

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГОХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный аграрный университет»

Кафедра «Таксация и экономика
лесной отрасли»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для практических занятий по дисциплине
«Гидротехнические мелиорации»

Казань, 2023

УДК 631.62/.66; 626.82/.86

ББК 40.6

С-12

Составители:

Сабиров А.М. проф. кафедры таксации и экономики лесной отрасли;

Мусин Х.Г. проф. кафедры лесоводства и лесных культур;

Гафиятов Р.Х. доцент кафедры лесоводства и лесных культур;

Мухаметшина А.Р. доцент кафедры лесоводства и лесных культур.

Рецензенты:

Хисматуллин М.М. - доктор сельскохозяйственных наук, директор ФГБУ
«Управление "Татмелиоводхоз».

Сингатуллин И.К. - кандидат с.-х. наук, доцент кафедры «Лесоводства и
лесных культур» Казанского ГАУ

Методические указания обсужден, одобрен и рекомендован к печати на заседании методической комиссией факультета лесного хозяйства и экологии 27 марта 2023г., протокол № 10

Методические указания утверждены и рекомендован к печати на заседании кафедры «Таксация и экономика лесной отрасли» 20 марта 2023 г., протокол № 5

Авторы: Сабиров А.М. и др. Методические указания для практических занятий по дисциплине «Гидротехнические мелиорации» для студентов, обучающихся по направлениям: 35.03.01 Лесное дело, 05.03.06 Экология и природопользование. – Казань.: Изд-во Казанский ГАУ, 2023. -28 с.

В методических указаниях изложена методика и даны примеры расчетов по проектированию земляной плотины. В данной работе студентами согласно выданного индивидуального задания выполняются расчеты такие как, определение полного объема пруда, водохозяйственные и гидрологические расчеты пруда, режим работы водохранилища, конструкция и размеры земляной плотины, подсчет объема земляных работ.

УДК 631.62/.66; 626.82/.86

ББК 40.6

© Казанский государственный аграрный университет. 2023 г.

Оглавление

Глава 1. КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Глава 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРУДА:

2.1 Определение площади водосбора и полного объема пруда

2.2 Определение емкости чаши пруда

2.3 Водохозяйственные и гидрологические расчеты пруда

2.4 Режим работы водохранилища

Глава 2. РАСЧЕТ ПЛОТИНЫ:

3.1 Конструкция и размеры земляной плотины

3.2 Подсчет объема земляных работ

3.3 Расчет водосбора

Материал к практической работе - план балки в масштабе 1:5000 с сечением рельефа 1-2 м.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПОСОБИЯ:

1. Агроклиматические ресурсы Татарской АССР, Гидрометеиздат, 1976.
2. Волковский Д.А., Розова А.А. Практикум по сельскохозяйственным мелиорациям, М., Колос, 1988.
3. Бабилов В.Р. Гидротехнические мелиорации: Учебник для вузов. 3-е изд, перераб. и доп. -СПб.: ЛТА, 2002.
4. Почвы Татарии, Казань, КГУ, 1972.
5. Андрианов Д.А., Акулинин А.Н. Методические указания к курсовому проекту по с.-х. мелиорациям, Уфа, 1982.
6. Мосиенко Н. А., Шакиров А.Ш., Горшков Б.Г. Методическое руководство "Проектирование орошаемого участка", Казань, 1982.
7. Ерхов Н.С., Мисенев В.О., Практикум со сельскохозяйственной мелиорации и водоснабжению, М., Колос, 1977.
8. Методические указания по выполнению курсовой работы для студентов агрономического факультета на тему: "Проектирование орошения

сельскохозяйственных культур на местном стоке". Составители доц. Хуснутдинова С.С., доц. Шакиров А.Ш., асс. Гайнутдинов Р.М. –Казань, КСХИ. 1993. 32 с.

