

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Уральский государственный лесотехнический университет

Кафедра лесных культур и мелиораций

М.А. Матвеева

ГИДРОМЕЛИОРАЦИЯ ЛАНДШАФТА

Методические указания к выполнению курсовой работы по проектированию плотинного пруда для студентов очной и заочной форм обучения.

Направление 6562 – Лесное хозяйство и ландшафтное строительство.

Специальности 250201 – Лесное хозяйство, 250100 – Лесное дело, 250203 – Садово-парковое и ландшафтное строительство.

Дисциплина – Гидромелиорация ландшафта

УГЛТУ
Абонемент
учебно-методической
литературы

Екатеринбург
2006

Печатается по рекомендации методической комиссии ЛХФ.
Протокол № 1 от 10 ноября 2004 г.

Рецензент – доцент кафедры лесных культур и мелиораций,
канд. с.-х. наук В.Н. Денек

Научная библиотека
УГЛТУ
г. Екатеринбург

Редактор Л.И. Маликова

Подписано в печать	13.02.06	Поз. 11
Плоская печать	Формат 60x84 1/16	Тираж 150 экз.
Заказ № 73	Печ. л. 2,79	Цена 9 руб 60 коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

ПРЕДИСЛОВИЕ

В соответствии с программой курса «Гидромелиорация ландшафта» для лучшего его усвоения и овладения практическими приемами решений задач гидроресомелиорации студенты очной и заочной формы обучения специальностей 250201, 250100, 250203 выполняют курсовую работу по проектированию плотинного пруда. Для этого каждому студенту выдается топооснова и индивидуальное задание с необходимыми для проектирования плотины и пруда сведениями.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки объемом 30-45 страниц, включая рабочие чертежи. Пояснительная записка должна состоять из введения и основных разделов, списка литературы. Текст пояснительной записки размещается на листах писчей бумаги формата А4 и может быть выполнен рукописно или в печатном варианте (14 пт, 1,5 инт., поля 2,5 см).

Графическая часть выполняется в туши и цвете по ГОСТ 21.103-78 с необходимыми основными надписями (угловой штамп) и выделенным рабочим полем листа.

СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ

Глава 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРУДА

- 1.1. Выбор места под пруд
- 1.2. Определение объема (весеннего) стока
- 1.3. Определение емкости пруда
- 1.4. Водохозяйственный расчет пруда

Глава 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛОТИНЫ

- 2.1. Выбор и обоснование типа плотины
- 2.2. Выбор и расчет параметров плотины
- 2.3. Поперечный профиль плотины
- 2.4. Продольный и поперечный профили пруда
- 2.5. Продольный профиль плотины

Глава 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОСБРОСНОГО СООРУЖЕНИЯ

- 3.1. Расчет максимального расхода водосброса
- 3.2. Гидравлический расчет водосбросного сооружения
- 3.3. Расположение водосброса на плане
- 3.4. Продольный профиль водосброса

Глава 4. СТРОИТЕЛЬСТВО ПЛОТИНЫ

- 4.1. Технология строительства плотины
- 4.2. Расчет объема земляных работ
- 4.3. Эксплуатация пруда и плотины

Глава 5. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОЕКТА

- 5.1. Смета затрат на строительство
- 5.2. Паспорт проекта

ВВЕДЕНИЕ

Во введении к курсовой работе основное место должно быть отведено естественно-исторической характеристике района расположения проектируемого сооружения, его гидрографической сети, описанию ландшафта водосборной площади балки (реки, ручья), ее рельефа, климата, почв, растительного покрова, экономики района.

Далее должен следовать вывод о необходимости проектирования и строительства гидротехнического сооружения (плотинного пруда), исходя из хозяйственных целей (противопожарное обеспечение водой, орошение питомника, теплиц и других объектов, бытовое водопотребление, разведение рыбы и пр.).

ГЛАВА 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРУДА

1.1. Выбор места под пруд

При проектировании пруда его располагают недалеко от места потребления воды, а из санитарных соображений – выше населенного пункта с учетом топографических и гидрографических условий и экономических требований.

При выборе места необходимо изучить ложе будущего пруда, которое должно отвечать следующим условиям:

- 1) пруд должен иметь достаточную для его заполнения водой водосборную площадь;
- 2) продольный уклон балки в зоне пруда должен быть около 0,007, так как при большем уклоне требуется устройство более высокой плотины;
- 3) крутизна берегов будущего пруда должна быть 30-50°, чтобы при крутых берегах возможно их разрушение, а при очень пологих образуется обширная зона мелководья, благоприятная для зарастания и развития малярийных комаров;
- 4) для уменьшения потерь на фильтрацию воды ложе пруда должно состоять из маловодопроницаемых грунтов (глины, суглинки).

При выборе места под створ плотины учитывают:

- 1) местоположение карьеров для разработки грунтов, используемых при строительстве плотины. Желательно, чтобы карьер располагался по рельефу выше плотины и имел пригодный для отсыпки плотины грунт;
- 2) следует предусмотреть возможность надежного и прочного размещения водосбросных и водопропускных сооружений для сброса излишней воды из пруда в обход или через плотину;
- 3) недопустимо иметь при сбросе воды из пруда значительные скорости вдоль верхового откоса плотины;
- 4) предусмотреть возможность трассировки полотна дороги по гребню плотины;
- 5) учесть устойчивость и надежность грунтов у основания плотины;
- 6) не допустить выход грунтовых вод в основание плотины.

Основные требования к земляной плотине сводятся к следующему:

- 1) для уменьшения объема земляных работ плотину располагают в наиболее узкой части балки (рис. 1);
- 2) продольная ось плотины должна быть перпендикулярна горизонталям склона;
- 3) выше плотины не должно быть действующих оврагов или они должны быть закреплены.

М 1:2500

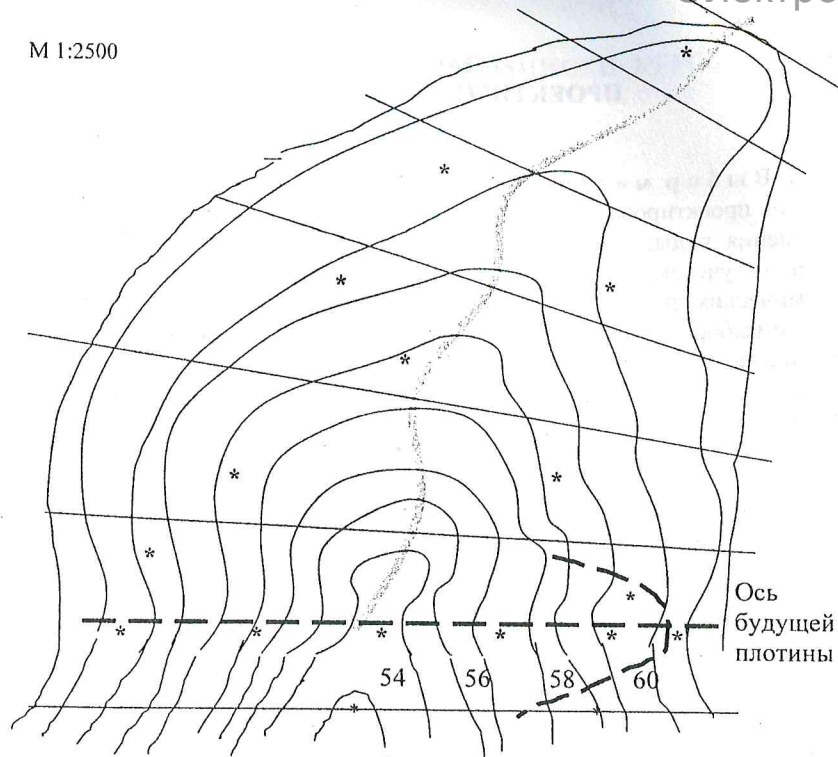


Рис. 1. План участка: * — места закладки шурфов;
 ————— — нивелирные ходы

После того, как место под пруд выбрано, проводят изыскания. В первую очередь исследуют грунты на такую глубину, чтобы захватить 1,5-2-метровый водонепроницаемый слой. Для этого устраивают скважины на дне и берегах балки и роют шурфы: не менее 3 по оси будущей плотины, 2-3 по оси водослива и 8-12 на дне и берегах балки под будущим прудом. По шурфам устанавливают строение и род почвогрунтов, определяют механический состав и водопроницаемость отдельных слоев.

Если в результате исследований будет установлено, что почвогрунты позволяют создать в данном месте пруд, то производят теодолитную съемку и нивелировку балки. По дну балки прокладывают нивелир-теодолитный ход, с разбивкой пикетов через 50-100 м, а также на поворотах. От главного хода через 50-100 м разбивают поперечники, на которых также разбивают пикеты через 10-50 м в зависимости от рельефа. Нивелировкой захватывают полосу длиной 100 м ниже оси плотины.

Главный нивелирный ход заканчивают на берегах балки на 200 м выше предполагаемого зеркала пруда, а поперечники заканчивают на берегах балки на 2-3 м выше (по высоте) предполагаемого уровня воды. Отдельный ход прокладывают по оси водослива с установкой пикетов через 10-20 м и разбивкой поперечников от них длиной 10 м в каждую сторону. На всех линиях проводят двойную нивелировку. Привязка осуществляется минимум к одному реперу, расположенному вблизи плотины.

После этого определяют величину водосборной площади (по карте и в натуре), уточняют площади затопления и подтопления, намечают места для карьеров, выбирают тип плотины и вид водосбросного сооружения, уточняют расчетные модули стока, выявляют древесные породы для обсадки пруда, тип крепления откосов.

По материалам изысканий составляют проект пруда и плотины.

В курсовой работе студентам необходимо дать характеристику своего участка по индивидуальному заданию в соответствии с приведенными выше требованиями к расположению плотины, пруда, водосброса, карьеров и т.д.

1.2. Определение объема (весеннего) стока

На территории Урала пруды наполняются водой часто за счет снеготаяния. Сток воды в этот период составляет 60-70% от годового. Приток воды в пруд от дождей сравнительно мал и очень непостоянен.

Расчет объема весеннего стока ведут на определенную обеспеченность. Так, если вода из пруда используется главным образом для орошения, то наполнение пруда обычно рассчитывается на сток 80%-й обеспеченности. Если же пруд устраивают для целей водоснабжения, когда требуется обеспечить большую гарантию водопотребления, его рассчитывают на сток 97%-й обеспеченности.

Объем воды, поступающий с водосбора рассчитывают по формуле

$$W = F h \delta \sigma = 3680000 \cdot 0,6 \cdot 0,64 \cdot 0,57 = 805478 \text{ м}^3, \quad (1)$$

где W — объем весеннего стока, м^3 ;

F — площадь водосбора, м^2 ;

h — мощность снега перед весенним снеготаянием, м;

δ — плотность снега;

σ — коэффициент стока.

Площадь водосбора берется по плановым материалам, а при их отсутствии определяется в натуре. Мощность и плотность снега берутся по данным ближайших метеостанций или определяют в натуре.

Коэффициент стока берется 0,4-0,5 для облесенных водосборов и 0,6-0,65 для водосборов, не покрытых лесом.

В случае устройства пруда на постоянном водотоке (реке, ручье) объем воды, поступающей в пруд, определяется по формуле

$$W = 31536qF, \quad (2)$$

где W — суммарный сток за год, м³;
 q — среднегодовой модуль стока, л/с га;
 F — площадь водосбора, м².

Переход от среднего объема стока к объему стока заданной обеспеченности $W_{p\%}$, осуществляется через модульный коэффициент $K_{p\%}$.

$$W_{p\%} = WK_{p\%}. \quad (3)$$

Модульный коэффициент определяется по значениям коэффициента вариации C_V (прил.3) и коэффициента асимметрии $C_S = 2C_V$.

$$K_{p\%} = \Phi_{p\%} C_V + 1 = (-1,20) \cdot 0,3 + 1 = 0,64, \quad (4)$$

где $\Phi_{p\%}$ — отклонение ординаты кривой обеспеченности Пирсона III типа от середины берется по таблице Фостера-Рыбкина (прил.4).

$$W_{90\%} = 805478 \cdot 0,64 = 515506 \text{ м}^3.$$

Сток воды в пруд может быть увеличен также за счет накопления снега на водосборной площади путем ее облесения, применения кулисных паров и т.д.

