отвечать следующим требованиям:

- четкость и логическая последовательность изложения материала;
- убедительность аргументации;
- краткость и четкость толкования; формулировок, исключающая возможность неоднозначного толкования;
- конкретность изложения результатов работы.

3.2 Терминология и определения, используемые в курсовом проекте, должны быть едиными и соответствовать установленным стандартам, а при их отсутствии – общепринятым в научно-технической литературе.

3.3 Единицы измерения следует приводить в единицах международной системы (СИ)

3.4 Законченный курсовой проект должен быть сшит (сброшюрован), подписан автором с указанием даты.

3.5 По завершению обучающимся работы над курсовым проектом руководитель подписывает проект

4. Структура курсового проекта

4.1 По структуре курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части. В пояснительной записке дается теоретическое и расчетное обоснование принятых в проекте решений. В графической части принятое решение представлено в виде чертежей, схем, графиков, диаграмм. Структура и содержание пояснительной записки определяются в зависимости от темы проекта.

4.2 По структуре пояснительная записка курсового проекта состоит из теоретической и практической части. В теоретической части дается теоретическое освещение темы на основе анализа имеющейся литературы. Практическая часть может быть представлена методикой, расчетами, анализом экспериментальных данных, продуктом творческой деятельности в соответствии с видами профессиональной деятельности. Содержание теоретической и практической части определяются в зависимости от темы курсового проекта.

4.3 Пояснительная записка выпускной квалификационной работы должна содержать не менее 25 страниц печатного текста, не считая приложений, либо 40-50 страниц рукописного текста формата А4.

4.4 Содержание пояснительной записки курсового проекта включает в себя: титульный лист, задание, содержание, введение, основная часть, заключение (рекомендации относительно возможностей применения полученных результатов, выводов), приложения, список используемых источников.

Титульный лист.

На титульном листе должны быть указаны наименование учебного заведения, тема проекта, фамилия, имя, отчество студента, фамилия и инициалы руководителя, год написания курсового проекта.

Задание.

Задание разрабатывается индивидуально для каждого студента. Задания на курсовой проект подписываются руководителем работы и утверждаются заведующим кафедрой.

Содержание.

В содержании указываются номера разделов, подразделов и страницы.

Введение.

Во введении кратко указываются задачи проекта и пути их решения. Обосновывается актуальность и значимость проблем, решаемых в проекте. Объем введения 1-3 страницы. Слово «Введение» пишется прописными буквами на отдельной строке, как и название остальных разделов проекта.

Основная часть.

В основной части дается теоретическое освещение темы на основе анализа имеющейся литературы и практическая часть проекта.

Для проекта, носящего научно-исследовательский характер, практическая часть должна содержать расчеты сооружений или элементов сооружений, в зависимости от задания; и анализ выполненных расчетов.

Заключение.

В заключение необходимо подвести итоги проделанной работы, оценить эффективность использования новых технологий, применяемых в данном проекте, практическую значимость работы, дать предложения по использованию проекта (если они

имеются).

Приложения.

В качестве приложений могут быть использованы фотографии оборудования и сооружений, графики и диаграммы, схемы и чертежи, таблицы и т.д. Приложения должны быть скреплены с работой.

Список используемых источников.

В начале списка указываются ГОСТы, СНиПы и затем справочная и учебная литература.

Указываются инициалы и фамилия автора, наименование литературы или статьи, издательство, год издания.

В качестве источников могут быть опубликованные и неопубликованные документы: книги, сериальные издания (газеты, журналы, сборники), нормативно-технические и технические документы (стандарты, нормы, патентные документы, промышленные каталоги, прейскуранты и т. д.), депонированные научные работы, неопубликованные документы (отчеты о научно-исследовательской работе, диссертации, переводы), а также их составные части.

5. Оформление текстовой части курсового проекта

5.1 Общие требования к выполнению текстовых документов всех отраслей промышленности устанавливают ГОСТ

5.2 Курсовой проект выполняют на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210×297мм) по ГОСТ машинописным или рукописным способом. При использовании машинописного способа печатают текст через полтора интервала, минимальная высота букв и цифр при машинописном тексте или рукописном способе 2,5мм. Текст необходимо писать чётко черной шариковой ручкой.

5.3 Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения выпускной квалификационной работы, допускается исправлять подчисткой или закрашивать белой краской и нанести на то же место исправленный текст. Повреждение листов, помарки не допускаются.

5.4 Текст основной части курсового проекта делится на разделы, подразделы, пункты.

5.5 Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего проекта арабскими цифрами.

5.6 Подразделы нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого раздела и подраздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела не ставится точка, например, «1.2» (второй подраздел первого раздела).

5.7 Пункты нумеруются арабскими цифрами в пределах подраздела. Номер пункта состоит из номера раздела, подраздела, пункта, разделенных точкой. В конце номера, пункта не ставится точка, например, «2.2.1» (первый пункт второго подраздела второго раздела).

5.8 Содержание в тексте подраздела, пункта перечислений требований, указаний, положений обозначаются арабскими цифрами со скобкой, например, «1), 2), 3)» или 1, 2.

5.9 Цифры, указывающие номера подразделов, пунктов, перечислений не должны выступать за границу абзаца, например,

1 ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛОВ

1.1

1.2 Нумерация подразделов первого раздела работы

1.3

5.10 Наименование разделов, подразделов должны быть краткими и соответствовать содержанию. Наименование разделов записывают в виде заголовков прописными буквами. Заголовки подразделов записывают с абзаца строчными буквами кроме первой прописной.

Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Подчеркивать заголовки не допускается.

5.11 Если в тексте приводятся перечисления, то перед каждой позицией ставится дефис. Для подразделов, текст которых записывается на одном листе с текстом предыдущего подраздела, расстояние между последней строчкой текста и последующим заголовком должно быть равно 15мм.

5.12 Заголовки подразделов не допускается отрывать от текста при переносе его на следующую страницу.

5.13 Каждый раздел следует начинать с нового листа. Страницы курсового проекта нумеруются арабскими цифрами. Нумерация страниц сквозная, включая приложения. Титульный лист включают в общую нумерацию. На титульном листе номер страницы не ставят, на последующих страницах номер проставляют в правом верхнем углу.

5.14 Текст пояснительной записки должен быть кратким, в нем должны применяться научно-технические термины. Содержание текста не должно носить обобщающего характера, оно должно быть применимо только для данного курсового проекта.

5.15 В тексте пояснительной записки, за исключением формул, таблиц и рисунков не допускается:

-применять знак «-» , а следует писать слово «минус»;

-применять знак «Ø», а следует писать слово « диаметр»;

-применять без числовых значений математические знаки « > », « <»,
« = », « № », « % »;

-применять произвольное сокращение слов;

-сокращать обозначения физических единиц, если они употребляются без цифр.

5.16 В тексте следует применять стандартизированные единицы физических величин. Их обозначения должны записываться в соответствии с ГОСТ. Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (переносить их на разные строки).

5.17 Дробные числа в тексте необходимо приводить в виде десятичных дробей, допускается дробь записывать через косую черту.

5.18 Когда в тексте курсового проекта приводятся формулы, то символы в формулах должны быть обозначены в соответствии с действующими стандартами. Наименование символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они даны в формуле. Первая строка расшифровки начинается словом «где» без двоеточия после него. Наименование каждого символа, кроме первого и числового коэффициента следует давать с новой строки. Наименование первого символа дают в одну строку со словом « где ».

6. Требования к иллюстрации

6.1 Количество иллюстраций (таблицы, фотографии, схемы, чертежи, рисунки, графики и т.п.), приведенных в тексте курсового проекта, определяется его содержанием и должно быть достаточным для ясности, четкости и конкретности излагаемого материала. Все иллюстрации (кроме таблиц) именуются рисунками. Схемы, чертежи, рисунки, графики должны быть выполнены карандашом, в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД или на компьютере. Фотографии размером меньше формата А4 наклеиваются на листы белой бумаги этого формата.

6.2 Иллюстрации следует располагать так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота курсового проекта или с поворотом по часовой стрелке. Как правило, иллюстрации располагают на отдельной странице, и помещают после первой ссылки на них в тексте.

6.3 Все иллюстрации (кроме таблиц) обозначаются словом «Рис.» и нумеруются

последовательно арабскими цифрами в пределах курсового проекта, за исключением иллюстраций, приведенных в приложении. Например: «Рис. 1». Номер рисунка помещают под ним в одну строку с его наименованием. Наименование не должно выходить за границы рисунка.

6.4 Таблицу размещают после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы её можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Допускается переносить часть таблицы на другую страницу, если таблица имеет большое количество строк. В этом случае заголовок таблицы повторяют. Справа над таблицей помещают надпись «Продолжение таблицы» с указанием номера таблицы. Если таблица имеет большое количество граф, допускается делить её на части и помещать одну под другой в пределах одной страницы, повторяя боковик. Заголовок таблицы помещают только над ее первой частью.

7. Требования к приложению

7.1 В приложения следует включать вспомогательный материал, необходимый для полноты курсового проекта. Это таблицы вспомогательных цифровых данных, иллюстрации (рисунки, графики, схемы, фотографии, планы, отчеты, памятки, инструкции, методики, различные виды оперативной документации, и т.д.).

7.2 Приложения оформляют как продолжение курсового проекта, располагая перед списком используемых источников в порядке появления на них ссылок в тексте.

7.3 Каждое приложение начинают с нового листа (страницы). В правом верхнем углу пишут слово «Приложение» прописными буквами. Под ним располагают содержательный заголовок.

7.4 Если в курсовом проекте более одного приложения, их нумеруют последовательно арабскими цифрами, например: ПРИЛОЖЕНИЕ 1, ПРИЛОЖЕНИЕ 2 и т.д.

8. Общие положения для графической части курсового проекта

Графическая часть курсового проекта выполняется на листах формата А-1. На листы выносятся основные разработки и результаты практической части проекта.

Типовые проектные решения, планы, схемы и т.п., разработанные в проектных организациях, а не самим студентом на листы выноситься не должны. На листы выносятся только те предложения, которые непосредственно разработаны самим студентом и являются результатом его работы.

Основой для качественного проектирования является соблюдение стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и стандартов системы проектной документации для строительства (СПДС).

8.1 Форматы

Размеры формата А-1 должны соответствовать нормативным размерам 594х840, рамка рабочего поля, вычерчивается на расстоянии 20 мм от левого края листа и 5 мм от верхнего, нижнего и правого края. Основная надпись располагается в правом нижнем углу.