Глава 1. КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Указывается местонахождение участка выбранного участка строительства (район, сельское поселение, хозяйство), расстояние от районного центра, станции железной дороги, целевое назначение проектируемого участка, целесообразность орошения для данного района, хозяйства. Приводится состояние эрозионных процессов в районе и основные мероприятия по борьбе с эрозией почв.

Дается характеристика природно-климатическим условиям по литературным источникам.

Порядок изложения:

а) Климатические условия, Общая характеристика (температура воздуха, осадки, влажность воздуха, испаряемость, снеговой покров, направление ветра; даты наступления заморозков; (календарные сроки вегетационного периода).

б) Рельеф и уклоны поверхности. Указывается геоморфология участка, рельеф: холмистый, равнинный, пологий, изрезанный балками, понижениями и т.д. Указать уклон местности: общий и для отдельных частей рельефа. При уклонах более 0,03 орошение дождеванием затрудняется.

в) Почвы и их характеристике. Указывается тип почвы, их механический состав, степень гумусированности; сведения о воднофизических свойствах, глубина залегания грунтовых вод и их минерализации.

Глава 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРУДА

2.1 Назначение прудов

Вначале указывается назначение прудов, строительство которых обосновано неравномерным распределением водных ресурсов на территории Республики.

В соответствии с ПП РФ №1607 от 05.10.2020 г. «Об утверждении критериев классификации ГТС» и СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения» пруды при высоте плотины менее 15 м относятся к 4 классу капитальности, поэтому их водосбросы рассчитывают на расход с вероятностью превышения стока 1%.

В степной и лесостепной зонах пруды наполняются водой в основном за счет снеготаяния. Для гарантированного ежегодного наполнения водоема водой объем стока рассчитывает на год 75 – 80 % обеспеченности, т.е. ожидаемый сток 75-80 лет из 100 будет равен расчетному (например, 60 мм) или будет больше, а 25 лет будет меньше 60 мм. Для условий Татарстана слой стока для такой обеспеченности составляет 50-60 мм. Выбор места под пруд производят с учетом топографических, геологических, гидрологических, гидрогеологических и санитарных условий.

Гидроузел. Гидротехнический узел сооружений пруда (водохранилища), создаваемого для различных мелиоративных, хозяйственных и рекреационных целей, включает в себя комплекс сооружений, состоящий обычно из земляной плотины, водосброса и водоспуска. Для забора воды из пруда на низовом откосе на водоспуске предусматривается монтаж водозаборной линии с насосной станцией или пожарного гидранта.

Выбор места расположения плотины и пруда производится в соответствии с местными природными условиями в увязке с схемой использования водотока и развития мелиорации земель в районе. Створ плотины выбирается по следующим факторам:

а) плотину располагают в самом узком месте водостока (балки) нормально (перпендикулярно) к горизонталям;

б) продольный уклон для балки в месте устройства пруда должен быть не больше 0,005;

в) основание плотины, ложе и борта пруда должны быть сложены из суглинистых грунтов и слабо водопроницаемыми;

г) пруд должен иметь достаточную площадь водосбора;

д) вблизи створа плотины должно быть достаточно требуемых грунтовых материалов, удобный способ его доставки и отсыпки в тело плотины;

е) необходимо учитывать санитарные условия чаши пруда и природоохранные мероприятия.

2.2 Определение площади водосбора и полного объема пруда.

Водосборная площадь - представляет часть площади земной поверхности, поверхностный сток с которой поступает в проектируемый водоем выше створа плотины. Водосборная площадь ограничивается водораздельной линией. Площадь водосбора на картографической карте определяют геометрическим методом или на компьютере с помощью программы «Google Earth Pro». При пересчете площади водосбора на натуру необходимо учитывать масштаб плана.

Приток воды в пруд с данной площади водосбора определяют по формуле:

$$V = F \cdot h \cdot 1000.$$

V – годовой объем стока, м³;

F – площадь водосбора, км²;

1000 – переводной коэффициент;

h – слой стока года 80% обеспеченности, мм (для условий Татарстана он составляет от 50 до 60 мм)

Например, $V=10\text{км}^2*60\text{мм}*1000=6000 \text{ тыс.м}^3$

2.3 Определение объема чаши пруда.