В курсовой работе необходимо рассчитать объем стока заданной обеспеченности по соответствующей формуле.

1.3. Определение емкости пруда

На плане с горизонталями (см. рис. 1) намечается расположение оси плотины. Место для плотины выбирают по возможности в суженной части балки, чтобы емкость образующегося пруда была возможно больше, а зеркало пруда во избежание лишних потерь на испарение возможно меньше. Если предусматривается орошение питомника, то желательно, чтобы он был расположен ниже пруда, что обеспечит поступление воды на него самотеком без затрат на устройство насосно-силовой установки.

Расчет объема воды в пруду

С помощью планиметра (или другим способом) на плане участка в горизонталях вычисляют площадь зеркала пруда. Вычисления производят

для каждой горизонтали плана от намеченной оси плотины вверх по тальвегу. Объем чаши ниже нижней горизонтали определяется по формуле

$$V_{54} = 1/3 S_{54} \cdot H, \quad (5)$$

где H — вертикальное расстояние от дна тальвега у плотины до нижней горизонтали (отметка дна пруда у плотины находится интерполяцией, например, 0,4 м);

S_{54} — площадь зеркала, ограниченная нижней горизонталью (54-й).

Остальной объем чаши водохранилища вычисляют, складывая объемы между каждой парой соседних горизонталей. Для этого находят среднюю площадь соседних горизонталей и умножают на вертикальное расстояние между ними, то есть, если горизонтали расположены через 1 м, то и расстояние между ними равно 1 м.

$$V_{54-55} = S_{cp 54-55} \cdot H. \quad (6)$$

Полученные результаты сводятся в табл. 1.

Таблица 1

Определение объемов воды в пруду

Отметки горизонталей	Площадь, ограниченная горизонталью, м ²	Средняя площадь, м ²	Толщина слоя воды, м	Объем воды между плоскостями 2-х смежных горизонталей, м ³	Объем воды, соответствующий отметке данной горизонтали, м ³
1	2	3	4	5	6
54	5439		0,4	725	725
55	9875	7657	1	7657	8382
56	14101	11988	1	11988	20370
57	26210	20155	1	20155	40525
58	34689	30649	1	30649	71174
59	46764	40727	1	40727	111901
60	70225	58494	1	58494	170395
61	80869	75547	1	75547	245942

Топографическая характеристика пруда

По данным табл. 1 строят кривые, характеризующие зависимость объема пруда и площади зеркала воды с отметками горизонталей. Совмещенные на одном графике батиграфические кривые называются топографической характеристикой пруда (рис. 2).

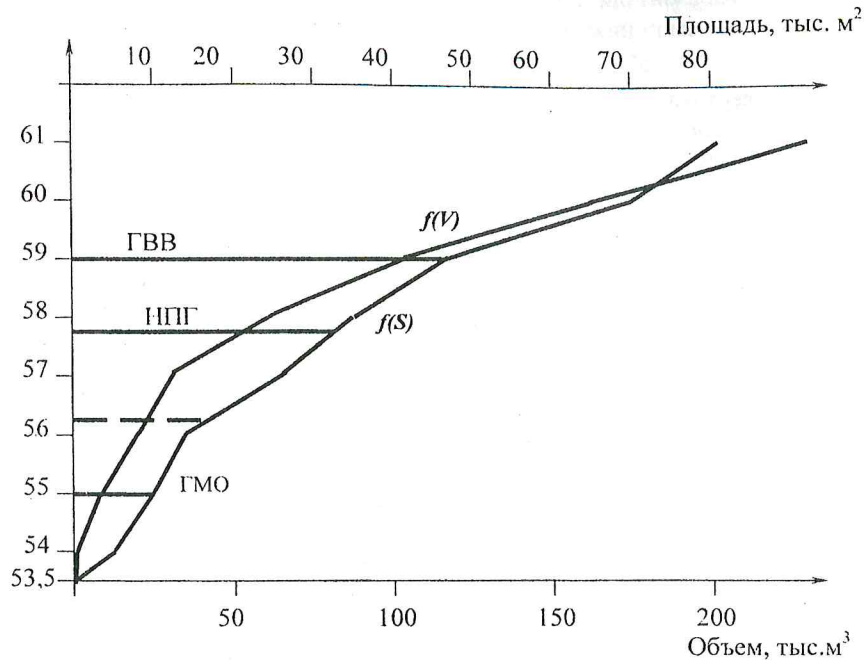


Рис. 2. Топографическая характеристика пруда

Для построения топографической характеристики по вертикальной оси графика (оси ординат) откладывают отрезки горизонталей в масштабе (например, 1:50, 1:100), а по горизонтальной (оси абсцисс) — площади (по данным колонки 2) и объемы (по данным колонки 6) в произвольном масштабе.

Топографическая характеристика строится на миллиметровой бумаге формата А4.

1.4. Водохозяйственный расчет пруда

Водохозяйственный расчет пруда включает в себя расчет характерных объемов воды: полезного объема, мертвого, объема потерь, резервного объема.

Полезный объем

Полезный объем пруда ($V_{полезн}$) включает количество воды, которое идет на удовлетворение нужд водоснабжения населенного пункта ($V_{быт}$), орошение питомников ($V_{орош}$), для противопожарных целей ($V_{пож}$) и называется **полезной водоотдачей пруда**.

$$V_{полезн} = V_{орош} + V_{пож} + V_{быт} \text{ м}^3. \quad (7)$$

Расчет воды на орошение питомника определяется по формуле

$$V_{орош} = FM_{ср}, \quad (8)$$

где F — орошаемая площадь, га;

$M_{ср}$ — оросительная норма, м³/га.

Оросительные нормы для полива питомников колеблются в довольно широком интервале. Это зависит и от района расположения объекта, ассортимента выращиваемых культур и их возраста, почвогрунтов, влажности года и других факторов. Поэтому, ориентировочно, оросительную норму для лесных питомников Урала можно принимать в пределах 1,5-2,5 тыс. м³/га.

Расчет воды на бытовые нужды в населенном пункте определяется исходя из расхода воды на одного человека и количества населения (аналогично для целей животноводства). Объем на водоснабжение и тушение пожаров рассчитывается по нормам водопотребления СНиП П-30-76 (данные берутся в соответствующих справочниках).

Например, если пруд проектируется для целей орошения и пожаротушения, то в этом случае

$$V_{полезн} = V_{орош} + V_{пож} = 22000 + 7500 = 29500 \text{ м}^3.$$

Мертвый объем

Величину мертвого объема пруда определяют:

1) по количеству наносов, поступающих в пруд с водосборной площади; по санитарным нормам в целях уменьшения прогрева воды в летнее время и снижения процессов разложения и гниения растительных и животных остатков в пруду постоянно должно быть не менее 0,5-1,0 м воды;

2) по минимальной толщине слоя воды в пруду при рыборазведении (при разведении зеркального карпа и линия слой воды в пруду должен быть не менее 0,5 м); так как дно пруда наклонно, то толщина мертвого слоя в наиболее глубоком месте у плотины должна быть 2-3,5 м;

3) по глубине промерзания воды (0,5-1,5 м): дно пруда не должно промерзать, так как в нем образуются трещины, вызывающие утечку воды.

При предварительном расчете мертвый объем ($V_{мо}$) принимается равным 15 % от полезного объема:

$$V_{мо} = 0,15 V_{полезн} = 0,15 \cdot 29500 = 4425 \text{ м}^3.$$

Расчитанную величину мертвого объема откладывают на топографической характеристике по кривой объемов и определяют глубину воды, соответствующую предварительно рассчитанному мертвому объему. Если глубина воды составит не менее, например, 1,5 м (глубина мертвого уровня устанавливается с учетом санитарных требований и целей проектирования пруда), то мертвый объем оставляют вычисленной величиной. Если же глубина меньше принятого уровня, то горизонт мертвого объема устанавливается на уровне 1,5-2,0 м. На топографической характеристике указывают уточненную отметку горизонта мертвого объема (ГМО) и определяют величину мертвого объема.

$$V_{мо} = 8382 \text{ м}^3.$$

Сумма мертвого и полезного объемов составит промежуточную величину — расчетный объем

$$V_{расч} = 8382 + 29500 = 37882 \text{ м}^3.$$

Расчетный объем откладывают на топографической характеристике и определяют по батиграфической кривой площадь зеркала воды на горизонте мертвого объема и уровне рассчитанного объема для дальнейших расчетов.

$$S_{змо} = 9875 \text{ м}^2;$$

$$S_{расч} = 15000 \text{ м}^2.$$

Объемы потерь

Потери воды из пруда определяют для того, чтобы установить, сколько воды можно взять из него для полезного потребления. Вода, накопленная в пруду, не может быть полностью использована для полезных целей, так как часть ее теряется, поэтому при определении объема потерь учитываются потери на испарение, фильтрацию, заиление и льдообразование

$$V_{потерь} = V_{исп} + V_{ф} + V_{з} + V_{льд}. \quad (9)$$

Потери воды на испарение ($V_{исп}$) с водной поверхности (испаряемость) зависят от температуры воды и воздуха, влажности воздуха и скорости ветра. Слой потерь на испарение можно определить по специальным картам или по формуле

$$V_{исп} = \Pi_{исп} \cdot \frac{S_{змо} + S_{по}}{2}, \quad (10)$$

где $\Pi_{исп}$ — слой воды на испарение определяется по карте изолиний испарения (Б.Д.Зайкова) или принимается для лесной зоны 0,4-0,5 м, лесостепной — 0,6, степной — 0,7-0,8 м.

$S_{змо}$ — площадь зеркала воды на горизонте мертвого объема, м^2 ;
 $S_{расч}$ — площадь зеркала воды на горизонте расчетного объема, м^2 .

$$V_{исп} = 0,5 \cdot \frac{9875 + 28000}{2} = 9468 \text{ м}^3.$$

Потери на испарение при облесении территории вокруг пруда сокращаются на 15-20 % вследствие снижения скорости ветра и повышения влажности воздуха в зоне пруда.

Потери на фильтрацию ($V_{ф}$) рассчитывают по формуле (10), подставляя вместо слоя воды на испарение ($\Pi_{исп}$) величину слоя воды на фильтрацию ($\Pi_{ф}$). Фильтрация воды из пруда происходит через тело плотины, в обход нее, под плотиной, через ложе пруда, и величина ее зависит от водопроницаемости и механического состава грунта, формы берегов. По рекомендациям М.В.Потапова приблизительно слой фильтрационных потерь в год можно принимать по табл. 2.

Таблица 2

Потери воды на фильтрацию из прудов

Гидрологические условия балки	Величина фильтрации в год	
	Слой воды, м	От объема пруда, %
Водонепроницаемые грунты при близком залегании грунтовых вод (хорошие условия)	0,5	5-10
Слабоводопроницаемые грунты (средние условия)	0,5-1,0	10-20
Хорошо водопроницаемые неводоносные грунты (плохие условия)	1,0-2,0	20-40

$$V_{ф} = 0,6 \cdot 12437,5 = 7462 \text{ м}^3.$$

Потери воды за счет заиления ($V_{з}$) зависят от состояния водосбора, степени его распаханности и облесенности. При облесенном нераспаханном водосборе средний слой заиления ($\Pi_{з}$) равен 1,7-4,0 см в год, при распаханном водосборе заиление может достигать 20-22 см в год. С целью уменьшения твердого стока и заиления прудов целесообразно

оставлять нераспаханную (20-30 м) полосу вокруг пруда и проводить облесение берегов балки. Потери на заилнение также рассчитывают по формуле (10)

$$V_{\phi} = 0,04 \cdot 12437,5 = 498 \text{ м}^3.$$

Потери на льдообразование ($V_{\text{льд}}$) зависят от климатических факторов, обычно слой воды на льдообразование принимают равным 0,5-1,2 м и рассчитывают (по формуле 10) в том случае, если пруд проектируется для бытовых нужд и водопотребления.