8.2 Масштабы

Рекомендуемые масштабы:

а) ситуационный план – 1:10000; 1: 5000

б) ситуационная схема – без масштаба;

в) планы сооружений – 1:500, 1:1000; 1:5000; 1:10000

г) профили, сечения сооружений:

по горизонтали – 1:500; 1:5000; 1:10000

по вертикали – 1:100; 1:200; 1:500

8.3 Шрифты

Рекомендуемые шрифты надписей элементов проекта (заголовков, позиций, марки элементов) прописными буквами с наклоном и без наклона (Н=5; 7 мм).

Рекомендуемые шрифты поясняющих надписей (размеров, наименований элементов и сооружений) строчными буквами (с началом слова прописной буквой) с наклоном и без наклона (Н=2,5; 3,5 мм).

9.4 Линии

а) сплошная толстая – основная (линии видимого контура, линии рабочего поля чертежа, линии форм основных надписей и спецификаций, конструкции в разрезе):

Толщина основной линии S от 0,5 до 1,4 мм.

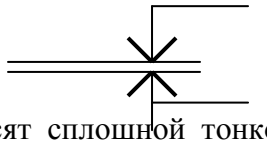
б) сплошная тонкая (линии размерные, линии выноски, полки линий выносок):

Толщина тонкой линии S от 0,35 до 0,5 мм.

в) штрихпунктирная тонкая (линии осевые и центровые):

Толщина штрихпунктирной тонкой линии S от 0,35 до 0,5 мм.

г) отметки обозначают условным знаком, стрелку которого обводят основной линией, а вертикальную линию выноску – сплошной тонкой. Численное значение отметки наносят над – или под горизонтальной полкой. Полку выполняют сплошной тонкой линией.



д) горизонтали наносят сплошной тонкой линией толщиной S от 0,35 до 0,5 мм. Высотные отметки горизонталей рельефа местности наносят на плане в разрывах горизонталей, без нанесения знака отметки уровня.

9. Этапы выполнения курсового проекта

Содержание

Задание

Введение

1. Природные условия территории
2. Климат и рельеф
3. Геологическое строение
4. Мероприятия по инженерной подготовке территории
5. Проектирование сооружений на водосборной площади
   - 5.1. Расчет смыва почвы со склонов
   - 5.2. Распылители стока
   - 5.3. Расчет водозадерживающих валов в вершинах оврагов
   - 5.4. Расчет водонаправляющих валов
   - 5.5. Расчет террас и валов с широким основанием
6. Вершинные овражные сооружения
7. Русловые сооружения

Заключение

Список литературы

Введение

Целью курсового проекта является проектирование систем инженерной защиты.

Задачи курсового проектирования: запроектировать комплекс инженерных сооружений для предотвращения влияния водного потока на размыв почвогрунтов, предусмотреть сооружения на водосборной площади, вершинные овражные и русловые сооружения.

Такие как:

- водозадерживающие валы;
- распылители стока;
- водонаправляющие валы;
- террасы;
- валы с широким основанием;
- быстротоки;
- запруды.

1. Природные условия территории

В данном разделе необходимо описать природные условия выбранного района строительства.

2. Климат и рельеф

В данном разделе необходимо описать природно-климатические условия района строительства, а также особенности рельефа, рассматриваемой территории.

3. Геологическое строение

В данном разделе необходимо описать геологические особенности района строительства.

4. Мероприятия по инженерной подготовке территории

При разработке проектов планировки и застройки городской и сельской местности предусматривают, при необходимости, следующие мероприятия по инженерной подготовке территории:

1. Общие (обязательные на территориях с различными природными условиями):

- вертикальная планировка территории и организация рельефа;
- регулирование поверхностного стока.

2. Специальные:

- защита прибрежных территорий от размыва, затопления паводковыми водами и подтопления подземными водами, снижение уровня грунтовых вод;
- освоение заболоченных территорий;
- борьба с оползнями, оврагообразованием, эрозией;
- защита оползневых и оползнеопасных территорий;
- инженерная подготовка территории сложенной просадочными грунтами;
- инженерная подготовка заторфованных территорий, территорий с иловыми накоплениями и вечномерзлыми грунтами;
- восстановление нарушенных территорий горными и открытыми выработками, терриконами, хвостохранилищами, золошлакоотвалами, полигонами;
- строительство и эксплуатация инженерных сооружений: строительство автомобильных дорог, прокладка дождевых и дренажных сетей, возведение плотин и дамб обвалования, техническая эксплуатация систем инженерных сооружений (водоподводящих систем, прудов-отстойников, набережных и др.);
- организация водоемов;
- искусственное орошение.

3. Мероприятия особого назначения:

- защита территории от абразии, селевых потоков, снежных лавин;

- инженерная подготовка территории составленной карстом;

- освоение территорий с сейсмическими явлениями.

Вертикальная планировка территории и организация рельефа - это комплекс инженерных мероприятий по искусственному изменению, преобразованию и улучшению существующего рельефа местности для использования его в градостроительных целях. Основная цель вертикальной планировки заключается в создании спланированных поверхностей, удовлетворяющих требованиям застройки и инженерного природоохранного благоустройства территории. Вертикальная планировка территории призвана создать благоприятные условия для размещения зданий и сооружений, прокладки улиц, проездов, подземных инженерных коммуникаций.

При проектировании вертикальной планировки градостроительного объекта решаются следующие основные задачи:

- максимальное приспособление проектируемого рельефа путем устройства специальных сооружений (лестниц, подпорных стен, откосов, террас) к существующему ландшафту местности, создание искусственного рельефа с использованием пластически выразительных форм;

- организация стока поверхностных вод и обеспечение отвода излишков поверхностных (дождевых, ливневых и талых) вод путем устройства специальных сооружений, и постановка на территории зданий и сооружений;

- организация рельефа при наличии неблагоприятных физико-геологических процессов (затопление территории, подтопление грунтовыми водами, оврагообразование и т.д.);

- обеспечение допустимых уклонов улиц, площадей и перекрёстков для безопасного и удобного движения всех видов транспорта и пешеходов;

- создание благоприятных условий для прокладки подземных инженерных сетей;

- подготовка территории под строительство дорог, зданий и сооружений, малых архитектурных форм и площадок различного функционального назначения и их привязка;

- устранение почвенной эрозии и создание благоприятных условий для насаждений - деревьев кустарников, травянистых ассоциаций.

Основные требования при выполнении вертикальной планировки территории:

- максимальное сохранение существующего рельефа;

- максимальное сохранение почвенного покрова и древесных насаждений;

- отвод поверхностных вод со скоростями, исключающими эрозию почв;

- минимальный дисбаланс земляных масс и объем земляных работ при производстве строительных работ;

- сохранение и использование почвенного слоя при насыпях и выемках, путем буртирования перед началом строительства.

Противоэрозионные сооружения — составная часть почвозащитного комплекса. Они предназначены для регулирования и безопасного пропуска поверхностного стока водосбора, задержания взвешенных наносов, поступающих с поверхностным стоком, защиты вершин и русл временных водостоков (оврагов) от размыва и дальнейшего роста.

Противоэрозионные сооружения подразделяют на:

- простые, устраиваемые из земли и местных строительных материалов - временные сооружения и сооружения IV класса капитальности,

- сложные - пруды, берегоукрепительные, водосборные, сопрягающие и другие сооружения.

Выделяют три группы противоэррозионных сооружений:

1) сооружения на водосборной площади (распылители стока, водонаправляющие и водоотводящие валы, валы-канавы, нагорные канавы и водозадерживающие валы);

2) вершинные овражные сооружения (быстротоки);

3) русловые и донные сооружения (донные запруды, пруды).

5. Проектирование сооружений на водосборной площади

На водосборной площади устраивают следующие сооружения.

Распылители стока предназначены для рассредоточения и отвода поверхностного стока, поступающего по тальвегам, ложбинам, бороздам и вдоль дорог в безопасные места.

Водонаправляющие валы и нагорные каналы служат для сбора и отвода воды к водозадерживающим сооружениям в заросшие лесом или кустарником лощины и овраги.

Валы и нагорные каналы устраивают с минимальным числом изгибов по границам полей севооборотов или вдоль лесных полос, параллельно горизонталям.

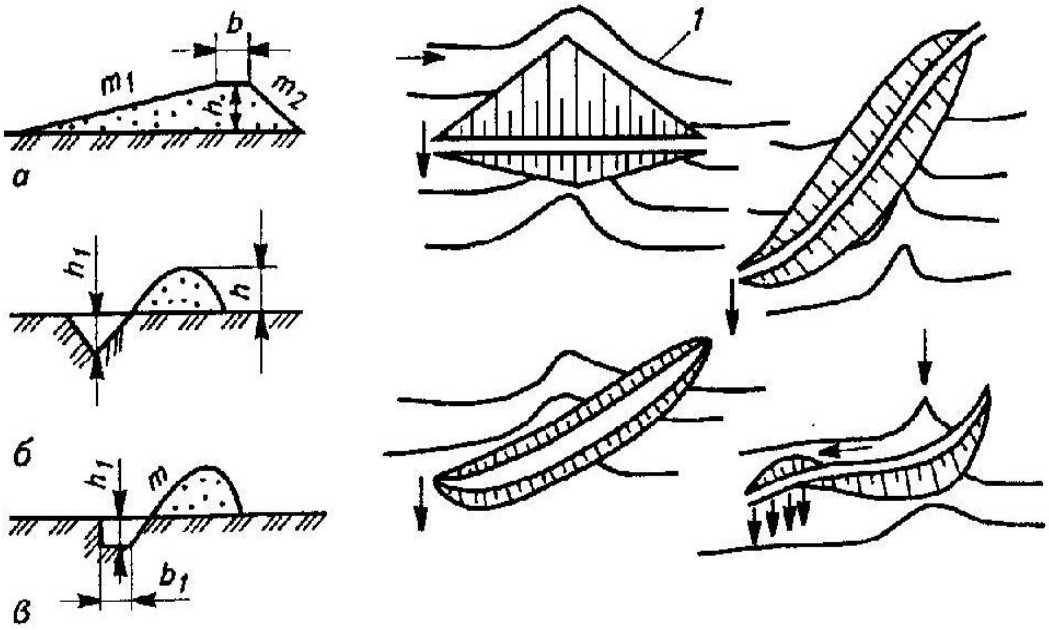


Рисунок 1 - Распылители стока (а) и валы-канавы (б, в) в разрезе (слева) и в плане (справа): 1 – горизонталь поверхности.

Водоуловительные канавы и валы располагают рядами вокруг вершин оврага и его отвершков.

При подходе валов и каналов к сопрягающим сооружениям (быстротоку, перепаду) предусматривают укрепление откосов и дна и другие мероприятия.