Для определения объема чаши пруда (вместимости расчетного притока воды - V) используется план балки в масштабе 1:5000 с сечением горизонталей в 1 - 2 м. При помощи геометрических измерений или на компьютере с помощью программы Автокад определяют площадь между осью плотины и каждой горизонталью. Это будет площадь пруда (Стыс. м²) при различном его наполнении (рис. 2.1).

Зная S, вычисляется объем слоя $V_{\text{тыс.м}^3}$, между каждой парой соседних горизонталей по формуле:

$$\text{Для нижнего (первого) слоя: } V_1 = \frac{1}{2} h * S_1$$

$$\text{для остальных: } V_i = \frac{1}{2} * h(S_{n-1} + S_n)$$

где V_i – объем воды между соседними горизонталями, тыс.м³;

S_{2-1} S_{n-1} S_n – площади, ограниченные соседними горизонталями, тыс.м²;

h – высота сечений горизонталей, м.

Таблица 2.1

Емкость чаши пруда при степенях его наполнения.

Отметки земной поверхности (горизонталей)	Площадь зеркала пруда, тыс.м ²	Объем воды между соседними горизонталями, тыс.м ³	Объем чаши пруда, тыс.м ³
100	0		0
101	33	11	11
102	160	97	108
103	264	212,5	320,5
104	450	349	669,5
105	612	530	1199,5

Например, объем первого слоя: $V_1 = \frac{1}{3} h * S_1 = \frac{1}{3} 1 * 35 = 11.7 \text{ тыс. м}^3$

для второго слоя: $V_2 = \frac{1}{2} * 1 * (95 + 100) = 97,5 \text{ тыс. м}^3$ и т.д.

Все результаты расчетов сводятся в таблицу 2.1

Емкость чаши рассчитывается путем суммирования по порядку всех частных объемов (получаются нарастающие объемы пруда). Последняя сумма дает полный искомый объем чаши пруда. В нашем примере 1199,5 тыс.м³.

2.4 Водохозяйственные и гидрологические расчеты пруда

По данным таблицы 2.1 для экономической оценки заполнения пруда вычерчивается график топографической характеристики водоема (рис.2.2). На двух осях графика «х» и «у» в произвольном масштабе откладывают емкость чаши «V» и ниже еще одну шкалу площадей водного зеркала «S». По оси «у» откладывается глубина чаши пруда в масштабе 1:100. По данным столбцов 2 и 4 таблицы 2.1 получаем интегральные кривые объемов и площадей.

На шкале объемов (ось «х») берут точку равную притоку воды в пруд (500 тыс.м³), с которого проводят перпендикуляр до точки пересечения с кривой объемов. Затем от этой точки проводят горизонтальную линию до пересечения с осью «у», на которой и находим отметку горизонтали данного объема (104,0м). Это соответствует отметке нормального подпорного уровня (НПУ). Глубина воды на отметке НПУ равняется $H_{\text{нпу}} = 4,0$ м. Далее от точки пресечения с кривой объемов проводят горизонтальную линию до точки пересечения ее с кривой площадей, из которой опускают перпендикуляр на шкалу площадей – ось «х». Это будет площадь зеркала пруда (200 тыс.м²) при НПУ (нормально-подпорный уровень).