Объемы потерь суммируют по формуле (9)

$$V_{\text{потерь}} = 6219 + 7462 + 498 = 14179 \text{ м}^3.$$

Общий полезный объем пруда складывается из мертвого и полезного объемов, объема потерь.

$$V_{\text{НПГ}} = V_{\text{мо}} + V_{\text{полезн}} + V_{\text{потерь}} = 8382 + 29500 + 14179 = 52061 \text{ м}^3.$$

Найденный объем откладывается на топографической характеристике, уровень воды называют *нормальным подпорным горизонтом* (НПГ). Это высший подпорный уровень, который плотина может поддерживать в течение длительного времени при нормальной эксплуатации всех сооружений.

По графику определяют площадь зеркала воды на этом горизонте.

$$S_{\text{НПГ}} = 30000 \text{ м}^2.$$

Резервный (форсировочный) объем

В результате весеннего снеготаяния, выпадающих длительных ливней с водосборной площади в пруд может поступать большое количество воды. В этом случае объем притока будет превышать расход воды, и вода в пруду может подниматься над НПГ. Объем форсировки (резервный объем), располагающийся выше НПГ, служит для сохранения паводковых вод, пропускаемых через водосбросные сооружения. Наивысший горизонт при пропуске наибольшего весеннего паводка называют максимальным подпорным или *горизонтом высоких вод* (ГВВ).

Увеличение отметки ГВВ над НПГ повышает высоту, а, следовательно, стоимость сооружения плотины. Однако при этом снижается стоимость водосбросного сооружения (за счет уменьшения его размеров, рассчитываемых на меньший расход). Уменьшение сбросного расхода объясняется регулирующим влиянием пруда, так в пруду между НПГ и ГВВ временно задерживается часть объема паводка. При объеме пруда ниже НПГ менее 30 тыс. м³ на форсировку целесообразно (экономически)

добавлять до 0,5 м; при объеме 30-100 тыс. м³ — до 1,0 м; при объеме более 100 тыс. м³ — до 1,5 м.

Таким образом, полный объем пруда складывается из объема на НПГ и резервного объема.

$$V_{\text{ГВВ}} = V_{\text{НПГ}} + V_{\text{фор.}}$$

Установив на топографической характеристике уровень (горизонт) высоких вод определяют площадь и объем пруда

$$S_{\text{ГВВ}} = 40000 \text{ м}^2;$$

$$V_{\text{ГВВ}} = 90000 \text{ м}^3.$$

В курсовой работе необходимо построить топографическую характеристику пруда, выполнить по ней водохозяйственный расчет по своему заданию в порядке, описанном выше. Данные, которые выбираются для расчетов необходимо комментировать. На плане балки необходимо синим цветом обвести горизонталь на уровне мертвого объема, на уровне НПГ и ГВВ (прил. 5).

ГЛАВА 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛОТИНЫ

2.1. Выбор и обоснование типа плотины

Тип земляной плотины выбирается в зависимости от наличия и качества местных грунтов, способов производства работ и залегания водоупора в месте устройства плотины. Как правило, в плотину укладывают грунт, вынутый при устройстве водосбросного канала.

В лесном и сельском хозяйстве наибольшее распространение получили плотины из однородных грунтов (рис. 3, а), или с противифльтрационными устройствами (рис. 3, б, в, 4, а, б, в).

Для **однородной плотины** наиболее приемлемым грунтом считается средний и тяжелый суглинок. Чистая глина при насыщении водой набухает и оплывает, а при высыхании дает трещины, что приводит к разрушению тела плотины. Песчаные же грунты обладают высокой фильтрационной способностью. Проектируется однородная плотина на маловодопроницаемых (глинистых или суглинистых) грунтах толщиной не менее трех метров.

Фильтрующаяся вода является не только потерей прудовой воды, но она также выносит с собой мелкие частицы грунта из основания, ослабляя его и вызывая оседание низа плотины, образование в ней трещин, что в конечном итоге ведет к разрушению плотины.

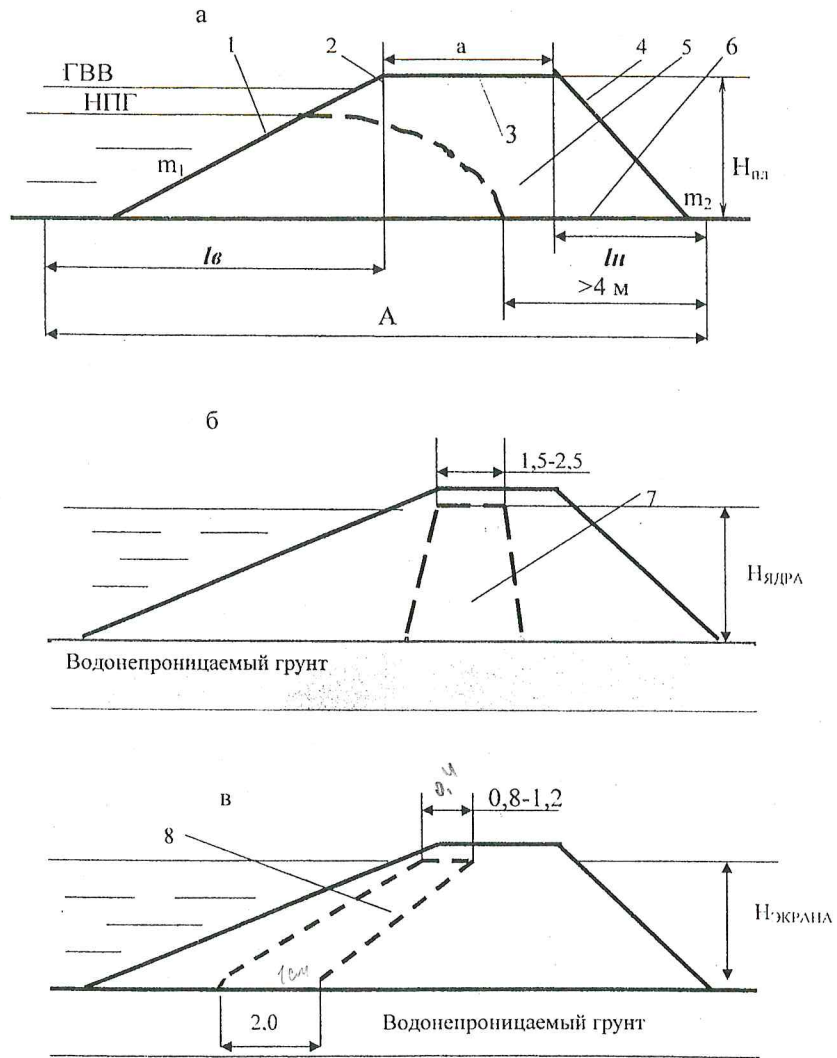


Рис. 3. Типы земляных насыпных плотин: а – из однородного грунта; б – с ядром; в – с экраном:

1 – верховой (мокрый) откос, $m_1=2$; 2 – бровка; 3 – гребень; 4 – низовой (сухой) откос, $m_2=1$; 5 – тело плотины; 6 – подошва; 7 – ядро; 8 – экран

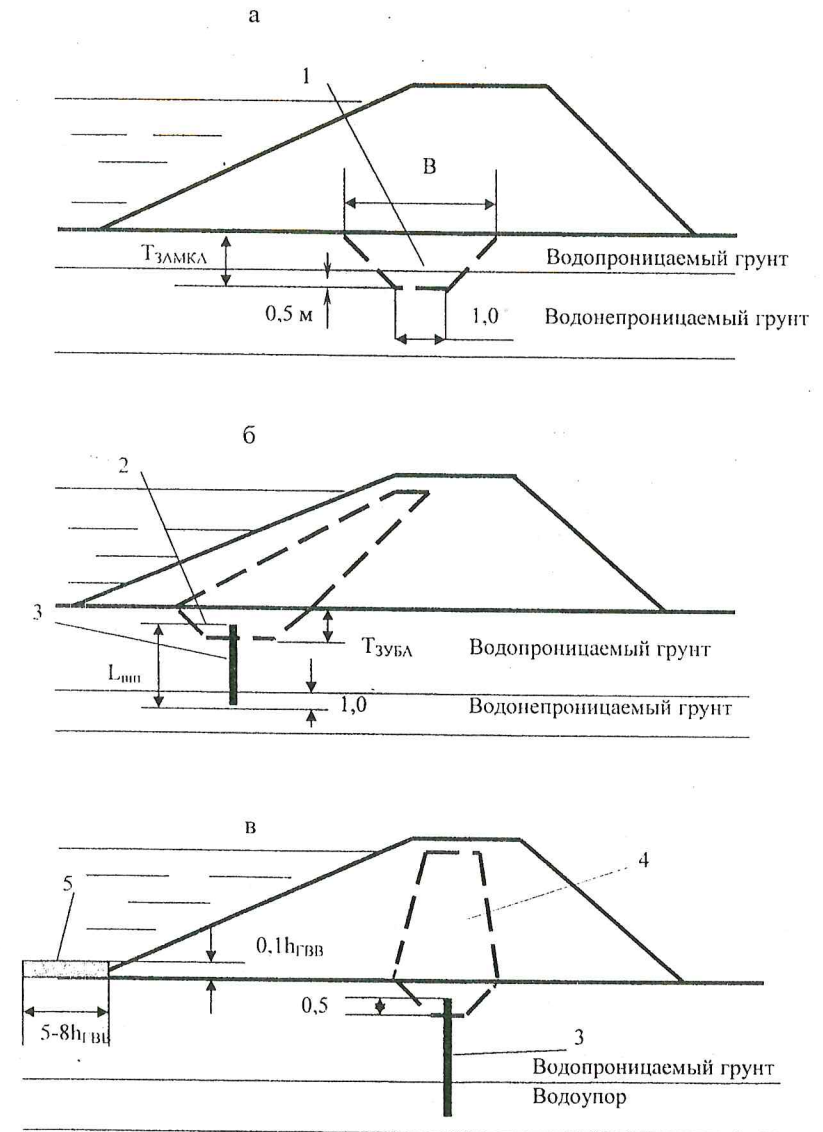


Рис. 4. Типы земляных плотин с противофильтрационными устройствами под плотиной: а – однородная плотина с замком; б – плотина с экраном, зубом и шпунтовым рядом; в – плотина с ядром, зубом и шпунтовым рядом. 1 – замок; 2 – зуб; 3 – шпунтовый ряд; 4 – ядро; 5 – понур

В теле плотины противофильтрационные устройства устраивают в виде ядра или экрана. Под плотиной через водопроницаемое ее основание задерживают фильтрацию воды такие противофильтрационные устройства как замок, зуб со шпунтовым рядом, понур (см. рис. 3, 4).

Ядро – противофильтрационное устройство в виде насыпи внутри тела плотины из маловодопроницаемых грунтов (глина, тяжелый суглинок, см. рис. 3,б). Ядро проектируют для уменьшения фильтрации воды через тело плотины в том случае, если плотина возводится из водопроницаемых грунтов (песчаных, супесчаных, гравелистых).

Ядро в форме трапеции располагается внутри плотины по всей ее длине. Верх ядра делается на уровне ГВВ шириной 1,5-2,5 м. Крутизна откосов принимается такой, чтобы на каждый метр высоты делалось утолщение ядра на 0,1 м. Например, при высоте плотины 6,0 м заложение откоса следует принять 0,6 м.

✓ **Экран** – противофильтрационное устройство, устраиваемое под верховым откосом из хорошо утрамбованной глины в том случае, если грунт плотины способен размываться (см. рис. 3,в). Со стороны пруда экран покрывается слоем 0,7-1,0 гравия или песка. Ширина экрана вверху 0,8 м, внизу – не менее 2 м. Гребень экрана располагается на уровне ГВВ или на 1,0-1,2 м ниже гребня плотины.

Выбор противофильтрационного устройства под плотиной зависит от водопроницаемости грунтов балки в месте плотины и глубины залегания водоупорного горизонта.

✓ **Замок** – противофильтрационное устройство, устраиваемое под плотиной для уменьшения фильтрации воды, если плотина устраивается на водопроницаемых грунтах, а водоупорный пласт начинается на глубине 3 м (см. рис. 4, а).