Водозадерживающие валы **применяют для задержания дождевого и частично весеннего стока на пологих приовражных склонах (крутизной до 6,5° — уклон 0,014), прекращения смыва и размыва почвы на крутых склонах, защиты террасированных склонов от размыва и накопления воды.**

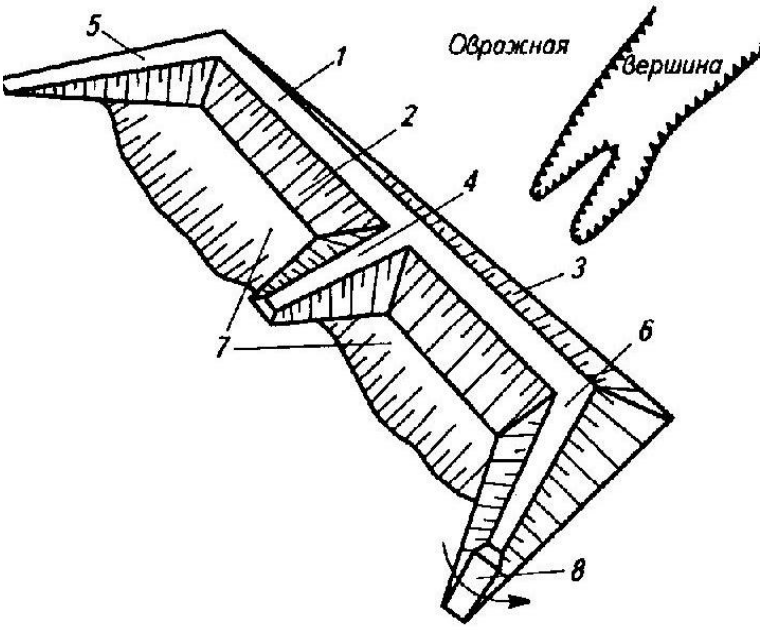


Рисунок 2 - Общий вид водозадерживающего вала:
1 – гребень вала; 2 и 3 – мокрый и сухой откосы; 4 – перемычка; 5 и 6 – глухая и открытая шпора; 7 – выемки; 8 – водообход.

Размещают валы по возможности на малоценных землях, выше приовражной лесной полосы на расстоянии, м, от вершины оврага:

$$L \geq H + B \quad (5.1)$$

где *H* — высота перепада в вершине оврага, м; *B* — ширина лесной полосы, м (обычно 15...20 м).

Если лесная полоса отсутствует, то водозадерживающий вал устраивают перед вершиной оврага на расстоянии, м:

$$L = 2 \cdot k_г \cdot H = 2 \cdot 1{,}4 \cdot 5{,}7 = 15{,}96 \text{ м} \quad (5.2)$$

где $k_г$ — коэффициент, принимаемый в зависимости от грунтов: суглинки — 2,2; щебенистые грунты — 1; глины, супеси, лёссы — 1,4.

Валы размещают вдоль дорог, границ севооборотов, линий связи и электропередач с минимальным числом плавных поворотов; радиус закруглений составляет 10... 15 м.

Для ускорения заиления ложбин или вершин оврагов применяют ярусное (каскадное) расположение валов в несколько рядов.

Для сброса избыточной воды из прудков служат водосбросные (водосливные) сооружения: пороги и др.

Ширину валов принимают 2,5...3 м, а при устройстве дороги по гребню вала — с учетом ширины дороги. Для прохода сельскохозяйственной техники через вал предусматривают пологие откосы и съезды. Водосливные пороги засевают травами, одерновывают, крепят камнем.

Продольную ось вала размещают вдоль горизонтали. При сложном рельефе допускается некоторое спрямление оси вала с отклонением от горизонтали по высоте до 30 см. По концам основного вала устраивают глухие или открытые (с водосбором на конце) шпоры под углом 110...140^0 к оси вала. Через каждые 60... 100 м сооружают перемычки для предотвращения сброса всего объема воды из прудка в случае прорыва вала.

Водообходы по концам шпор и перемычек устраивают для сброса излишнего количества воды, они бывают треугольного и трапециевидного сечения. Рассчитывают их обычно на пропуск максимальных расходов весеннего стока талых вод 10%-ной вероятности

превышения. Высота переливающегося слоя воды не должна превышать 0,15 м, а расход, пропускаемый через один водообход, 0,5 м^3/с.

Комплекс работ по возведению водозадерживающего вала включает:

- перенос проекта в натуру, т. е. разметку непосредственно на местности основных элементов вала;
- подготовку основания под насыпь: срезку растительного слоя на глубину 0,3 м и рыхление грунта для лучшего сопряжения насыпи с основанием;
- разработку и транспортировку грунта;
- укладку грунта в тело вала слоями толщиной не более 25...30 см с тщательной послойной укладкой и при необходимости с увлажнением;
- планировку откосов и гребня вала;
- закрепление откосов и гребня вала посевом многолетних трав;
- производство работ по устройству водообходов (профилирование, закрепление дерном и т. д.);
- посадку древесно-кустарниковой растительности для закрепления защищаемой валом овражной вершины.

5.1. Расчет смыва почвы со склонов

Для проектирования противоэрозионных систем водосборов по снижению смыва почвы до допустимых размеров необходимо определить эрозионную опасность земель, т.е. постепенный смыв, обусловленный стоком талых вод или ливневых дождей. Смыв почвы обычно выражают в виде: модуля стока наносов, объема смытой почвы, слоя смытой почвы.

Модуль стока наносов $M_s, p\%$, т/га, за период весеннего половодья заданной вероятностью превышения определяется по уравнению:

$$M_S p\% = h_{p\%}^{n} \cdot a \cdot b \cdot K_i = 21{,}38^{1{,}2} \cdot 0{,}04 \cdot 0{,}8 \cdot 1 = 1{,}26 \text{ т/га} \quad (5.3)$$

где $h_{P\%}$ – слой стока за период весеннего половодья той же вероятности превышения, мм, вычисляется по формуле:

$$h_{p\%} = (c \cdot h_k - b) \cdot \delta_л \cdot K \cdot К_э = (0{,}78 \cdot 50 - 12) \cdot 0{,}99 \cdot 0{,}8 \cdot 1 = 21{,}38 \text{ мм} \quad (5.4)$$

где *с* и *в* – коэффициенты перехода от слоя стока вероятностью превышения *P = 1%* к слоям стока других вероятностей превышения принимаем 0,78 и 12 соответственно; $h_к$ – слой стока вероятностью превышения *P = 1%*; $\delta_л$ – коэффициент, учитывающий залесенность водосбора, определяется по формуле:

$$\delta_л = \frac{1}{1+0{,}015 \cdot f_л} = \frac{1}{1+0{,}015 \cdot 0{,}27} = 0{,}99 \quad (5.5)$$

где $f_л$ – площадь лесов, %; *К* – коэффициент, учитывающий распашку, при вспашке поперек склона *К=0,8;* $К_э$ – коэффициент учета экспозиции склона, принимаем равный 1; *а, n* – параметры, зависящие от типа почв для зяблевой вспашки, равные 0,04 и 1,2 соответственно; *в* – коэффициент, учитывающий влияние агротехнического фона за предшествующий год на смыв почв равный 0,8; K_i – коэффициент крутизны склона, при $J_{ск}<100\%$ $K_i = 1$; $J_{ск} \geq 100\%$ $K_i = 0{,}01 J_{ск}$.

Модуль стока наносов $M_s', p\%$, т/га, заданной вероятности превышения со склона за дождевой паводок рассчитывается по зависимости:

$$M_s', p\% = h_{p\%} \cdot a \cdot b \cdot K_i = 5 \cdot 0{,}003 \cdot 0{,}8 \cdot 1 = 0{,}012 \text{ т/га} \quad (5.6)$$

где $h_{P\%}$ – слой дождевого паводкового стока (той же вероятности превышения), мм, вычисляется по формуле:

$$h_{p\%} = H_{1\%} \cdot \varphi_1 \cdot \lambda_{p\%} = 50 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}5 = 5 \text{ мм} \quad (5.7)$$

где φ_1 – объемный коэффициент стока равный 0,2; $\lambda_{p\%}$ – переходный коэффициент равный 0,5; *а* – параметр, зависящий от агротехнического фона и равный 0,003; *в* – коэффициент, учитывающий влияние агротехнического фона за предшествующий год на смыв почв и равный 0,8 K_i – коэффициент крутизны склона, при $J_{ск}<100\%$ $K_i=1$; $J_{ск}\geq 100\%$ $K_i=0{,}01$ $J_{ск}$.

Переход от модуля стока наносов M_s, т/га, к значениям объема смытой почвы W, м^3, и слоя смытой почвы h_s, мм, рассчитывают по формулам:

$$W_s = 10^2 \frac{M_s}{\rho} F = 10^2 \cdot \frac{1{,}26}{1{,}3} \cdot 10 = 969{,}23 \text{ м}^3 \quad (5.8)$$

$$h_s = 10^{-1} \frac{M_s}{\rho} = 10^{-1} \cdot \frac{1{,}26}{1{,}3} = 0{,}097 \text{ мм} \quad (5.9)$$

где ρ – плотность почвы, т/м^3, плотность суглинистых почв для пропашных и зяби равна 0,8 – 0,95; для зерновых колосовых 0,95 – 1,15; многолетних трав 1,15 – 1,25, плотность супесчаных почв выше этих значений на 0,1 – 0,2 т/м^3.

5.2. Распылители стока

Распылители устраивают в местах опасной концентрации стока: по ложбинам, разъемным бороздам, полевым дорогам, опушкам и другим местам. Они проектируются прямолинейной формы по определенным уклонам к линии основного водотока. Уклоны составляют от 0,01 для супесчаных грунтов до 0,03 для суглинистых. На распаханных ложбинах уклоны должны быть уменьшены до 0,005. Водосборная площадь, тяготеющая к одному распылителю, должна составлять не более 2,0 га, а расстояние между распылителями (в зависимости от крутизны тальвега) принимают равным 50-100 м. На плане местоположение каждого распылителя изображают условным знаком (λ) с номером. В пояснительной записке помещают чертеж распылителя (рис. 3) в масштабе 1:50 или 1:100. Длину распылителя принимают равной от 20 до 60 м, бокового водослива 5 м, высоту насыпи 0,2-0,4 м, выемки – 0,3-0,5 м.