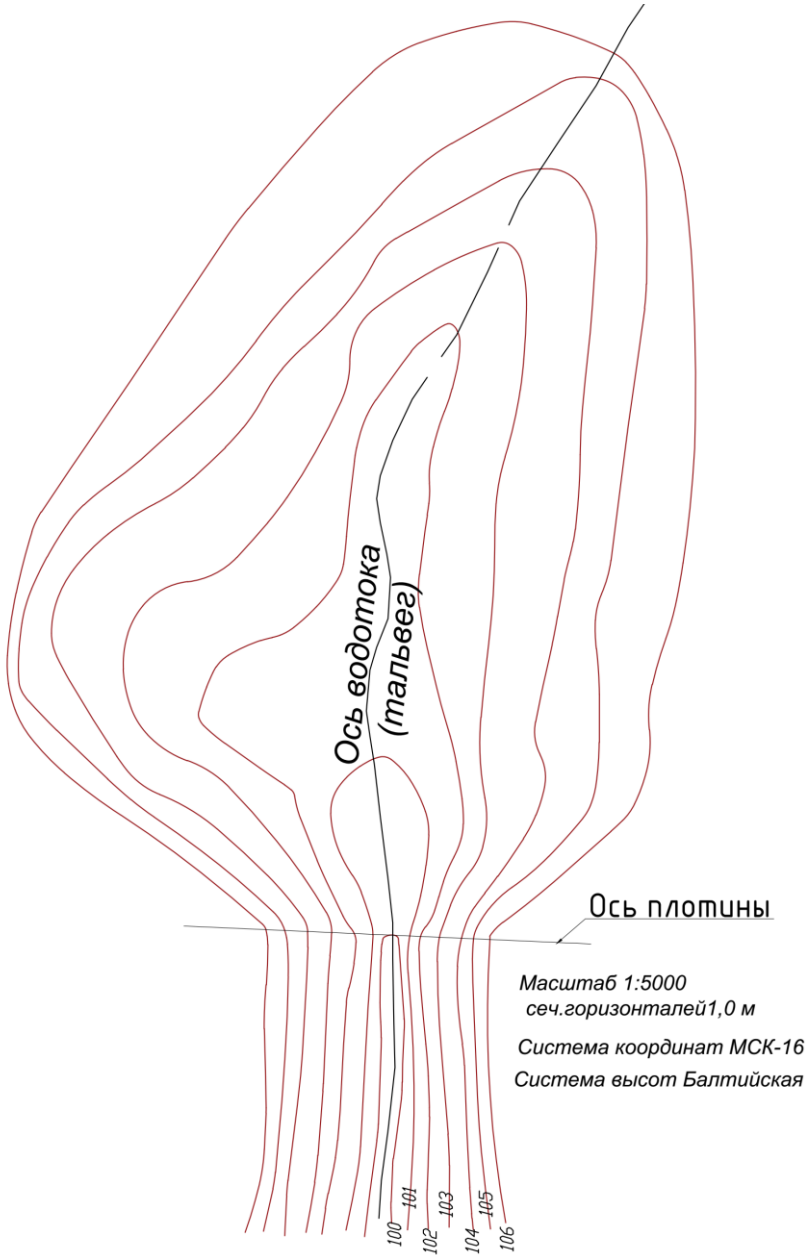


Рис. 2.1. План балки

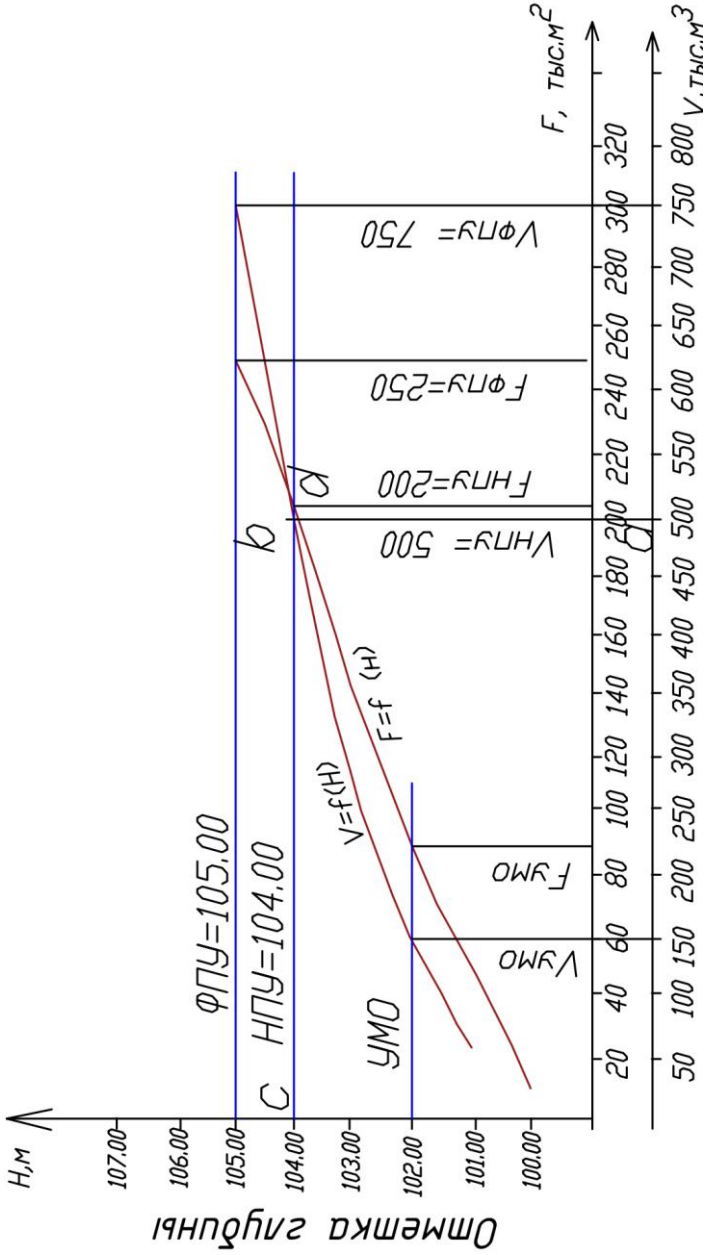


Рис. 2.2. Кривые объемов и площадей пруда.

Для отложения наносов на дне пруда и зимовки рыбы предусматривают оставление мертвого объема воды, который определяет срок службы пруда. Обычно срок службы земляных плотин IV класса капитальности принимают согласно СП 58.13330.2016 50 лет. Отметка уровня мертвого объема (УМО) назначается на 1,5 – 2 м выше дна пруда у плотины. В нашем примере эта отметка 102 м на рис.2.2 по этой отметке определяют по кривой объемов мертвый объем (150 тыс.м³). По топографической характеристике (кривые объемов и площадей пруда рис.2.2) находится объем паводка, который временно поднимается выше НПУ до отметки ФПУ (форсирований подпорный уровень). Высоту ФПУ или высоту регулирующей призмы на небольших прудах принимают в пределах 0,5 – 1,0 м в зависимости от климатической зоны.

Далее определяется полезней объем пруда ($V_{плз}$) – объем воды, который можно использовать для хозяйственных нужд. Он равен рабочему объему $V_{рб}=V_{нпу}-V_{умо}$ за вычетом потерь воды на испарение ($V_{и}$ и фильтрацию $V_{ф}$).

$$V_{плз}=V_{рб}-V_{и} - V_{ф}$$

Потери воды на испарение с водной поверхности (испаряемость) зависит от температуры воды и воздуха, влажности воздуха и скорости ветра. Для предварительных водохозяйственных расчетов величина испарения («е») за вегетацию в зависимости от зоны может быть принята в следующих пределах:

для лесной зоны – 0,4-0,6 м;

для северной и южной лесостепи - 0,5-0,7м;

для степи - 0,6 -1,0 м.

Для уменьшения потерь воды на испарение можно рекомендовать лесопосадки вокруг пруда.

Объем потерь на испарение определяют как произведение слоя испарения на среднюю площадь зеркала, которая равна среднему значению

площадей отметок НПУ и УМО. Данные для расчетов берутся с топографической характеристики водоема.