Замок представляет собой траншею трапецидальной формы, которая прокладывается под всей плотиной и врезается в водоупорный слой на 0,5-0,6 м. Ширина по дну (b) у траншеи принимается 1 м, коэффициенты откосов (m) – 0,5; 0,75; 1,00. Ширина по верху у траншеи рассчитывается по формуле

$$B = b + 2mT. \quad (11)$$

Траншея (замок) заполняется глинистыми или суглинистыми грунтами. Замок располагается под ядром, экраном или от начала гребня плотины.

Зуб со шпунтовым рядом – это противофильтрационное устройство под плотиной проектируется, если плотина возводится на водопроницаемых грунтах мощностью от 3 до 6 м (см. рис. 4, б). Выполняется зуб (траншея, выполненная аналогично замку) глубиной 1,5-2,0 м и в его дно забивается шпунтовый ряд из толстых бревен, брусьев

или досок. Шпунт нижней частью врезается в водоупор на 1 м, верхняя его часть входит в зуб на 0,5 м.

Понур устраивается для усиления действия зуба и шпунта если водоупорный пласт находится на глубине более 6 м. Понур представляет собой слой мятой глины, который укладывается на дно пруда вдоль подошвы верхнего откоса. Толщину понура принимают около 0,1h (h – наибольшая глубина воды перед плотиной, м) и располагают его в сторону пруда на расстоянии равном 5-8h.

Дренаж чаще проектируется в однородных плотинах для предотвращения выноса частиц грунта с фильтрующей водой. Дренаж устраивают со стороны сухого откоса путем насыпки слоями толщиной 15-20 см мелкого, затем крупного песка, далее укладывают слой щебня или гравия, затем мелких и средних камней. По периферии дренажа укладывают дренажные трубки. Ширина дренажного устройства принимается не менее 1 м, а высота не менее 1/4-1/5 высоты плотины.

Примеры выбора типа плотины в зависимости от строительного грунта и грунтов балки приведены в табл. 3.

В курсовой работе необходимо выбрать тип плотины в соответствии с заданием и обосновать его. Например, плотина возводится на водопроницаемом грунте глубиной 2,5 м, следовательно необходимо предусмотреть противофильтрационное устройство под плотиной. Поскольку водоупор расположен на глубине более 2 м для предотвращения фильтрации проектируем зуб глубиной ___ м и шпунтовый ряд высотой ___ м. Или: для насыпи плотины в качестве строительного грунта будет использоваться средний суглинок с ближайшего карьера, поэтому целесообразно выбрать однородную плотину и т.д.

2.2. Выбор и расчет параметров плотины

Для того, чтобы правильно запроектировать плотину необходимо рассчитать ее основные параметры. К ним относятся высота плотины, ширина гребня, коэффициенты откосов, ширина основания плотины (см. рис. 3, а).

Высота плотины

Высота плотины рассчитывается с учетом глубины пруда в самом глубоком месте у плотины ($h_{ГВВ}$), добавляется запас на осадку и запас на волнобой

$$H_{пл} = h_{ГВВ} + h_{волн} + h_{ос}, \quad (12)$$

где $H_{пл}$ – высота плотины, м;

$h_{ГВВ}$ – глубина пруда у плотины на ГВВ, м;
 $h_{волн}$ – запас на волнобой, м;
 $h_{ос}$ – запас на осадку плотины (5-10 % от $h_{ГВВ}$).

Таблица 3

Рекомендуемые типы низконапорных земляных плотин и противofильтрационных устройств

Грунты оснований, мощность, м	Строительные грунты (К – коэффициент фильтрации, м/сут)		
	Пески крупно-, средне-, мелко-зернистые K=1,00-0,75	Легкий суглинок, супесь K=0,05-0,7	Средние и тяжелые суглинки, K=0,005-0,05
Водонепроницаемые (глинистые), 3м и более	Плотина с ядром	Плотина с экраном	Однородная плотина с дренажем и защитным покрытием откосов
Водопроницаемые до 3 м	Плотина с ядром и замком	Плотина с замком и экраном	Однородная плотина с замком, дренажем и защитным покрытием откосов
Водопроницаемые 3-6 м	Плотина с ядром, зубом и шпунтовым рядом	Плотина с экраном, зубом и шпунтовым рядом	Однородная плотина с зубом, шпунтовым рядом и защитным покрытием откосов
Водопроницаемые более 6 м	Плотина с ядром, зубом, шпунтовым рядом и понуром	Плотина с экраном, зубом, шпунтовым рядом и понуром	Однородная плотина с зубом, шпунтовым рядом, понуром и защитным покрытием откосов

Глубина пруда определяется по топографической характеристике пруда (см. рис. 2) от дна пруда у плотины до горизонта высоких вод (ГВВ).

Гребень плотины должен быть выше ГВВ настолько, чтобы волны, поднятые ветром, не набегали на него. Запас на волнобой рассчитывается по формуле Е.А.Замарина или подбирается по табл. 4.

$$h_{волн} = 0,7 + 0,1 Z = 0,7 + 0,1 \cdot 0,355 = 0,74 \text{ м}, \quad (13)$$

где Z - длина по оси пруда, км.

Длина по оси пруда определяется на плане балки с горизонталями от оси плотины до горизонтали уровня ГВВ

$$N_{пл} = 5,4 + 0,74 + 0,1 \cdot 5,4 = 6,68 \approx 6,7 \text{ м}.$$

Таблица 4

Запас высоты плотины на волнобой

Глубина воды у плотины при отметке ГВВ, м	Длина зеркала пруда при отметке ГВВ по нормам к продольной оси, км						
	0,2	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
2-4	0,2	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
до 6	0,75	0,8	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25
6-8	0,85	0,9	0,95	1,02	1,15	1,25	1,35

Ширина гребня

Ширина плотины по гребню принимается в зависимости от высоты плотины и от того, проезжая ли будет плотина (табл. 5, 6).

Таблица 5

Ширина гребня плотины

Высота плотины, м	Ширина гребня, м
до 6	3-4
6-10	4-5
10 и более	5-7

Таблица 6

Ширина гребня плотины для разных категорий дорог

Ширина гребня плотины	Категории дорог общей сети					Сельскохозяйственные дороги	
	I	II	III	IV	V	I группа	II группа
	27,5	15	12	10	8	8,0	8,0-6,5

Гребень плотины делается выпуклым с уклоном 0,03-0,05 в обе стороны для стока дождевой и талой воды. Дорожное полотно покрывается асфальтом, мостовой, гравием; вдоль по краям ставят ограждения.

Коэффициенты откосов

Крутизна откосов плотины характеризуется коэффициентом откоса. Коэффициент откоса – это отношение заложения откоса к высоте плотины или $ctga$.

$$m = \frac{l}{H_{пл}} \quad (14)$$

Коэффициенты откосов зависят от вида грунта и высоты плотины. Мокрый или верховой откос делают более пологим, так как он испытывает давление воды и разрушающее действие волнобоя (табл. 7).

Таблица 7

Коэффициенты заложения откосов низконапорных земляных плотин

Грунты	Коэффициенты откосов при высоте плотины		
	до 5 м	5-10 м	10-12 м
Суглинистые:			
верховой	2,5	2,75	3,0
низовой	1,75	2,0	2,25
Супесчаные:			
верховой	3,0	3,25	3,5
низовой	2,0	2,25	2,5
Песчаные:			
верховой	3,5	3,75	4,0
низовой	2,5	2,75	3,0

Ширина основания плотины

Ширина основания плотины рассчитывается на основании формулы (11) используя выбранные параметры плотины.

$$A = a + H_{пл}(m_в + m_н), \quad (11a)$$

где A – ширина основания плотины, м;

a – ширина гребня плотины, м;

$m_в$ – коэффициент верхового (мокрого) откоса;

$m_н$ – коэффициент низового (сухого) откоса;

$H_{пл}$ – высота плотины, м.

В курсовой работе необходимо выполнить расчеты, приведенные выше выбрав необходимые параметры плотины.

2.3. Поперечный профиль плотины

Поперечный профиль плотины является основным чертежом, отражающим конструкцию плотины. На нем указываются все параметры плотины и размеры противофильтрационных устройств, если они проектируются (см. рис. 3, 4). Чертеж выполняется в масштабе 1:100 (1:200). На чертеже указывается вертикальная шкала с отметками высот, высота плотины, ширина плотины по гребню, отметки гребня и характерных горизонтов воды в пруду (ГМО, НПГ, ГВВ), глубина залегания водоупора, ядро, экран, замок, зуб, шпунт, понур, дренаж (если они проектируются), а также толщина снятого растительного слоя под плотиной. При построении поперечного профиля отдельно для верхового и низового откосов рассчитывается заложение откосов, используя формулу (14).

На поперечном профиле однородной плотины следует нанести линию депрессии, уклон которой в глинах равен 0,5; в суглинках 0,4; в супесях 0,3. С учетом уклона рассчитывается расстояние от конца кривой депрессии до основания сухого откоса. Чтобы плотина была устойчивой, это расстояние должно быть не менее 4 м. При меньшем расстоянии следует увеличить ширину гребня или устроить сухой откос более пологим.

На чертеже указываются размеры противофильтрационных устройств. У ядра и экрана указывается ширина по верху, ширина основания, величина превышения над ГВВ, расположение внутри плотины. У замка, зуба указывается глубина траншеи, коэффициенты откосов траншеи, ширина траншеи по дну, величина заглубления замка или шпунтового ряда в водоупор, размеры дренажа. Пунктиром указывается контур плотины после осадки грунта.

В курсовой работе поперечный профиль плотины выполняется на миллиметровой бумаге черной тушью. В пояснительной записке приводятся все вспомогательные расчеты. Плотина вычерчивается красным цветом на плане балки в масштабе (см. прил. 5).

2.4. Продольный и поперечный профили пруда

Продольный профиль пруда вычерчивается в масштабах горизонтальном 1:5000, вертикальном 1:50 (рис. 5). Для построения профилей используется план балки (см. рис. 1, прил. 4). На чертеже указывается вертикальная шкала с отметками горизонталей. По горизонтальной шкале отмечают расстояния по оси пруда. Вычерчивается дно пруда и отмечаются характерные уровни воды (ГМО, НПГ, ГВВ).

Поперечный профиль пруда вычерчивается также в масштабах горизонтальном 1:5000, вертикальном 1:50 (рис. 6).