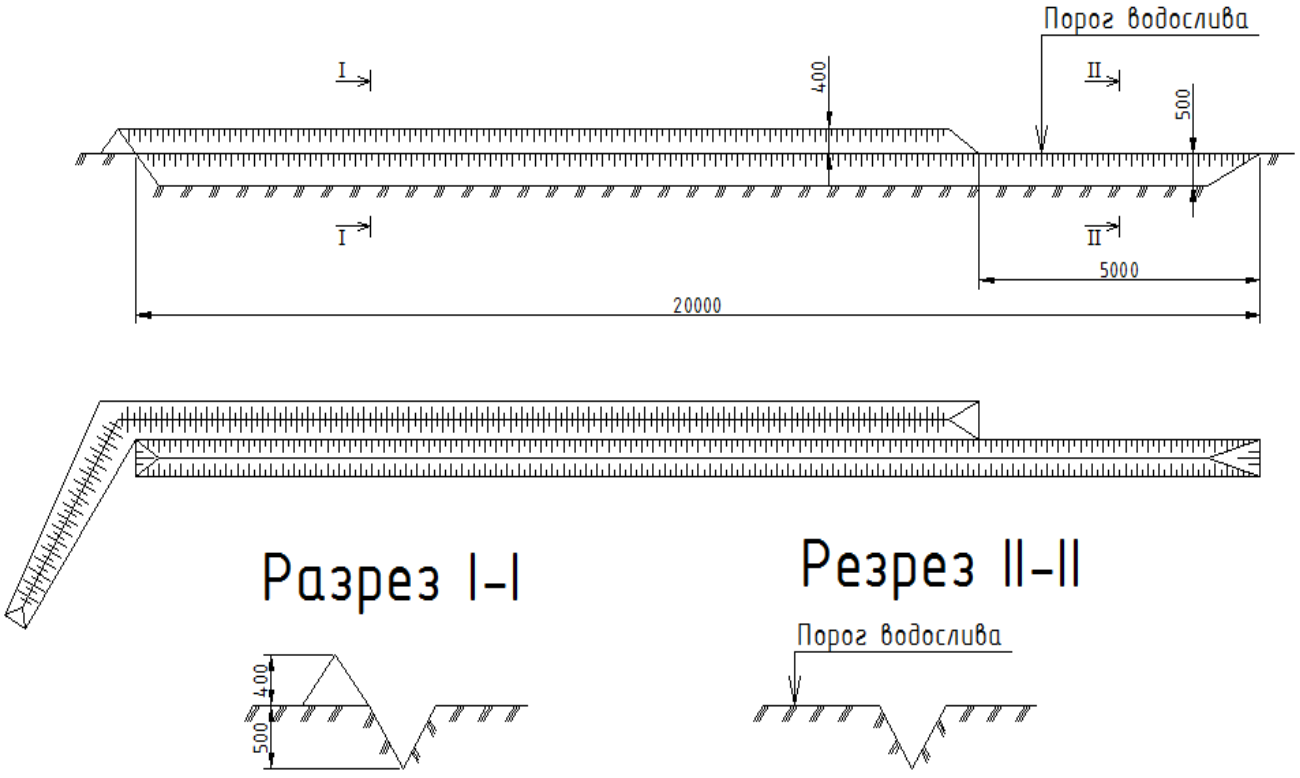


Рисунок 3 - Распылитель стока.

5.3. Расчет водозадерживающих валов в вершинах оврагов

Водозадерживающие валы предназначены для задержания и регулирования поверхностного стока вод с целью прекращения роста действующих оврагов (вершинных, склоновых и крупных береговых), предохранения от размыва выположенных и засыпанных оврагов, участков террасирования и рекультивированных земель.

При проектировании водозадерживающих валов за расчетный расход и объем стока принимают наибольшие из вычисленных максимальных расходов и объемов стока расчетной обеспеченности от ливневых и талых вод.

Перед гидравлическим расчетом водозадерживающего вала необходимо провести гидравлические расчеты.

1. Максимальный расход воды во время весеннего половодья вероятностью превышения Р = 5 – 10 % определяем по формуле:

$$Q_{P\%} = 0{,}28 \cdot a_{1\%} \cdot \varphi \cdot \delta_б \cdot \delta_л \cdot \delta_п \cdot K \cdot K_{ЗАТ} \cdot \lambda_{P\%} \cdot F = 0{,}28 \cdot 4 \cdot 0{,}76 \cdot 1 \cdot 0{,}99 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}33 \cdot 0{,}73 \cdot 10 = 1{,}3 \ {}^{м^3}/_{с}$$

, (5.10)

где $Q_{P\%}$ – максимальный расход воды вероятностью превышения *P%*, м^3/с; $a_{1\%}$ – максимальная часовая интенсивность водоотдачи, равная 4 мм/ч; φ – коэффициент редукции, при площадях водосбора, в нашем случае равный 0,76:

$\delta_б$ – коэффициент, учитывающий заболоченность водосбора, в нашем случае равный 1; $\delta_л$ – коэффициент, учитывающий залесенность водосбора; $\delta_п$ – коэффициент, учитывающий почвы, для супесей, бурых почв $\delta_п$=0,8; *К* – коэффициент, учитывающий распашку, при вспашке поперек склона *К=0,8*; $K_{зат}$ – коэффициент, учитывающий прорыв заторов, $K_{зат} = \frac{4}{2+F}$; $\lambda_{P\%}$ – переходный коэффициент от расхода воды вероятностью превышения *P=1 %* к расходам других вероятностей превышения, равный 0,73; *F* – площадь водосбора, км^2.

2. Объем стока воды во время весеннего половодья вероятностью превышения Р =10% определяем по формуле:

$$W_{P\%} = 1000 \cdot h_{P\%} \cdot F = 1000 \cdot 21{,}38 \cdot 10 = 213800 \ {}^{м^3}/_{с} \quad (5.11)$$

где $h_{P\%}$ – слой стока вероятностью превышения Р %, мм, определяется по формуле (5.4); *F* – площадь водосбора, км^2.

3. Объем смытой почвы при весеннем снеготаянии вероятностью превышения Р =10% вычисляем по формуле (5.10).

Гидравлический расчет вала начинаем с определения расстояния от вершины оврага до линии сухого (низового) откоса водозадерживающего вала:

$$l_в = 3 \cdot h_0 \cdot К_З = 3 \cdot 5{,}7 \cdot 1{,}2 = 20{,}52 \text{ м} \quad (5.12)$$

где $l_в$ – расстояние от вершины оврага до линии сухого откоса вала, м; h_0 – высота вершинного перепада оврага, м; $K_з$ – коэффициент запаса, для супесей и суглинков равен 1,2.

Суммарный объем стока ($\sum W_{10\%}$), который должен задержать проектируемый вал, определяем как сумму объема стока воды во время весеннего половодья вероятностью превышения Р =10% ($W_{10\%}$) и объема смыва почвы при весеннем снеготаянии той же вероятности ($W_{s,10\%}$):

$$\sum W_{10\%} = W_{10\%} + W_{s,10\%} = 213800 + 969{,}23 = 214769{,}23\ {}^{м^3}/_{с} \quad (5.13)$$

Объем стока $W_{1м}$, м^3, который должен задержать 1 м вала вычисляем по зависимости:

$$W_{1м} = \frac{\sum W_{10\%}}{L_в} = \frac{214769{,}23}{2500} = 85{,}91\ м^3 \quad (5.14)$$

где $L_в$ – длина вала, м (определяется на плане с горизонталями).

Размеры ограничиваются водораздельной линией.

Рабочую высоту водозадерживающего вала $h_р$, м определяем по формуле:

$$h_р = \sqrt{2JW_{1м}} = \sqrt{2 \cdot 0{,}02 \cdot 85{,}91} = 1{,}85 \quad (5.15)$$

где J – уклон в зоне строительства вала (определяется на плане).

Общую высоту вала находим с учетом запаса:

$$h_{об} = h_р + Z = 1{,}85 + 0{,}45 = 2{,}3\ м \quad (5.16)$$

Запас принимаем, исходя из рабочей высоты вала.

Если рабочая высота вала более 2,0 м, то необходимо рассчитать второй вал, так как наиболее подвержены разрушению валы с рабочей высотой более 2,0 м. На это указывают более чем 30-летние наблюдения за эксплуатацией водозадерживающих валов в условиях Приволжской возвышенности. Поэтому рабочая высота первого вала принимается равной (или менее) 2,0 м. Выше по рельефу должен быть построен второй вал. Такое расположение валов называется сосредоточенным.

Объем стока воды больший, чем расчетный, сбрасывается через водообходы, устраиваемые на концах шпор водозадерживающих валов.

Гидравлический расчет водообхода проводим по формуле водослива:

$$b = \frac{Q_{p\%}}{mH\sqrt{2qH}} = \frac{1{,}3}{0{,}3 \cdot 0{,}1 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}1}} = 32{,}5\ м \quad (5.17)$$

где b – ширина порога водослива, м; $Q_{p\%}$ – максимальный расход воды вероятностью превышения Р%, м^3/с; m – коэффициент расхода водослива, $m=0{,}3$; H – глубина воды на пороге водослива, м, $H=0{,}1$.

Шпоры на концах вала устраиваются под углом 90 – 110^0 к оси вала, перемычки – через 50 м по всей длине вала.

Длина шпор и перемычек L_0 определяется по формуле:

$$L_0 = \frac{h_{об}}{J_0} = \frac{2{,}3}{0{,}002} = 1150\ м \quad (5.18)$$

где J_0 – уклон в месте строительства шпоры или перемычки, в нашем случае 0,002.

Для сброса воды через водообходы шпор необходимо выполнить следующее требование:

$$H_{вод} = H_р, \quad (5.19)$$

где $H_{вод}$ – отметка дна водообхода, м; $H_р$ – рабочая отметка вала, м.

Рабочую отметку вала $H_р$, м , рассчитываем по зависимости:

$$H_р = H_з + h_р = 124 + 1{,}85 = 125{,}85\ м \quad (5.20)$$

где H_3 – отметка оси вала, м.

Остальные параметры валов (ширина гребня, заложения откосов и др.) определяем по существующим рекомендациям: $a=2 – 2{,}5$ *м;* $m_1=2 – 3$; $m_2=1 – 2$.

5.4. Расчет водонаправляющих валов

Водонаправляющие валы (нагорные канавы) предназначены для отвода поверхностных вод, поступающих к вершинам оврагов, размываемым участкам дорог, к водосбросным сооружениям, водозадерживающим валам, на задернованные участки и залесенные склоны балок и долин. Они должны обеспечивать пропуск максимальных расходов талых (ливневых) вод заданной вероятности превышения.