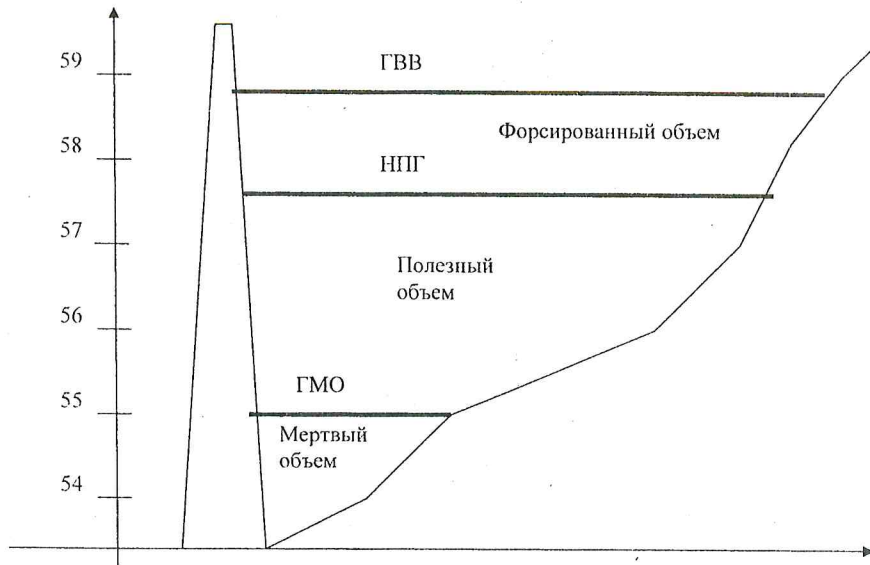


Рис. 5. Продольный профиль пруда

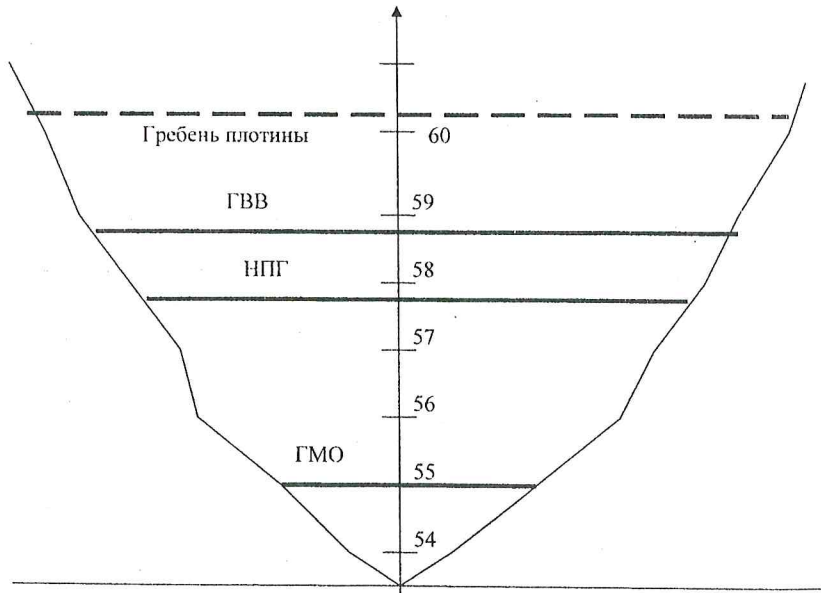


Рис. 6. Поперечный профиль пруда

Для этого по вертикальной оси откладывают отметки горизонталей до гребня плотины. На плане балки (см. рис. 1, прил. 5) замеряют расстояния между горизонталями по оси плотины и вычерчивают профиль пруда в створе плотины.

2.5. Продольный профиль плотины

Продольный профиль плотины или план плотины используется для разбивки плотины на местности. Он представляет собой вид насыпи сверху.

Масштаб принимается горизонтальный 1:1000, 1:2000 (для построения длины плотины), вертикальный 1:100, 1:200 (для построения ширины плотины).

Зная высоту плотины, определяют отметку гребня плотины (см. рис. 5, 6). На плане балки в горизонталях (см. рис. 1, прил. 5) по оси плотины отмечают ее концы согласно отметке гребня. Таким образом, уточняется длина плотины. Затем приступают к непосредственному вычерчиванию плана плотины (рис. 7).

Вначале проводится ось и отмечается длина плотины. Параллельно с обеих сторон намечают бровки гребня так, чтобы расстояние между бровками равнялось принятой ширине гребня плотины.

Подошвы откосов плотины, то есть линии пересечения плоскостей откосов плотины с поверхностью земли, строят следующим образом. С предыдущих чертежей (см. рис. 1, 5, 6) берутся расстояния между горизонталями и откладываются в масштабе по оси плотины. С этого же чертежа берется высота плотины на каждой горизонтали.

Умножением высоты плотины на коэффициент откоса (отдельно верховой и низовой) получают заложение откоса, которое откладывается от бровки гребня плотины перпендикулярно ее оси в месте пересечения с соответствующей горизонталью.

Концы заложений с обеих сторон плотины соединяют прямыми линиями и получают подошвы откосов в виде ломаной линии. Контуры плотины (бровки гребня и подошвы откосов) вычерчиваются жирными линиями. Для обозначения насыпи на рисунке проводятся от бровки гребня перпендикулярно оси плотины чередующиеся короткие и длинные штрихи.

ГЛАВА 3.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОСБРОСНОГО СООРУЖЕНИЯ

3.1. Расчет максимального расхода водосброса

Наибольшие расходы воды получают от снеготаяния или дождей (ливней). Часто ливневый расход превышает расход снеготаяния. В связи с этим водосбросные сооружения рассчитывают на ливневый расход.

Сбросные сооружения (водосбросный канал, водослив, водоспуск) лесохозяйственных и сельскохозяйственных прудов, как правило, рассчитываются на расход 10%-й обеспеченности.

Приближенно максимальный ливневый расход можно определить по формуле Д.Л.Соколовского:

$$Q_{10\%} = B_{10\%} \sqrt{F}, \quad (15)$$

где $B_{10\%}$ — районный параметр, зависящий от географического положения водосбора и обеспеченности; принимается при обеспеченности 10% равным 4 для лесной зоны, для лесостепной — 6, для степной — 8;

F — площадь водосбора, км².

Например, для водосбора площадью 368 га, расположенном в Свердловской области (лесная зона) максимальный ливневый расход составит

$$Q_{10\%} = 4\sqrt{3,68} = 4 \cdot 1,92 = 7,67 \text{ м}^3/\text{с}.$$

С учетом регулирующего влияния пруда расчетный расход водосбросного сооружения ($Q_{расч}$) может быть меньше $Q_{10\%}$:

$$Q_{расч} = Q_{10\%} \left(1 - \frac{V\phi}{V_{пав}}\right) \text{ м}^3/\text{с}, \quad (16)$$

где $V\phi$ — объем форсировки пруда между горизонтами ГВВ и НПП, м³
 $V_{пав}$ — объем воды, поступающей в пруд во время паводка, м³.

Например, объем форсировки составит

$$V\phi = V_{ГВВ} - V_{НПП} = 90000 - 52061 = 37939 \text{ м}^3.$$

Объем паводковых вод рассчитывается по формуле

$$Q_{пав} = 1700 B_{10\%} F, \quad (17)$$

где $B_{10\%}$ — коэффициент дождевых максимумов стока или районный параметр (см. формулу 15);

F — площадь водосбора, м².

Для рассчитываемого примера объем паводковых вод составит

$$Q_{пав} = 1700 \cdot 4 \cdot 3680000 = 2502400,000 \text{ м}^3.$$

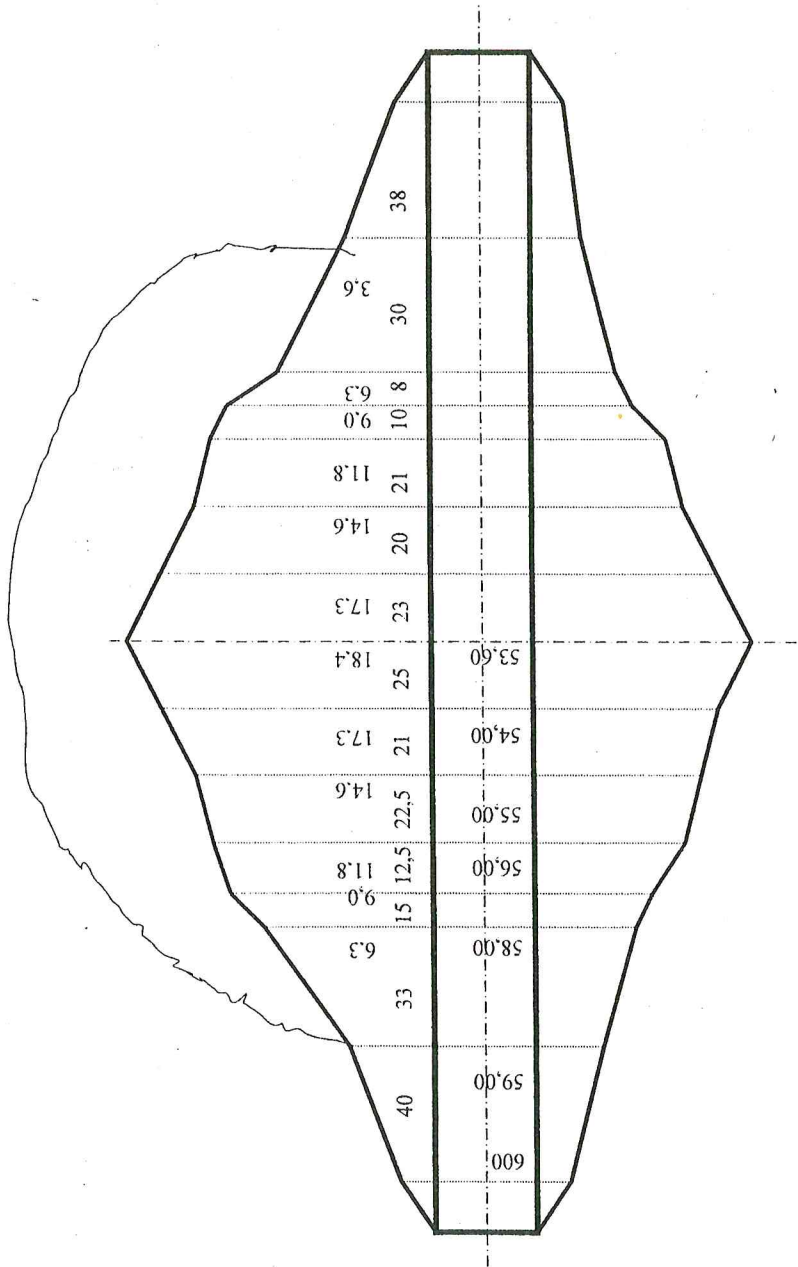


Рис. 7. Продольный план плотины. М_{верт} 1:250, М_{гор} 1:2500

Учет регулирующего влияния пруда позволяет значительно уменьшить размеры водосбросного сооружения, а, следовательно, снизить его стоимость.

Подставляем полученные данные в формулу расчетного расхода

$$Q_{расч} = 7,67 \left(1 - \frac{37939}{2502400000} \right) = 7,67 \text{ м}^3/\text{с}.$$

На небольших прудах, как в приведенном примере, регулирующим влиянием пруда можно пренебречь.

3.2. Гидравлический расчет водосбросного сооружения

В качестве водосброса на прудах устраивают открытый водосбросный канал, водослив или водоспуск.

Канал используют на небольших прудах для сброса небольших расходов воды. Его прокладывают в коренном берегу балки без укрепления дна и откосов. Иногда для обеспечения устойчивости в нижней части канала делают простейшие быстротоки или ступенчатые перепады. В начале канала устраивают льдозадерживающие сооружения.

Гидравлический расчет сбросного канала сводится к определению ширины канала по дну для пропуска максимального расхода при неразрываемой скорости течения воды в канале.

Вначале определяют площадь живого сечения канала, используя формулу расхода воды.

$$Q_{расч} = \omega v_{max} \Rightarrow \omega = \frac{Q_{расч}}{v_{max}}$$

Максимально допустимая скорость течения воды в канале принимается по табл. 8 в зависимости от грунтов. Глубина воды в канале принимается равной разности отметок на ГВВ и НПГ или в среднем 0,5-0,6 м.

Площадь живого сечения канала трапециевидальной формы (рис. 8) определяется по формуле

$$\omega = (b + mh)h, \quad (18)$$

где b — ширина канала по дну, м;
 m — коэффициент заложения откоса;
 h — глубина воды в канале, м.

Из формулы (18) выражают ширину канала по дну

$$b = \frac{\omega - mh^2}{h} \text{ м}. \quad (19)$$

Таблица 8

Максимально допустимая скорость течения воды, м/с

Грунты	Средняя глубина воды в канале, м	
	0,4	1,0
Пески:		
мелкий	0,20-0,35	0,30-0,45
средний	0,35-0,50	0,45-0,60
крупный	0,50-0,60	0,60-0,75
Суглинки:		
легкий	0,60-0,75	0,75-0,85
средний	0,75-0,85	0,85-1,00
тяжелый	0,85-1,00	1,00-1,20
Глина	1,00	1,20

Коэффициент заложения откосов канала принимают в глинистых грунтах — 1,00; в суглинистых — 1,50; в песчаных и супесчаных — 2,00 (рис.8).

Например, рассчитаем ширину канала по дну, проложенного в суглинках ($m=1,50$), со средней глубиной воды в канале $h=1,2$ м:

$$\omega = \frac{Q_{расч}}{v_{max}} = \frac{7,67}{1,20} = 6,39 \text{ м}^2;$$

$$b = \frac{\omega - mh^2}{h} = \frac{6,39 - 1,50 \cdot 1,2^2}{1,2} = 3,5 \text{ м}.$$

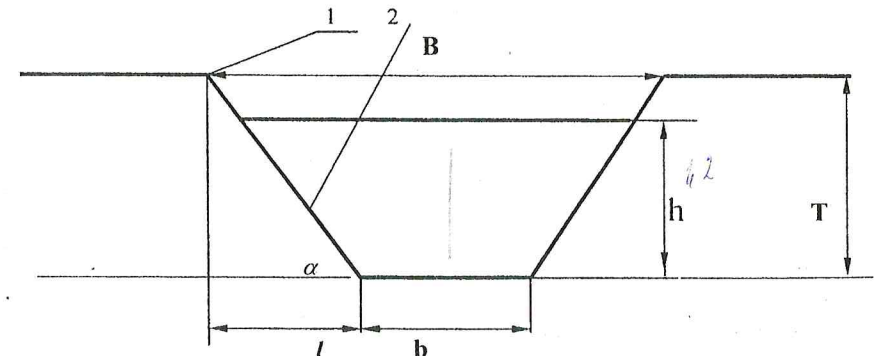


Рис.8. Поперечный профиль канала: 1 - бровка; 2 – откос; Т- глубина канала; b- ширина по дну; В - ширина по верху ; l- заложение откоса; h - глубина воды в канале

Также для канала вычисляют смоченный периметр.

$$\chi = b + 2h \sqrt{1 + m^2} \text{ м.} \quad (20)$$

В рассчитываемом примере смоченный периметр составит

$$\chi = 3,5 + 2 \cdot 1,20 \sqrt{1 + 1,5^2} = 3,5 + 2,40 \cdot 1,80 = 7,82 \text{ м.}$$

Глубину канала (Т) принимают условно на 0,2 м больше максимальной глубины воды в канале (h+0,2 м).

Для проектирования канала необходимо вычислить максимальный уклон дна канала. При расчете уклона дна используется формула Шези

$$v = C \sqrt{Ri} \text{ м/с,} \quad (21)$$

где C — скоростной коэффициент (прил.6);

R — гидравлический радиус, м;

i — уклон поверхности.

Гидравлическим радиусом называется отношение площади живого сечения к смоченному периметру канала

$$R = \frac{\omega}{\chi}; \quad (22)$$

$$R = \frac{6,39}{7,82} = 0,82 \text{ м.}$$

Рассчитаем допустимый уклон по формуле

$$i_{расч} = \frac{v^2 \max}{C^2 R}. \quad (23)$$

При коэффициенте шероховатости русла 0,030 и гидравлическом радиусе равном 0,82 м скоростной коэффициент равен C=31,62.

$$i_{расч} = \frac{v^2 \max}{C^2 R} = \frac{1,20}{31,62^2 \cdot 0,82} = 0,0015.$$

Водослив устраивают обычно в виде канала с быстротоком или перепадом. Верхняя горизонтальная часть водослива называется понурным полом, наклонная часть – водобойным, и нижняя горизонтальная площадка – сливным полом. Противофильтрационную стенку или шпунтовый ряд забивают на глубину 1,5-2,0 м. Входная часть понурного пола делается расширенной для рассредоточения потока воды на входе. Водобойный пол заканчивается водобойным колодцем. Выходную часть водослива – сливную пол также делают расширенным (рис. 9).

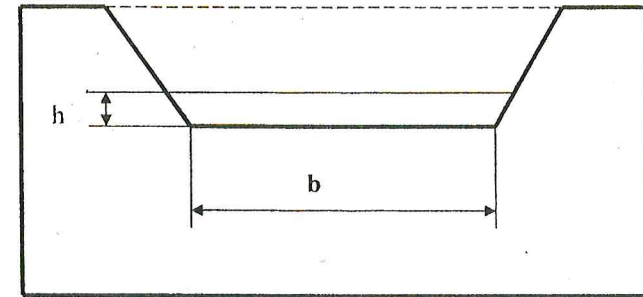


Рис. 9. Схема водослива (с трапециевидальным вырезом): b – ширина порога водослива; h – напор на пороге водослива

Ширину водослива приближенно рассчитывают по формуле

$$b = \frac{Q}{\mu h \sqrt{2g\Delta h}}, \quad (24)$$

где Q — максимальный расход воды, м³/с;

μ — коэффициент закругления (при остром входе 0,85; при закругленном - 0,92);

h — глубина воды на пороге водослива (0,6-1,0 м);

g — ускорение свободного падения (9,81 м/с²);

Δh — перепад – превышение уровня воды в пруду над уровнем при входном отверстии – принимается в пределах 0,08-0,10 м.

Максимальный расход воды рассчитывают по формуле

$$Q = q_{max} F, \quad (25)$$

где q_{max} — максимальный модуль стока, л/с га (м³/с км²);

F — площадь водосбора пруда, га (км²).

Максимальный модуль стока талых вод вычисляют по формуле Д.Л.Соколовского

$$q_{max} = 2,78 a \sigma \alpha \text{ л/с га,} \quad (26)$$

где a — среднemaxимальная интенсивность снеготаяния, на Западе 2-4 мм/г, на Урале 4, и 4-8 мм/г до Дальнего Востока;

σ — коэффициент стока;

α — коэффициент редуции, зависящий от величины водосбора

F, га	100	1000	10 000
α	0,98	0,81	0,49

Например, для водосбора площадью 368 га коэффициент редукиции составит 0,93 и при интенсивности снеготаяния в Свердловской области 4 мм/г, коэффициенте стока 0,57 максимальный модуль стока составит

$$q_{max} = 2,78a\sigma\alpha = 2,78 \cdot 4 \cdot 0,57 \cdot 0,93 = 5,89 \text{ л/с га};$$

$$Q = 5,89 \cdot 368 = 2167,5 \text{ л/с} = 2,17 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$b = \frac{Q}{\mu h \sqrt{2g\Delta h}} = \frac{1,03}{0,92 \cdot 0,6 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,1}} = \frac{1,03}{0,552 \cdot 1,4} = 1,3 \text{ м}.$$

Водоспуск в отличие от водослива и канала устраивают в теле плотины. Он представляет собой камеру с отвесными стенками, закрываемую щитами (рис. 10). Для уменьшения фильтрации и предотвращения размыва под водоспуском поперек камеры забивают один или несколько шпунтовых рядов: первый в начале водосливной камеры, второй под щитом. Пол и стенки водоспуска изготавливают двойными из шпунтовых досок или бетонными. Щиты, закрывающие водоспуск, делают разборными в виде шандар из шпунтовых досок или в виде металлических щитов (затворов), закрепляемых (перемещаемых) в вертикальных пазах.

Нижнюю часть водоспуска (дно камеры) располагают на уровне дна пруда, поэтому через водоспуск при необходимости можно спустить всю воду пруда.

Ширину отверстия водоспуска определяют по формуле водослива с широким порогом

$$b = \frac{Q}{mh\sqrt{h}}, \quad (27)$$

где Q — максимальный расход воды, м³/с;

m — коэффициент, равный 1,42-1,52;

h — напор на пороге водоспуска (0,6-1,0 м).

Рассчитаем ширину отверстия водоспуска

$$b = \frac{Q}{mh\sqrt{h}} = \frac{1,03}{1,42 \cdot 0,6 \sqrt{0,6}} = \frac{1,03}{0,66} \cdot 1,56 \approx 1,6 \text{ м}.$$

Также используют в качестве водосброса **трубы и сифоны**. Трубы для орошения укладывают при строительстве плотины на коренном берегу балки на отметке горизонта мертвого объема (ГМО). Сифоны устраивают из стальных труб, укладываемых через плотину со стороны пруда к основанию сухого откоса. Трубы и сифоны с обеих сторон оборудуют задвижками, а концы и откосы в местах выхода оформляют прочной каменной кладкой. В местах выпуска воды устраивают водобойные колодцы.

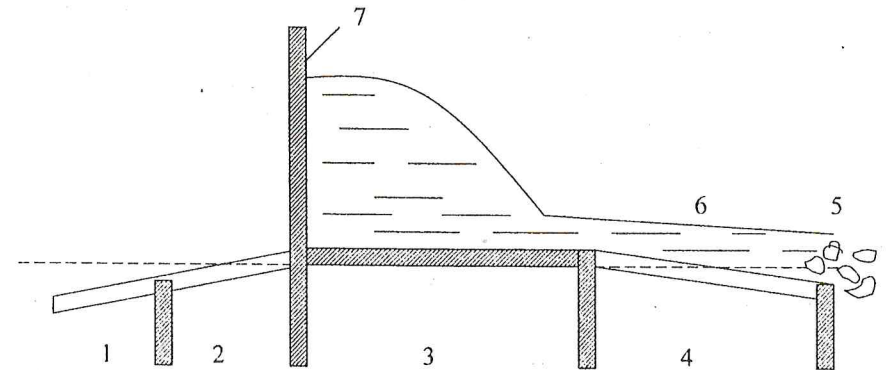


Рис. 10. Схема водоспуска: 1-предпунное сооружение; 2-пунная часть; 3-водобойная часть; 4-сливной пол; 5-рисберма; 6-нижний бьеф; 7-шпунтовая стенка (дамба)

В курсовой работе рассчитываются параметры необходимого водосбросного сооружения, данные выбранные по таблицам необходимо обосновывать.

3.3. Расположение водосброса на плане

Трасса **водосбросного канала** (продольная ось) проектируется на более пологом склоне балки. Водосбросный канал проектируется таким образом, чтобы дно канала располагалось на уровне НПГ. Канал начинается в 30-40 м от плотины и проходит в виде плавной кривой в 20 м от конца плотины. Нижний конец сбросного канала выводят в основной тальвег балки на расстоянии не менее 50 м от сухого откоса плотины (см. прил. 5).

По трассе канала определяют уклон дна и сравнивают его с расчетным. Если расчетный уклон ($i_{расч}$) больше или равен уклону местности по каналу, то принимают уклон дна канала, соответствующий уклону местности. Если нет, то канал удлиняют, доводя до расчетного уклона.

Водослив также проектируется в коренном берегу балки, аналогично водосбросному каналу.

Водоспуск проектируется в теле плотины.

В курсовой работе ось водосбросного канала или водослива вычерчивается на плане балки красным цветом в соответствии с требованиями к проектированию водосброса. Место расположения и размеры водоспуска отмечается на плане балки красным цветом. Отдельным чертежом выполняется поперечный профиль водосбросного канала (схема водослива с укреплением; схема водоспуска) по рассчитанным размерам в выбранном масштабе на листе ватмана формата А4 черной тушью.

3.4. Продольный профиль водосброса

Продольный профиль строится для водосбросного канала и аналогично для водослива на основании плана пруда и плотины, где указана трасса канала (см. прил. 5). Продольный профиль вычерчивается условно только до оси плотины в масштабе: горизонтальном 1:1000, вертикальном 1:100.

В нижней части листа размещается панель (подзор) профиля из шести горизонтальных граф, шириной 1,0 см каждая (рис. 11). Название граф помещается слева.

От начала расположения канала откладывают расстояния между горизонталями и ставят отметки поверхности (горизонталей) в первой строчке.

Отметки поверхности откладывают в выбранном масштабе вверх от верхней графы (линии). Причем отметку этой линии принимают условно так, чтобы ординаты профиля имели высоту 6-12 см. Когда отложены все отметки поверхности, полученные вертикали соединяют прямыми линиями черным цветом, обозначая рельеф местности в месте расположения канала.

После этого проектируют дно канала. Красным цветом вычерчивают линию дна с выбранным уклоном (средний уклон местности или рассчитанный в пункте 3.2).

После проведения линии дна вычисляют отметки дна, используя формулу

$$i = \frac{\Delta h}{l}, \quad (28)$$

где Δh — превышения между соседними отметками, м;

l — расстояние, за которое взято превышение, м.

Для вычисления превышений уклон умножают на расстояния. Отметки определяют с точностью до 0,01 м и записываются в графу 3.

По разности отметок поверхности земли и дна находится глубина канала.

В графе «план трассы» отмечают повороты оси канала и обозначают закругления.