Гидравлические расчеты водонаправляющих валов проводят в следующем порядке:

1) принимается неразмывающая скорость $V_н$ воды для грунтов, в которых будет проходить водонаправляющий вал, в нашем случае 0,9 м/с;

2) требуемая площадь ω, м^2, живого сечения потока для заданного максимального расхода $Q_{p\%}$ при неразмывающей скорости будет равна:

$$\omega = \frac{Q_{p\%}}{V_н} = \frac{1,3}{0,9} = 1,44 \text{ м}^2 \quad (5.21)$$

3) поперечное сечение канавы принимаем треугольной формы и поэтому глубина воды в канаве будет равна:

$$h_к = \sqrt{\frac{\omega}{m_к}} = \sqrt{\frac{1,44}{1}} = 1,2 \text{ м} \quad (5.22)$$

где $h_к$ – глубина воды в канаве, м; ω – площадь живого сечение потока, м^2; $m_к$ – заложение откосов канавы, в естественных грунтах $m_к$ = 2-3, в закрепленных $m_к$ = 1–1,5. В случаях создания водонаправляющих лесных полос заложения откосов принимают 4 – 5.

4) строительная глубина канавы определяется как:

$$h_с = h_к + Z = 1,2 + 0,3 = 1,5 \text{ м} \quad (5.23)$$

где Z – запас, Z = 0,2 – 0,3 м;

5) гидравлический радиус R треугольной формы поперечного сечения равен:

$$R = \frac{m_к h_к}{2\sqrt{1+m_к^2}} = \frac{1 \cdot 1,2}{2\sqrt{1+1^2}} = 0,42 \text{ м} \quad (5.24)$$

6) зная гидравлический радиус и неразмывающую скорость, рассчитываем допустимый уклон вала J_q, необходимый для пропуска расчетного расхода по формуле Шези:

$$J_q = \frac{V_н^2}{C^2 R} = \frac{0,9^2}{29,27^2 \cdot 0,42} = 0,0023 \quad (5.25)$$

где $V_н$ – неразмывающая скорость воды, м/с; C – коэффициент Шези $C = \frac{R^{1,5\sqrt{n}}}{n}$; n – коэффициент шероховатости, при расходах до 1 м^3/с n=0,0275; R – гидравлический радиус, м, R<1 м;

7) отметки концов водонаправляющего вала H_1, H_2, м, определяем по формуле:

$$H_1 = H_2 \pm J_q \cdot L = 128 + 0,0023 \cdot 2500 = 133,75 \text{ м} \quad (5.26)$$

где H_1 – отметка одного из концов вала, м, принимается конструктивно на плане; L – длина водонаправляющего вала, м.

Зная строительную глубину канав, заложение откосов и допустимый уклон, вычерчиваем сооружение. Высоту вала принимаем равной строительной глубине канавы; поперечное сечение – треугольное или трапециевидное (ширина гребня 1 – 2 м) с заложением откосов $m_в$=2.

5.5. Расчет террас и валов с широким основанием.

Расчет элементов ступенчатых террас проводим (на склонах крутизной 16 – 30^0) в такой последовательности:

1) Используя план в горизонталях, вычерчиваем поперечный профиль склона, выбранный для террасирования, и определяем на нем среднюю крутизну склона α, град.

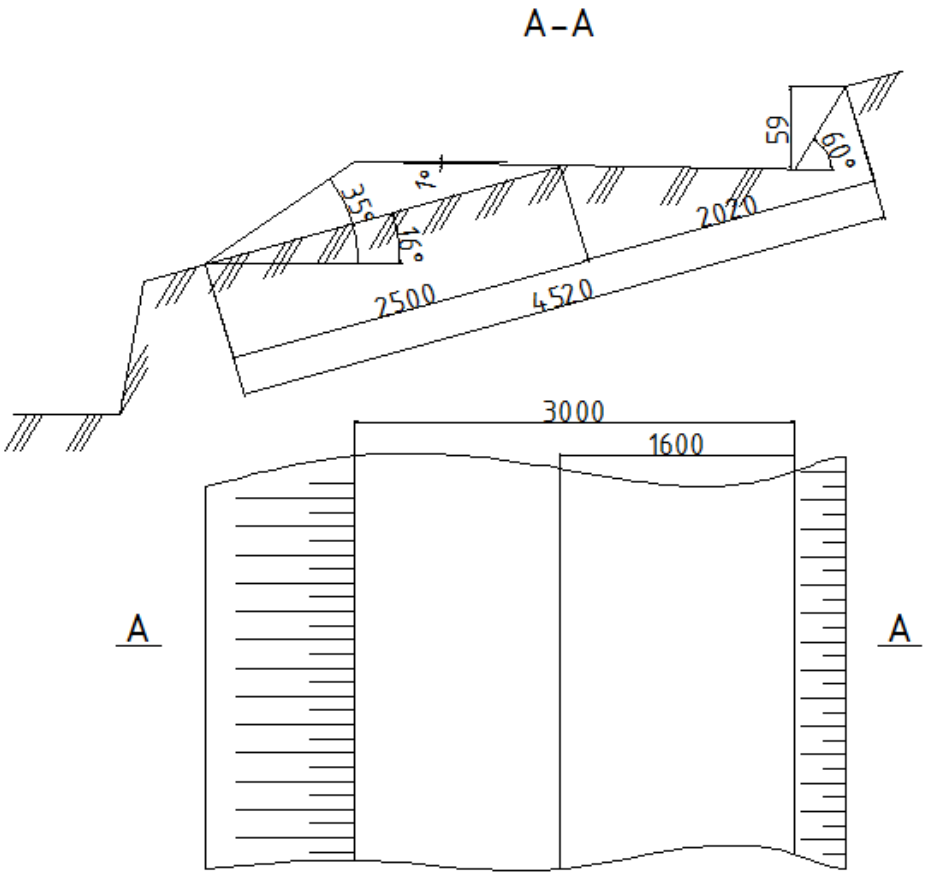


Рисунок 4 - Схема террасы

2) Задаемся шириной полотна террас ($B_{об}$ = 3 м), крутизной обратного уклона полотна (ψ = 1^0), крутизной материкового откоса террасы (β = 60^0), уклоном естественного откоса насыпной части террасы (φ = 35^0), коэффициентом рыхления (K = 1,1).

3) Определяем ширину среза террасы в материковый склон $B_{врз}$, м:

$$B_{врз} = \frac{B_{об}}{1+\sqrt{\frac{K\sin(\beta+\psi)\sin(\varphi+\alpha)}{\sin(\varphi+\psi)\sin(\beta-\alpha)}}} = \frac{3}{1+\sqrt{\frac{1{,}1\cdot sin61\cdot sin19}{sin36\cdot sin44}}} = 1{,}6 \text{ м} \quad (5.27)$$

4) Находим площади сечений среза $S_{врз}$, м^2, и насыпи $S_{нсп}$, м^2, террасы:

$$S_{врз} = \frac{B_{врз}^2 \sin(\beta+\psi)\sin(\alpha+\psi)}{2\sin(\beta-\alpha)} = \frac{1{,}6^2\cdot sin61\cdot sin17}{2\cdot sin44} = 0{,}47 \text{ м}^2 \quad (5.28)$$

$$S_{нсп} = \frac{(B_{об}-B_{врз})^2 \sin(\varphi+\psi)\sin(\alpha-\psi)}{2\sin(\varphi-\alpha)} = \frac{(3-1{,}6)^2\cdot sin36\cdot sin15}{2\cdot sin19} = 0{,}46 \text{ м}^2 \quad (5.29)$$

5) Вычисляем ширину среза l_1, м, и насыпи l_2, м, террасы по склону:

$$l_1 = \frac{B_{врз}\sin(\beta+\psi)}{\sin(\beta-\alpha)} = \frac{1{,}6\cdot sin61}{sin44} = 2{,}02 \text{ м} \quad (5.30)$$

$$l_2 = \frac{(B_{об}-B_{врз})\sin(\varphi+\psi)}{\sin(\varphi-\alpha)} = \frac{(3-1{,}6)\cdot sin36}{sin19} = 2{,}5 \text{ м} \quad (5.31)$$

6) Определяем общую ширину террасы по склону $l_{об}$, м,

$$l_{об} = l_1 + l_2 = 2{,}02 + 2{,}5 = 4{,}52 \text{ м} \quad (5.32)$$

7) Подсчитываем общую протяженность террас на 1 га без учета берм и подъездов L, м/га:

$$L = \frac{10000}{l_{об}} = \frac{10000}{4{,}52} = 2212{,}39 \text{ м/га} \quad (5.33)$$

8) Вычисляем общую площадь полотна террас на 1 га без учета берм и подъездов, $S_{об}$, м^2/га:

$$S_{об} = L \cdot B_{об} = 2212{,}39 \cdot 3 = 6637{,}17\ {}^{м^2}/_{га} \quad (5.34)$$

9) Находим объем земляных работ $W_З$, м^3/га, при террасировании:

$$W_з = S_{нсп} \cdot L = 0{,}46 \cdot 2212{,}39 = 1017{,}7\ {}^{м^3}/_{га} \quad (5.35)$$

10) Определяем глубину материкового вреза террас h, м:

$$h = \frac{B_{врз} \sin\beta \sin(\alpha+\psi)}{\sin(\beta-\alpha)} = \frac{1{,}6 \cdot sin60 \cdot sin17}{sin44} = 0{,}59\ м \quad (5.36)$$

11) Рассчитываем коэффициент использования склона P:

$$P = \frac{B_{об}}{l_{об}} = \frac{3}{4{,}52} = 0{,}66 \quad (5.37)$$

По данным расчетов элементов террас вычерчиваем схему (рис. 4), полученные данные записываем в таблицу 3.

Таблица 3 – Показатели элементов террас

Показатель	Символ	Величина
Ширина полотна террас, м	$B_{об}$	3
Площадь сечения вреза, м^2	$S_{врз}$	0,47
Общая ширина террасы, м	$l_{об}$	4,52
Общая площадь полотна террас, м^2/га	$S_{об}$	6637,17
Глубина материкового вреза террасы, м	h	0,59
Ширина вреза террас, м	$B_{врз}$	1,6
Площадь сечения насыпи, м^2	$S_{нсп}$	0,46
Общая протяженность террас, м/га	$L_{об}$	2212,39
Объем земляных работ при террасировании, м^3/га	$W_з$	1017,7
Коэффициент использования склона	P	0,66

Валы с широким основанием проектируем на пашне или на участках, предназначенных под сады, виноградники и другие многолетние насаждения.

Принят следующий порядок расчета валов с широким основанием:

1) Задаемся общей высотой валов ($Н_{об}$ = 1,0 м) и заложением мокрого (m_1 = 5) и сухого (m_2 = 5) откосов.

2) Определяем средний уклон $J_{ср}$ земной поверхности на склоне по зависимости:

$$J_{ср} = tg\alpha = tg16 = 0{,}29 \quad (5.38)$$

где α – крутизна склона, град.