рис. 11

Продольный профиль вычерчивают в цвете: проектные линии (дно канала, отметки дна, уклоны, глубина канала, план трассы) - красным, вода в канале - синим, а все остальное (линия поверхности, отметки поверхности, расстояния) - черным цветом.

В курсовой работе продольный профиль вычерчивается на миллиметровой бумаге формата А4 цветной тушью.

ГЛАВА 4. СТРОИТЕЛЬСТВО ПЛОТИНЫ

4.1. Технология строительства плотины

Для строительства плотинного пруда необходимо провести следующие виды работ.

1. Вынос проекта в натуру (разметка на местности).

2. Подготовка ложа пруда:

а) удаление из зоны затопления древесно-кустарниковой растительности;

б) устройство осушительных каналов для выпуска воды из всех понижений при полном опорожнении пруда.

3. Строительство плотины:

а) снятие растительного слоя под всей подошвой плотины на глубину 0,2-0,5 м;

б) устройство по всей длине замковой канавы и других запроектированных противофильтрационных сооружений под плотиной;

в) устройство водосброса (водосбросный канал и водослив строятся перед насыпкой плотины);

г) насыпка тела плотины с послойным уплотнением грунта; одновременно с устройством ядра или экрана, дренажа;

д) укрепление откосов плотины, устройство понура;

е) устройство по гребню дорожной одежды;

ж) устройство водовыпуска для забора воды из пруда (трубы, сифоны);

4. Облесение территории вокруг пруда, прогулочной зоны, зоны отдыха.

В курсовой работе необходимо указать порядок и перечень работ, привести расчеты объемов этих работ для строительства плотинного пруда с указанием механизмов, используемых для производства.

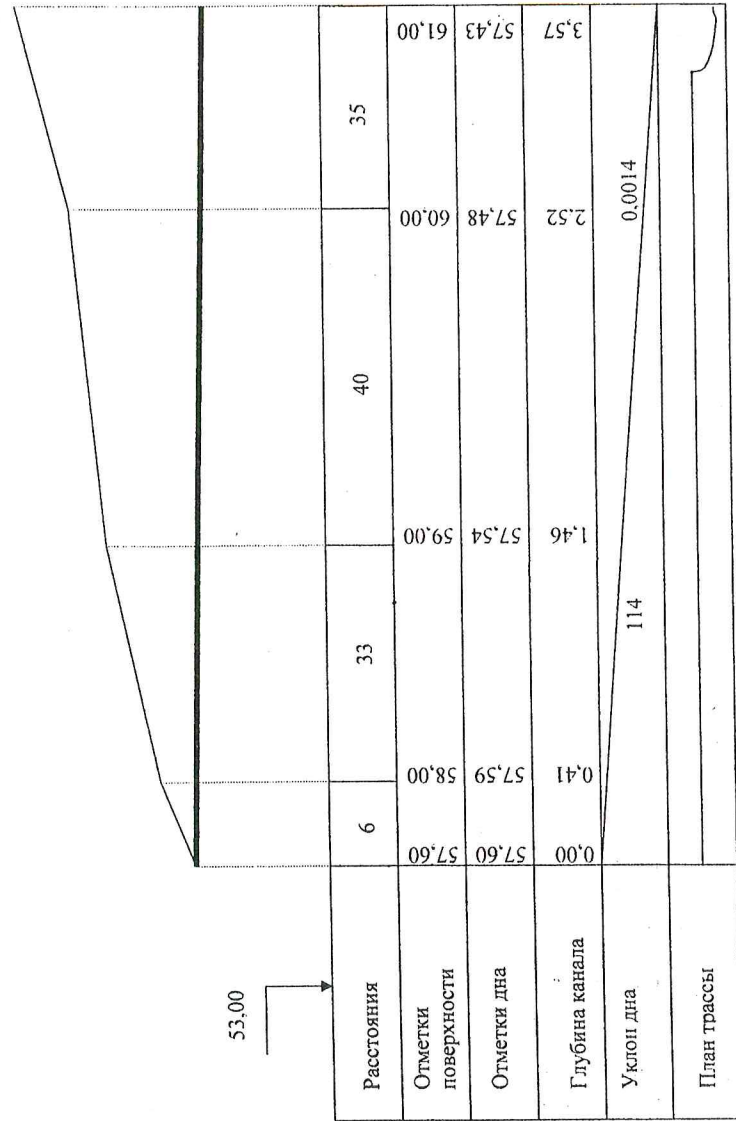


Рис. 11. Продольный профиль водосборного канала (водослива). $M_{верт}:1:100$, $M_{гор}:1:1000$

4.2. Расчет объема земляных работ

В объем земляных работ входит расчет насыпи тела плотины и выемки грунта под водосбросный канал (водослив).

Для определения объема тела плотины ее мысленно рассекают плоскостями, перпендикулярными оси на ряд элементарных призм, основаниями которых являются соседние поперечные сечения (F), а высотами – расстояния между соседними сечениями (l).

Объем каждой призмы равен произведению полусуммы соседних поперечных сечений на расстояние между ними

$$V_{1-2} = \frac{F_1 + F_2}{2} l_{1-2} \text{ м}^3. \quad (29)$$

Площадь каждого поперечного сечения зависит от ширины гребня плотины (a), заложения верхового и низового откосов (m_B , m_H), высоты плотины ($H_{пл}$). Поэтому вначале рассчитывают ширину основания плотины на каждом сечении по формуле (11, 11а) или берут эти размеры с продольного профиля плотины (см. пункт 2.5, рис. 7). А затем вычисляют площади поперечных сечений по формуле площади трапеции, например между горизонталями 59 и 58

$$F_{59-58} = \frac{a + A_{59-58}}{2} H_{59-58} \text{ м}^2, \quad (30)$$

где a — ширина гребня плотины, м;

A_{59-58} — средняя ширина основания плотины между горизонталями 59 и 58, м;

H_{59-58} — средняя высота плотины между горизонталями 59 и 58, м.

Расчеты объема насыпи плотины сводятся в табл. 9.

Аналогичным образом рассчитывается объем выемки грунта под водосбросный канал (табл. 10). Данные о глубине канала и расстоянии между отметками берут с продольного профиля канала (см. рис. 11).

Поскольку продольный профиль строится только до оси плотины, объем выемки также рассчитывается до оси плотины, общий объем выемки условно удваивается $1523,6 \cdot 2 = 3047 \text{ м}^3$.

В курсовой работе проводятся расчеты насыпи тела плотины, объем выемки под водосбросный канал или водослив с указанием использования вынутого грунта.

4.3. Эксплуатация пруда и плотины

Эксплуатация пруда и плотины включает мероприятия по надзору и уходу за плотиной и водосбросными сооружениями, их ремонт и мероприятия по благоустройству территории пруда.

Таблица 9

Определение объема насыпи тела плотины
 $a=6$ м, $m_n=2,75$, $m_{II}=2,00$

Отметки горизонталей	Высота плотины, Н, м	Ширина основания плотины, А, м	Средняя линия трапеции, м	Площадь трапеции, м ²	Площадь средней трапеции, м ²	Расстояние между сечениями	Объем, м ³
60,3	0	6	-	0			
60,0	0,3	7,42	6,71	2,01	1,00	10	10,00
59,0	1,3	12,18	9,09	11,82	6,92	40	276,80
58,0	2,3	16,92	11,46	26,36	19,09	33	629,97
57,0	3,3	21,68	13,84	45,67	36,02	15	540,30
56,0	4,3	26,42	16,21	69,70	57,68	12,5	721,00
55,0	5,3	31,18	18,59	98,53	84,12	22,5	1892,70
54,0	6,3	35,92	20,96	132,05	115,29	21	2421,09
53,6	6,7	37,82	21,91	146,80	139,42	25	3485,50
54,0	6,3	35,92	20,96	132,05	139,42	23	3206,66
55,0	5,3	31,18	18,59	98,53	115,29	20	2305,80
56,0	4,3	26,42	16,21	69,70	84,12	21	1766,52
57,0	3,3	21,68	13,84	45,67	57,68	10	576,80
и т.д.							
Итого							

Таблица 10

Определение объема выемки под водосбросный канал
 $b=3,5$ м, $m=1,50$

Отметки горизонталей	Глубина канала (Г), м	Ширина канала по верху (В), м	Площадь трапеции, м ²	Площадь средней трапеции, м ²	Расстояния между сечениями, м	Объем, м ³
57,6	0					
58,0	0,41	4,73	1,69	0,84	6	5,04
59,0	1,46	7,88	8,31	5,00	33	165
60,0	2,52	11,06	18,34	13,32	40	532,8
61,0	3,57	12,50	28,56	23,45	35	820,8
Итого						1523,6

Основные виды повреждений – перелив воды через гребень плотины; фильтрация воды через плотину; разрушение плотины волнобоем; повреждение водосбросных сооружений.

Перелив воды через гребень наблюдается при очень больших паводках или вследствие неподготовленности водосбросных сооружений к пропуску паводка. Для предотвращения перелива воды водосбросные сооружения необходимо весной перед половодьем очистить от снега, льда, мусора. При больших паводках, когда водосбросные сооружения не успевают сбросить воду, для устранения перелива воды необходимо устроить временный водосбросный канал с отводом воды в балку ниже плотины.

Трещины часто образуются на новых плотинах до полной усадки грунта вследствие его замерзания в верхних слоях и продолжающейся осадки нижних слоев, что ведет к образованию пустот. При образовании в плотине поперечной трещины нужно выкопать траншею 1,5-2,0 м глубиной на 0,5 м ниже глубины трещины. При продольной трещине траншею выкапывают вдоль трещины на всю ее длину. Трещину заполняют тем же грунтом, из которого устроена плотина, слоями 15-20 см с тщательной трамбовкой.

Фильтрация воды через плотину может наблюдаться при нарушении правил проектирования или строительства. Для устранения фильтрации необходимо увеличить основание плотины за счет ее уширения со стороны сухого откоса или устроить дренаж. Если фильтрующаяся через дренажное устройство вода чистая, то это указывает на хорошее состояние плотины.

Разрушение плотины волнобоем устраняют креплением мокрого откоса каменной отмосткой, бетонными плитами или наброской камней по квадратам, созданным из кольев ивы.

Водосбросные сооружения следует постоянно очищать от мусора, а весной от снега и льда. Наиболее частыми видами повреждения водосбросных сооружений является образование провалов вдоль их стенок вследствие фильтрации воды. Все провалы за стенками водопропускных сооружений следует своевременно заполнять грунтом с тщательной утрамбовкой.

Во избежание размыва плотин необходимо ко времени половодья или паводка организовать наблюдение и сосредоточить нужные материалы и механизмы.

В систему эксплуатационных мероприятий входит благоустройство территории вокруг пруда, восстановление нарушенного дернового покрытия, создание древесно-кустарниковых насаждений (ассортимент пород подбирают в зависимости от почвенно-климатических условий). На берегах водохранилища по урезу воды, особенно в местах разрушения берега волнобоем, целесообразна посадка кустарниковых ив. При использовании пруда для тушения пожаров строят подъездные пути и помосты в местах забора воды. Целесообразно также разведение в прудах ценных пород рыб (карпа, линя, леща). На 1 га зеркала пруда выпускают 400-500 мальков (сеголеток) рыб.

Периодически необходимо проводить очистку пруда от травянистой водной растительности. Небольшие пруды очищают вручную, для очистки больших прудов используют специальные косилки и земснаряды. Через 20-30 лет, освободив пруд от воды полностью, очищают его от растительности, мусора и ила. Воду отводят через водоспуск или откачивают насосами.

В курсовой работе необходимо запроектировать лесозащитную полосу вокруг пруда с подбором пород и отметить ее на плане (см. прил. 5), описать мероприятия по уходу за прудом и плотиной.

**ГЛАВА 5.
РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОЕКТА**

5.1. Смета затрат на строительство

Стоимость всех работ на создание плотинного пруда определяется по единым районным расценкам, учитывающим местные условия. Все расходы по устройству плотины можно отнести к стоимости земляных работ по устройству плотины.

Стоимость 1 м³ земляных работ колеблется в широких пределах (от 0,2 до 0,6 руб) и зависит от многих факторов; качества грунтов, дальности их вывозки, типа плотины и типа применяемых механизмов, организации работ и т.д.

Смета затрат на строительство пруда и плотины составляется поштатейно по укрупненным показателям, которые приводятся в табл. 11.

В курсовой работе объемы по видам работ берутся по расчетам в пункте 4.1. или приводятся в пояснении к данной таблице. Полностью рассчитывается смета затрат, а также количество кубометров воды приходится на 1 м³ тела плотины и стоимость 1 м³ воды.

Таблица 11

СМЕТА ЗАТРАТ
на строительство пруда и плотины по укрупненным показателям

Наименование работ	Механизмы	Ед. изм.	Объем работ	Расценка, руб	Стоимость, руб
1. Расчетка площадей от кустарника и мелколесья	Корчеватель-собираатель, кусторез	га		44,3	

Наименование работ	Механизмы	Ед. изм.	Объем работ	Расценка, руб	Стоимость, руб
2. Строительство плотины					
а) снятие растительного грунта под всей подошвой плотины на глубину м	Скрепер, ковш 2,25 м ³	м ³		0,16	
б) устройство по всей длине плотины замковой траншеи и замка (зуба);	Скрепер, ковш 2,25 м ³	10 м ³		5,50	
в) забивка шпунтового ряда		м ²		6,00	
г) насыпка плотины	Скрепер, ковш 10 м ³	10 м ³		1,07	
д) уплотнение грунта	Пневмокаток весом 25 т	100 м ³		2,58	
	Вибрационный каток весом 6 т	100 м ³		3,19	
	Грунтоуплотняющая машина	100 м ³		4,82	
е) устройство ядра (экрана)	Укатка	100 м ³		21,5	
ж) планировка откосов и гребня плотины	Прицепные грейдеры	10 м ²		0,02	
3. Крепление откосов плотины:					
а) сплошной одерновкой с подсыпкой растительной земли;		100 м ²		37,5	
б) одерновкой в клетку с подсыпкой растительной земли и посевом трав		100 м ²		22,0	
4. Устройство по гребню плотины дорожной одежды для грунтов группы:		100 м ²			
	Грейдер-элеватор			11,0	
	«-«			14,7	
	«-«			22,4	
	автогрейдер			25,3	
	«-«			29,6	
	«-«			32,8	
5. Подготовка почвы, стоимость саженцев, посадка и уход за лесом	Лесохозяйственные машины	1 га		120-150 руб.	
Итого затрат					

Накладные расходы – 16,5%
 Плановые накопления – 6%
 Непредвиденные расходы – 3%.
ВСЕГО по смете

5.2. Паспорт проекта

После завершения проектировочных работ и экономических расчетов составляется и паспорт проекта, в котором указываются основные параметры плотины и пруда на момент создания и намечаются необходимые операции по эксплуатации плотины и пруда.

Министерство природных ресурсов

ГУПР по ООС _____
 Лесхоз (леспромхоз) _____
 Населенный пункт _____

ПАСПОРТ
 плотинного пруда

проект № _____

1. Область (край) _____
2. Район _____
3. Характер водосбора _____
4. Время производства проектно-изыскательских работ _____
5. Время производства строительных работ _____
6. Основная характеристика плотины:
 - грунт основания плотины _____
 - грунт плотины _____
 - противофильтрационные сооружения:
 - в теле плотины _____
 - под плотиной _____
 - длина плотины _____ м
 - высота плотины _____ м
 - ширина гребня _____ м, дорога _____ класса
 - водосбросное сооружение _____
7. Основная характеристика пруда:
 - площадь зеркала воды на НПГ _____ м²
 - на ГВВ _____ м²
 - объем воды (по НПГ) _____ м³
 - глубина воды у плотины _____ м
 - длина по оси пруда _____ м
 - ширина пруда у плотины (по НПГ) _____ м
 - наибольшая _____ м
8. Характеристика защитной лесополосы:
 - длина полосы _____ м
 - ширина полосы _____ м, рядов _____ штук
 - древесные породы _____
 - кустарниковые породы _____
9. Мероприятия по очистке пруда _____ лет
 - очистка водосброса _____
 - уход за насаждениями _____
 - очистка зон отдыха _____

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Уральский государственный лесотехнический университет

Кафедра лесных культур и мелиораций

Курсовая работа
 по гидромелиорации ландшафта

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛОТИННОГО ПРУДА

Преподаватель: _____

Студент ЛХФ- _____

_____ ФИО

Екатеринбург
 2006

Кафедра лесных культур и мелиораций

Студент _____

Группа _____

ЗАДАНИЕ № _____

на проектирование плотинного пруда

1. Область Свердловская

2. Характеристика водосбора
 площадь 368 га, коэффициент стока 0,57
 высота снежного покрова 0,6 м, плотность снега 0,64

3. Грунт балки средний суглинок

4. Мощность грунта под плотиной
 водонепроницаемого _____ м
 водопроницаемого _____ м

4. Строительный грунт тяжелый суглинок

5. Плотина проезжая, непроезжая

6. Водосбросное сооружение канал, водослив, водоспуск

7. Объемы водоснабжения на орошение 22000 м³
 пожаротушение 7500 м³
 бытовое -- м³

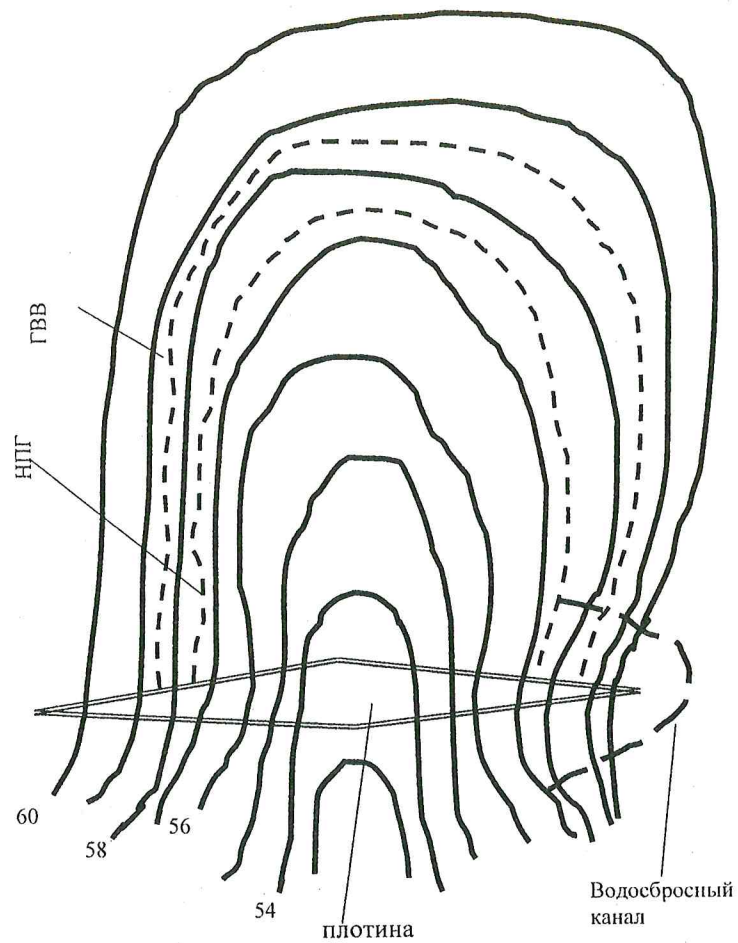
Дата _____

Руководитель _____

Города, области	C_v
1. Киров, Березняки, Пермь, Чебоксары, Ижевск	0,25
2. Архангельск, Сыктывкар, Вологда, Калинин, Тула, Ярославль, Орел, Кострома, Иваново, Кемерово	0,30
3. Москва, Тамбов, Курск, Владимир	0,35
4. Нижний Новгород, Рязань, Гомель, Пенза, Казань, Уфа, Томск, Екатеринбург	0,40
5. Иваново, Свердловская обл., Самара,	0,50
6. Тюмень	0,55
7. Оренбург, Саратов	0,60
8. Челябинск	0,70

Таблица отклонений ординат кривой обеспеченности Пирсона III типа от середины $C_v = 1$ (по Фостеру-Рыбкину) Φ_p %

C_s	Обеспеченность, %							
	1	3	5	10	25	50	75	99
0,5	2,68	2,08	1,77	1,32	0,62	-0,08	-0,71	-1,96
0,6	2,75	2,12	1,80	1,33	0,61	-0,10	-0,72	-1,88
0,7	2,82	2,15	1,82	1,33	0,59	-0,12	-0,72	-1,81
0,8	2,89	2,18	1,84	1,34	0,58	-0,13	-0,73	-1,74
0,9	2,96	2,22	1,86	1,34	0,57	-0,15	-0,73	-1,66
1,0	3,02	2,25	1,88	1,34	0,55	-0,16	-0,73	-1,59
1,1	3,09	2,28	1,89	1,34	0,54	-0,18	-0,74	-1,52
1,2	3,15	2,31	1,91	1,24	0,52	-0,19	-0,74	-1,45
1,3	3,21	2,34	1,92	1,34	0,51	-0,21	-0,74	-1,38
1,4	3,27	2,37	1,94	1,34	0,49	-0,22	-0,73	-1,32
1,5	3,33	2,39	1,95	1,33	0,47	-0,24	-0,73	-1,26
1,6	3,39	2,42	1,96	1,33	0,46	-0,25	-0,73	-1,20
1,7	3,44	2,44	1,97	1,32	0,44	-0,27	-0,72	-1,14
1,8	3,50	2,46	1,98	1,32	0,42	-0,28	-0,72	-1,09
1,9	3,55	2,49	1,99	1,31	0,40	-0,29	-0,72	-1,04
2,0	3,60	2,51	2,00	1,30	0,39	-0,31	-0,71	-0,99



Проект пруда и плотины

R, м	n			
	0,025	0,030	0,035	0,040
0,20	26,9	21,3	17,4	14,5
0,22	27,6	21,9	17,9	15,0
0,24	28,3	22,5	18,5	15,5
0,26	28,8	23,0	18,9	16,0
0,28	29,4	23,5	19,4	16,4
0,30	29,9	24,0	19,9	16,8
0,35	31,1	25,1	20,9	17,8
0,40	32,2	26,0	21,8	18,6
0,45	33,1	26,9	22,6	19,4
0,50	34,4	27,8	23,4	20,1
0,55	34,8	28,5	24,0	20,7
0,60	35,5	29,2	24,7	21,3
0,65	36,2	29,8	25,3	21,9
0,70	36,9	30,4	25,8	22,4
0,75	37,5	30,9	26,35	22,9
0,80	38,0	31,5	26,8	23,4
0,85	38,4	31,8	27,15	23,8
0,90	38,9	32,2	27,6	24,1
0,95	39,5	32,75	28,1	24,6
1,00	40,0	33,3	28,6	25,0
1,10	40,9	34,1	29,3	25,7
1,20	41,6	34,8	30,0	26,3

Примечание. Промежуточные значения скоростного коэффициента находятся интерполяцией.

Библиографический список

1. Б.В.Бабилов. Гидротехнические мелиорации лесных земель. – М.: Экология, 1993. – 224 с.
2. Б.В.Бабилов. Гидротехнические мелиорации лесных земель. – М., 2002. – 240 с.
3. Чиндяев А.С. Методические указания по сбору материала и написанию дипломного проекта по курсу: «Гидротехнические мелиорации лесных земель (проект создания пруда и плотины). – Свердловск, 1982. – 34 с.
4. Бабилов Б.В., Косарев В.П., Шурыгин С.Г. Методические указания по курсовому проектированию для студентов очного обучения специальности 260400. – СПб., 1998. – 43 с.
5. Матвеева М.А., Чиндяев А.С. Методические указания к выполнению лабораторно-практических работ для студентов факультета лесного хозяйства (специальность 260400). – Екатеринбург: УГЛТА, 2000. – 32 с.
6. Матвеева М.А., Чиндяев А.С. Методические указания по курсовому проектированию для студентов спец. 2604. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2001. – 48 с.