3) Вычисляем ширину сооружаемого пруда $B_П$, м, перед валом:

$$B_П = \frac{H_р}{J_{ср}} = \frac{0{,}8}{0{,}29} = 2{,}76\ м \quad (5.39)$$

где H_P – рабочая высота вала (глубина пруда воды), м, H_P=$H_{об}$ – 0,2.

4) Находим объем воды W_1, м^3, задержанный 1 м вала:

$$W_1 = \frac{H_р^2}{2J_{ср}} = \frac{0{,}8^2}{2 \cdot 0{,}29} = 1{,}1\ м^2 \quad (5.40)$$

5) Вычисляем объем стока с 1 м^2 водосборной площади ΔW, м^3:

$$\Delta W = \frac{h_{p\%}}{1000F} = \frac{21{,}38}{1000 \cdot 10} = 0{,}002138\ м^3 \quad (5.41)$$

где $h_{P\%}$ – слой стока заданной вероятности превышения, мм; F – водосборная площадь, га.

6) Определяем расстояние между осями валов $l_{ос}$, м.:

$$l_{ос} = \frac{W_1}{\Delta W} = \frac{1{,}1}{0{,}002138} = 514{,}5\ м \quad (5.42)$$

7) Находим общую протяженность валов для задержания всего стока $L_{об}$, м:

$$L_{об} = \frac{10 h_{p\%} F}{W_1} = \frac{10 \cdot 21{,}38 \cdot 10}{1{,}1} = 1943{,}64\ м \quad (5.43)$$

Данные расчетов сводим в таблицу 4.

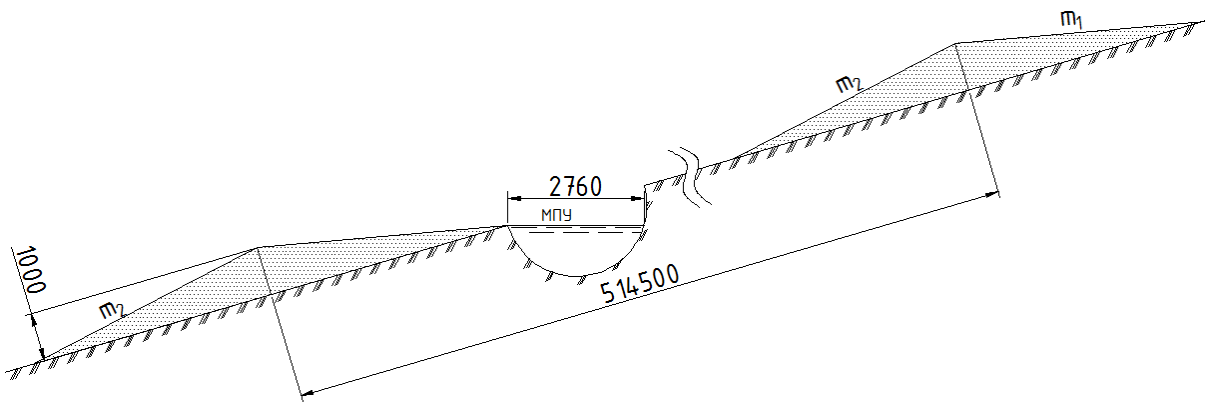


Рисунок 5 - Валы с широким основанием:

Таблица 4 - Параметры системы валов с широким основанием

Показатель	Символ	Величина
Средний уклон участка	$J_{ср}$	0,29
Высота вала общая, м	$H_{об}$	1
Высота вала рабочая, м	$H_р$	0,8
Заложение мокрого откоса	m_1	5
Заложение сухого откоса	m_2	5
Ширина пруда, м	$B_П$	2,76
Расстояние между осями валов, м	$l_{ос}$	514,5
Протяженность валов, м	$L_{общ}$	1943,64

6. Вершинные овражные сооружения.

Вершинные овражные сооружения (водосбросные сооружения) включают: лотки-быстротоки; ступенчатые лотки (перепады); консоли; шахтные; трубчатые.

Водосбросные сооружения состоят из входной, транзитной и выходной частей. Входная часть служит для приема потока и сопряжения сооружения с территорией, а выходная — для гашения избыточной энергии потока до пределов, исключающих опасность размыва почвы и грунта.

Собственно **быстроток** представляет собой лоток прямоугольно-параболического или трапецеидального сечения. Длина быстротока определяется глубиной оврага и углом наклона быстротока. Наиболее распространены быстротоки из железобетона. Сборные лотки-быстротоки устанавливают на бетонной подушке или на опорах. Применение быстротоков из сборных конструкций по сравнению с монолитными сокращает продолжительность работ по закреплению оврага и их себестоимость.

Если скорость движения воды в русле оврага превышает допустимые пределы, то с вершинными гидротехническими сооружениями устраивают донные сооружения. Они предохраняют от размыва и подмыва головные (вершинные**) сооружения и приостанавливают углубление дна оврага.**

Наиболее распространенное сопрягающее сооружение в вершинах оврагов – быстроток. Сущность гидравлических расчетов заключается в обеспечении пропуска расхода воды по сооружению и выводу потока из него с характеристиками, исключающими размыв у привершинных участков овражных днищ.

Основная исходная величина для расчетов – это расход воды, сбрасываемый по сооружению.

Расчет быстротока (рис. 6) проводим по следующей схеме.

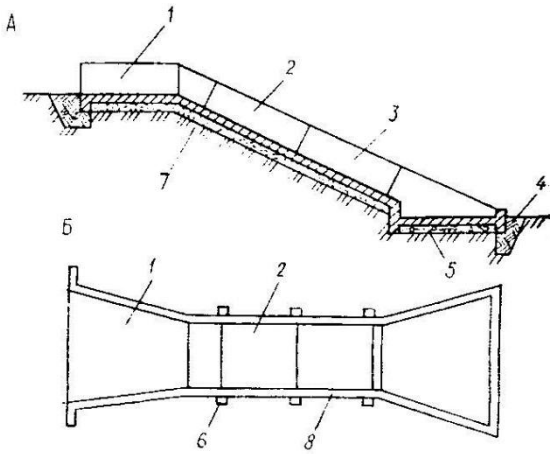


Рисунок 6 - Схема быстротока: А – продольный разрез; Б – план; 1 – водоприемник; 2 – лоток; 3 – водовыпуск; 4 – глиняный замок; 5 – щебень; 6 – упорный брус; 7 – основание сооружения; 8 – стенки сооружения.

1) Находим необходимую площадь живого сечения потока по зависимости (5.21).

Допустимая скорость течения воды для материала быстротока принимается, в нашем случае, 1,6 м/с.

2) Определяем глубину потока, как:

$$h = \frac{\omega}{b} = \frac{0,81}{1,5} = 0,54 \text{ м} \quad (6.1)$$

где b – ширина лотка, м.

3) Смоченный периметр вычисляем (для прямоугольной формы лотка) по соотношению:

$$p = b + 2h = 1,5 + 2 \cdot 0,54 = 2,58 \text{ м} \quad (6.2)$$

а гидравлический радиус:

$$R = \frac{\omega}{p} = \frac{0,81}{2,58} = 0,31 \text{ м} \quad (6.3)$$

4) Скоростной коэффициент Шези в нашем случае равен 64,3.

5) Необходимый уклон дна быстротока J_q определяем по формуле Шези (5.25), а критическую глубину потока – по уравнению:

$$h_к = \sqrt[3]{\frac{1,1Q_{p\%}^2}{qb^2}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 1,3^2}{9,81 \cdot 1,5^2}} = 0,43 \text{ м} \quad (6.4)$$

где $Q_{P\%}$ – расход заданной вероятности превышения, м^3/с.

Определение глубины воды в конце быстротока проводим следующим образом:

1) Находим превышение h_0, м, между начальными и конечными точками дна быстротока, длиной L:

$$h_0 = J_д \cdot L = 0,002 \cdot 2000 = 4 \text{ м} \quad (6.5)$$

2) Определяем скорость воды в начале быстротока V_0:

$$V_0 = \frac{Q_{P\%}}{h_к b} = \frac{1,3}{0,43 \cdot 1,5} = 2,01 \text{ м/с} \quad (6.6)$$

3) Вычисляем скорость воды в конце быстротока V_1, учитывая, что коэффициент, зависящий от длины и шероховатости лотка φ=0,8:

$$V_1 = \varphi\sqrt{V_0^2 + 2gh_0} = 0,8\sqrt{2,01^2 + 2 \cdot 9,81 \cdot 4} = 7,27 \text{ м/с} \quad (6.7)$$

4) Определяем площадь живого сечения воды ω_1 в конце быстротока:

$$\omega_1 = \frac{Q_{P\%}}{V_1} = \frac{1,3}{7,27} = 0,18 \text{ м}^2 \quad (6.8)$$

5) Зная ширину b и площадь живого прямоугольного сечения ω_1, находим глубину потока в конце быстротока h_1, м:

$$h_1 = \frac{\omega_1}{b} = \frac{0{,}18}{1{,}5} = 0{,}12 \text{ м} \quad (6.9)$$

В конце быстротока устраиваем гаситель энергии в виде водобойного колодца. При расчетах определяем следующие параметры:

1) Глубина воды, которая образуется после падения с лотка на дно оврага, сопряженная глубина h_2, м.:

$$h_2 = 0{,}5h_1\left(\sqrt{1+\frac{8{,}8V_1^2}{g\,h_1}} - 1\right) = 0{,}5 \cdot 0{,}12 \cdot \left(\sqrt{1+\frac{8{,}8 \cdot 7{,}27^2}{9{,}81 \cdot 0{,}12}} - 1\right) = 0{,}91 \text{ м} \quad (6.10)$$

2) Глубина водобойного колодца d, м.:

$$d = Kh_2 - H_1 = 1{,}05 \cdot 0{,}91 - 0{,}64 = 0{,}32 \text{ м} \quad (6.11)$$

где K – коэффициент затопления, K=1,05; H_1 – напор воды над уступом водобойного колодца без скоростного напора, м.:

$$H_1 = H_0 - H_v = 0{,}68 - 0{,}04 = 0{,}64 \text{ м} \quad (6.12)$$

где H_0 – полный напор над уступом, м; H_v – скоростной напор, м.:

$$H_0 = \sqrt[3]{\frac{Q_{p\%}}{1{,}86b^2}} = \sqrt[3]{\frac{1{,}3}{1{,}86 \cdot 1{,}5^2}} = 0{,}68 \text{ м} \quad (6.13)$$

$$H_v = \frac{1{,}1Q_{p\%}^2}{2gb^2h_2^2} = \frac{1{,}1 \cdot 1{,}3}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}5^2 \cdot 0{,}91^2} = 0{,}04 \text{ м} \quad (6.14)$$

3) Длина водобойного колодца (гасителя энергии) $l_к$, м.:

$$l_к = \beta \cdot l_{пр} = 0{,}8 \cdot 4{,}02 = 3{,}2 \text{ м} \quad (6.15)$$

где β – коэффициент, β=0,8; $l_{пр}$ – длина совершенного прыжка в сооружениях прямоугольной формы, м.:

$$l_{пр} = 2{,}5(1{,}9h_2 - h_1) = 2{,}5(1{,}9 \cdot 0{,}91 - 0{,}12) = 4{,}02 \text{ м} \quad (6.16)$$

7. Русловые сооружения

Донные сооружения разделяют на запруды, фильтры, илозадерживающие дамбы, пороги и палисады. Они бывают хворостяные, фашинные, деревянные и каменные.

Плетневые запруды делают высотой 0,5...0,6 м. Для их изготовления берут живые ивовые колья, которые переплетают живыми прутьями. Для большей устойчивости плетней устанавливают два параллельных ряда плетней. Расстояние между рядами 0,5...0,7 м. Со стороны вершины оврага к изгороди из плетней подсыпают землю, которую затем уплотняют и закрепляют дерном.

Живые почки прутьев и кольев под слоем грунта прорастают, а через несколько лет вырастают деревья.

Каменные запруды сооружают для больших перепадов (до 2...4 м) при наличии строительного материала, для каменных запруд применяют кладку на цементном растворе.

Каменные и каменно-бетонные (бутобетонные) полузапруды делают высотой до 2 м, фундамент их заглубляют не менее чем на 1,5 м. Водобойную часть крепят на длине не менее 3Н, верх боковых стенок должен превышать расчетный уровень минимум на 0,3 м. Удельный расход воды до 1 м^3/с. Для повышения устойчивости стенок запруд в них предусматривают дренажные отверстия с отсыпкой обратных фильтров из камня и песка.

7.1 Расчет плетневых запруд

При устройстве плетня в один ряд высоту запруды принимаем равной 0,5 м, а при двух рядах плетней (пространство между ними заполняется суглинком или камнем) – 1м. Удельный расход воды соответственно не должен превышать 0,3 и 0,5 м^3/с.

Пропускная способность хворостовых запруд проверяется по формуле водослива:

$$B = \frac{Q_{p\%}}{mH\sqrt{2gH}} = \frac{1,3}{0,3 \cdot 0,3 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,3}} = 5,91 \text{ м} \qquad (7.1)$$

где B – длина запруды, м; $Q_{P\%}$ – максимальный расход стока вероятностью превышения Р%, м^3/с; m – коэффициент расхода, m=0,30; H – средний напор по длине запруды, м, H=0,3.

При расчетной длине запруды и известному расходу определяются рядность хворостовой запруды:

а) для однорядной при $Q \leq 0,3$ м^3/с;

б) для двухрядной при $0,3 < Q_{P\%} \leq 0,5$ м^3/с.

Остальные размеры запруды принимаются по рекомендациям. Длина рисбермы, т.е. укрепленного участка дна оврага ниже запруды, должна быть не менее тройной высоты запруды. Колья забивают в грунт на глубину не менее $0,8H_З$. Плетень должен иметь прогиб в сторону вершины оврага диаметром (0,05–0,1)В; концы плетня заделывают в борте оврагов на глубину 0,5 м и более; плетень подсыпают земляным банкетом с шириной гребня, равной $2/3H_З$, и заложением откоса m=1,5.

Расстояние между запрудами $l_З$ определяется по зависимости:

$$l_з = \frac{H_з}{J_Ф - J_Д} = \frac{1}{0,015 - 0,005} = 100 \text{ м} \qquad (7.2)$$

где $l_З$ – расстояние между запрудами на участке оврага, м; $H_З$ – высота запруды, м; $J_Ф$ – фактический уклон овражного днища; $J_Д$ – допустимый уклон овражного днища, для песчаных грунтов $J_Д$ = 0,005.

Количество запруд N устанавливается по зависимости:

$$N = \frac{L_{овр}}{l_з} = \frac{2000}{100} = 20 \qquad (7.3)$$

где $L_{овр}$ – длина активной части оврага.

Чертеж запруды выполняем в масштабе М 1:50 или 1:100 (рис. 7).

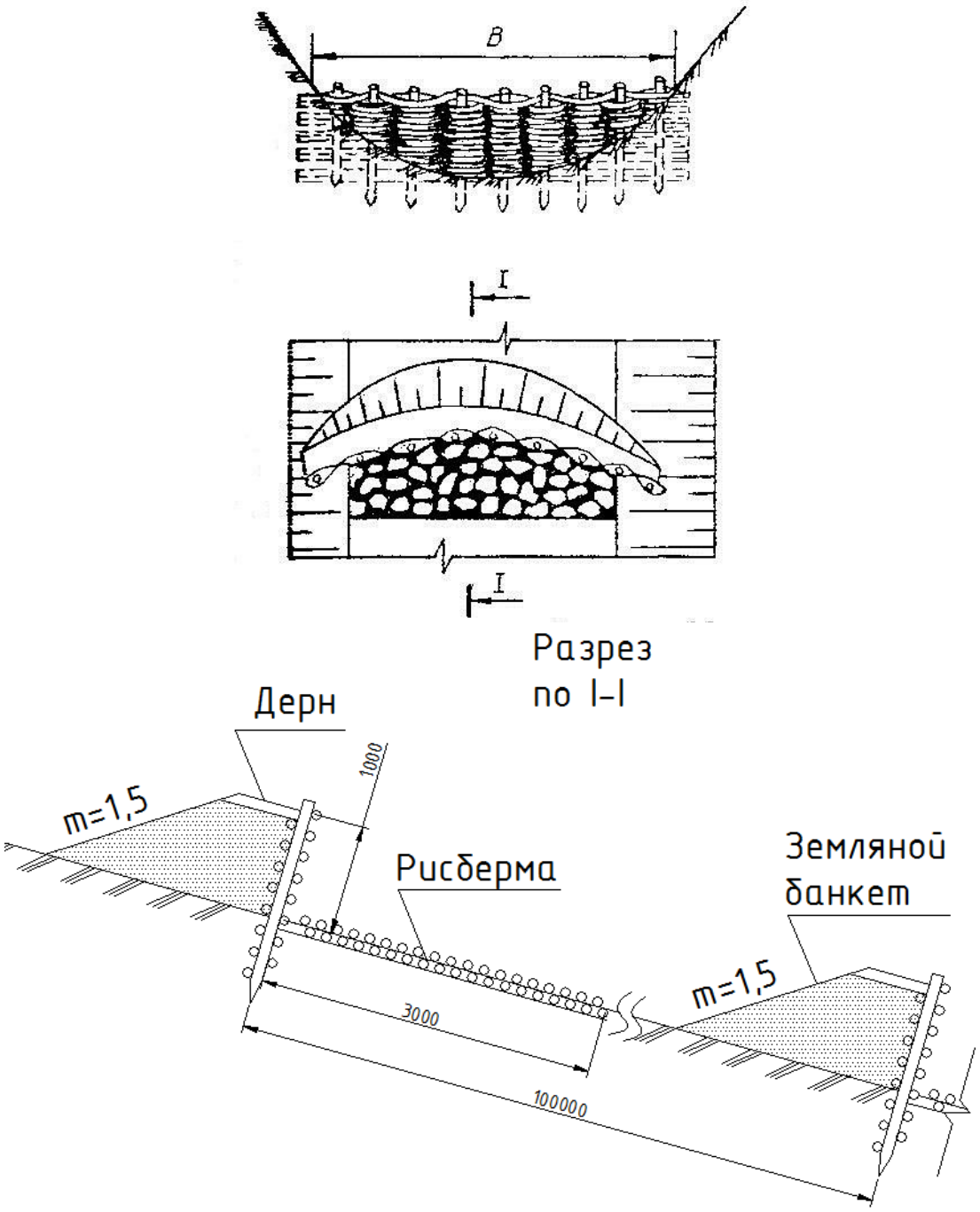


Рисунок 7 - Плетневая запруда с земляным банкетом.

7.2 Расчет каменных запруд

Каменные запруды при кладке на растворе по днищам оврагов устраивают при соблюдении следующих размеров: высота запруды H_3 = 2 м; глубина фундамента 1 м; длина рисбермы не менее $3H_3$; превышение верха боковых стенок водослива над расчетным горизонтом воды должна быть не менее 0,3 м; заложение откосов водослива m=1; ширина запруды не менее 0,5 м.

Гидравлический расчет каменных запруд ведем в такой последовательности.

Принимаем неразмывающую скорость течения воды в овраге, в нашем случае 0,9 м/с. Площадь живого сечения водного потока в овраге определяем по зависимости (5.21).

Глубину потока воды в овраге при неразмывных скоростях находим по зависимости (5.22).

Гидравлические радиусы (R, м) потоков определяем по зависимости (5.24).

Скоростной коэффициент Шези C находим по уравнению:

$$C = \frac{R^{1,5\sqrt{n}}}{n} = \frac{0,42^{1,5\sqrt{0,067}}}{0,067} = 10,64 \quad (7.4)$$

где n – коэффициент шероховатости днища, для меандрирующих и заросших оврагов $n=0,067$.

Из уравнения Шези определяем допустимый уклон днища оврага. Высота сливного слоя над порогом водослива принимается равной 0,5 – 1,0 м. Расстояние между запрудами рассчитываем по уравнению (7.2), а разность высот между запрудами по формуле:

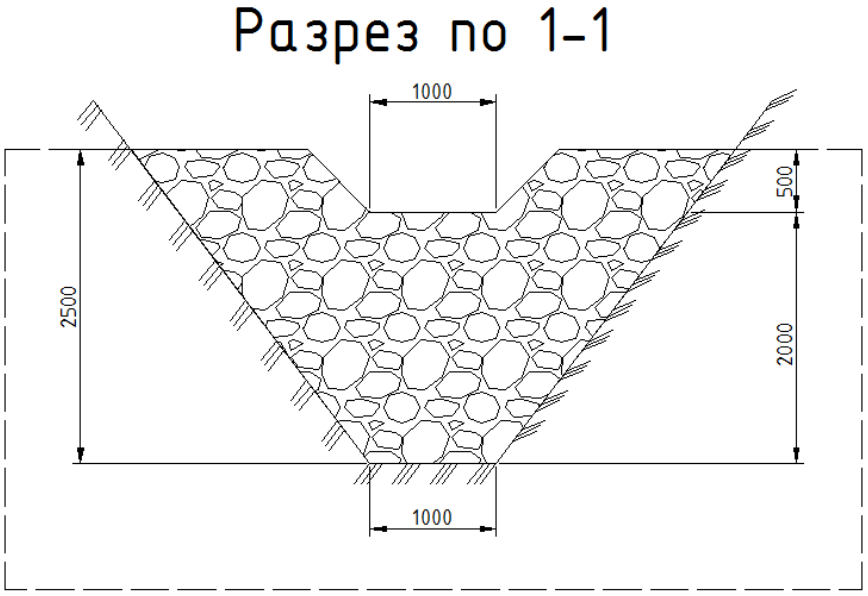
$$\Delta h = \frac{H_з \cdot J_ф}{J_ф - J_Д} = \frac{2 \cdot 0,015}{0,015 - 0,005} = 3 \text{ м} \quad (7.5)$$

Общее количество запруд находим по соотношению:

$$N = \frac{H_1 - H_2}{\Delta h} = \frac{120 - 89,7}{3} = 10 \quad (7.6)$$

где N – количество запруд в зоне оврага, шт.; H_1 – отметка дна оврага у вершинного перепада, м; H_2 – отметка дна в устье, м.

Чертеж каменных запруд выполняем в масштабе М 1:50 и 1:100 (рис. 8).



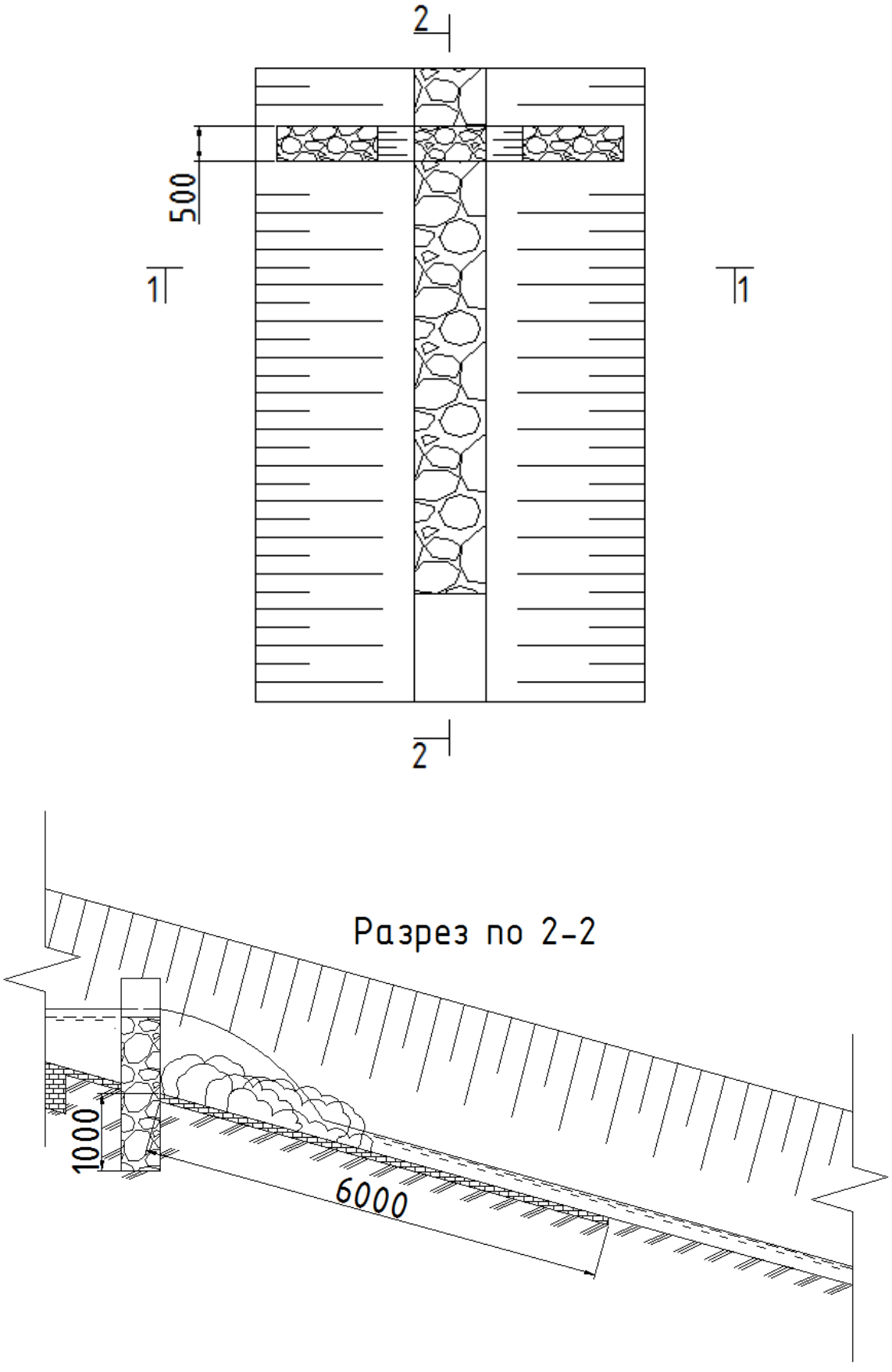


Рисунок 8 - Каменная запруда

Заключение

Цель курсового проекта достигнута, задачи выполнены, получены следующие результаты: запроектирована система инженерной защиты территорий;

- длина водозадерживающего вала равна 2500 м., а общая высота – 2,3 м.
- длина распылителя стока – 20 м.
- общая ширина террасы равняется 4,52 м., а общая протяженность – 2212,39 м.
- общая высота вала с широким основанием – 1 м., а расстояние между осями равно 514,5 м.
- ширина лотка быстротока равна 1,5 м., глубина потока – 0,54 м.
- параметры плетневой запруды равны: длина – 5,91 м.; расстояние между запрудами – 100 м.; количество запруд равно 20.
- параметры каменной запруды: высота – 2 м.; расстояние между запрудами – 200 м.; количество равно 10.

Список литературы

1. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2203

2. Нестеров М. В. Гидротехнические сооружения: учебник / Нестеров М. В. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2015 г.

3. Абдразаков Ф.К., Панкова Т.А., Михеева О.В., Орлова С.С. Природоохранные гидротехнические сооружения: учебное пособие// Ф.К. Абдразаков, Т.А. Панкова, О.В. Михеева, С.С. Орлова – ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов. Издательский центр «Наука», 2018 – 103с.

4. Инженерная защита территорий и сооружений: учебное пособие// Ф. К. Абдразаков, О. В. Михеева, Е. Н. Миркина. – ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2019. – 167 с., илл.

Приложение

Задания к курсовому проекту

Задания к курсовому проекту выписывает руководитель курсового проектирования в произвольном порядке во избежание повторяющихся из года в год работ.

Вариант	Водосборная площадь, км^2	Грунт	Высота перепада в вершине оврага,м	Откосы канавы	Отметка дна оврага в устье
1	10,5	супесь	4,7	Не закрепляемые	178
2	9,7	суглинок	5,3	закрепляемые	180,5
3	5,4	песчаный	4,2	закрепляемые	90,2
4	0,7	суглинок	5,5	Не закрепляемые	191,2
5	0,07	песчаный	3,8	Не закрепляемые	90,2
6	7,4	песчаный	4,9	закрепляемые	90
7	0,08	супесчаный	3,9	Не закрепляемые	96,8
8	5,8	песчаный	3,7	Не закрепляемые	92,7
9	10,1	супесь	5,2	закрепляемые	89
10	1,4	песчаный	5,8	закрепляемые	88
11	2,1	песчаный	3,3	Не закрепляемые	93,4
12	2,7	супесь	3,4	Не закрепляемые	93,7
13	3,8	суглинок	4,1	Не закрепляемые	92,8
14	9,8	супесь	5,4	закрепляемые	180,3
15	10	песчаный	5,7	закрепляемые	89,7
16	1	супесь	3,7	Не закрепляемые	90
17	1,1	суглинок	4,3	Не закрепляемые	90,5
18	4,4	песчаный	5,2	закрепляемые	100,2
19	0,8	суглинок	3,5	Не закрепляемые	191,2
20	0,58	песчаный	4,8	Не закрепляемые	90,2
21	3,4	песчаный	3,9	Не закрепляемые	90
22	1,08	супесчаный	3,9	Не закрепляемые	96,8
23	2,8	песчаный	3,7	Не закрепляемые	92,7
24	1,1	супесь	5,2	закрепляемые	89
25	2,4	песчаный	5,8	закрепляемые	88
26	3,1	песчаный	3,3	Не закрепляемые	93,4
27	3,7	супесь	3,4	закрепляемые	93,7
28	2,8	суглинок	4,1	закрепляемые	92,8
29	4,8	супесь	5,4	закрепляемые	180,3
30	4	песчаный	5,7	закрепляемые	89,7
31	5,5	супесь	4,7	Не закрепляемые	178 м
32	5,7	суглинок	5,3	закрепляемые	110,5 м
33	4,4	песчаный	4,2	закрепляемые	90,2 м
34	2,7	суглинок	5,5	закрепляемые	101,2 м
35	0,27	песчаный	3,8	закрепляемые	90,2 м
36	6,4	песчаный	4,9	Не закрепляемые	90
37	0,68	супесчаный	3,9	Не закрепляемые	96,8
38	5,1	песчаный	3,7	Не закрепляемые	92,7

39	3,1	супесь	5,2	закрепляемые	89
40	2,4	песчаный	5,8	закрепляемые	88
41	6,1	песчаный	3,3	закрепляемые	93,4
42	5,7	супесь	3,4	Не закрепляемые	93,7
43	6,18	суглинок	4,1	закрепляемые	92,8
44	7,8	супесь	5,4	закрепляемые	103,3
45	7	песчаный	5,7	закрепляемые	89,7
46	5,5	супесь	4,7	Не закрепляемые	100 м
47	6,7	суглинок	5,3	закрепляемые	104,5 м
48	5,4	песчаный	4,2	Не закрепляемые	90,2 м
49	4,7	суглинок	5,5	Не закрепляемые	91,2 м
50	0,47	песчаный	3,8	Не закрепляемые	90,2 м
51	4,4	песчаный	4,9	закрепляемые	90
52	0,88	супесчаный	3,9	Не закрепляемые	96,8
53	5,4	песчаный	3,7	Не закрепляемые	92,7
54	4,1	супесь	5,2	закрепляемые	89
55	6,4	песчаный	5,8	закрепляемые	88
56	6,1	песчаный	3,3	Не закрепляемые	93,4
57	7,7	супесь	3,4	Не закрепляемые	93,7
58	6,8	суглинок	4,1	Не закрепляемые	92,8
59	3,8	супесь	5,4	закрепляемые	96,3
60	2,3	песчаный	5,7	закрепляемые	98,7