Для нашего примера

$$V_{и} = e * \frac{S_{НПУ} + S_{УМО}}{2} = 0,3 \frac{200 + 90}{2} = 43,5 \text{ тыс. м}^3$$

Потери воды на фильтрацию $V_{ф}$ принимаются в зависимости от водопроницаемости грунтов, слагающих тело плотины, ложе и берега водохранилища. Объем воды на фильтрацию равен произведению слоя фильтрации (f) на среднюю площадь зеркала пруда:

$$V_{ф} = f \frac{S_{НПУ} + S_{УМО}}{2}$$

Слой потерь на фильтрацию (f) для глин, тяжелых суглинков, скальных грунтов можно принять 0,4 м; для средних суглинков и супесей – 0,5- 1,0 м; для песков, легких супесей - 1,1 - 2,0 м.

Для нашего примера

$$V_{ф} = 0,5 \frac{200 + 90}{2} = 71 \text{ тыс. м}^3$$

Тогда

$$V_{плз} = 490 - (42 + 71) = 377 \text{ тыс. м}^3.$$

Результаты водохозяйственных расчетов сводятся в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

Водохозяйственный расчет пруда

Объем	Отметки уровня воды, м.	Объем воды тыс.м ³ .	Площадь водного зеркала, га.
Полный	106,5	550,0	20,0
Мертвый	102	60,0	9,0
Рабочий	-	490,0	-
Потери на испарение	-	42,0	-
Потери на фильтрацию	-	71,0	-
Полезный	-	377,0	-

Регулирующая призма	-	200,0	-
---------------------	---	-------	---

Глава 3. РАСЧЕТ ПЛОТИНЫ

3.1 Конструкция и размеры плотины.

В сельском хозяйстве наиболее распространены плотины из однородных грунтов. Коэффициенты заложения откосов плотины («m») зависят от типа грунта применяемого при его строительстве (табл.3.1).

Верховые откосы устраиваются положе (т.е. коэффициент откоса больше), т.к. они испытывают давление воды и разрушающее воздействие волнобоя – m_1 .

Во избежание оползания от подмыва верховой откос может крепиться каменной отместкой, бетонными и железобетонными плитами и другими стройматериалами. Низовой откос чаще засеивается травами.

Для промывки наносов и опорожнения водохранилища по тальвегу на материковом грунте располагают трубчатый водоспуск диаметром 0,3-1,0 м.

Таблица 3.1

Коэффициенты заложения откосов плотины («m») по Ерхову Н.С., Мисеневу В.С. (1977)

Высота плотины, м	Супесь		Суглинок легкий		Суглинок средний		Суглинок тяжелый		Песок	
	m_1	m_2	m_1	m_2	m_1	m_2	m_1	m_2	m_1	m_2
5	2,5	2	2	2	2	2	2	2	3	2
10	3,5	2,25	2,5	2	2	2	2	2	3	2,25
15	4	2,75	3,25	2,25	2,75	2	2,5	2	3,25	2,25

Высота плотины (« $H_{пл}$ ») вычисляется по формуле:

$$H_{пл} = H_{нпу} + H_{р.п} + d$$

где $H_{нпу}$ – глубина слоя воды перед плотиной при НПУ, м

$H_{р.пл}$ - превышения НФУ над НПУ, м (высота регулирующей призмы)

d - запас высоты плотины на накат волны и не промачивание гребня плотины, который принимается в пределах 0,5 - 1,0 м.

Превышение гребня плотины над ФПУ принимают не менее 0,5 м (СП 39.13330.2012). Следовательно, отметка гребня плотины равна отметке ФПУ плюс превышение гребня.

Высота плотины $H_{пл}$ равна разности между отметками гребня и поверхности земли по оси плотины $H_{пл} = 34,4 - 27,0 = 7,4$ м.

Ширина гребня плотины « a » принимается из расчета устройства эксплуатационной дороги. Минимальная его ширина – 6м. Ширина плотины по подошве « b » определяется по формуле:

$$b = a + m_1 H_{пл} + m_2 H_{пл}$$

где m_1 - коэффициент сухого (низового) откоса;

m_2 - коэффициент мокрого (верхового) откоса.

Поданным расчетов размеров плотины вычерчивается поперечный профиль (рис. 3.1).

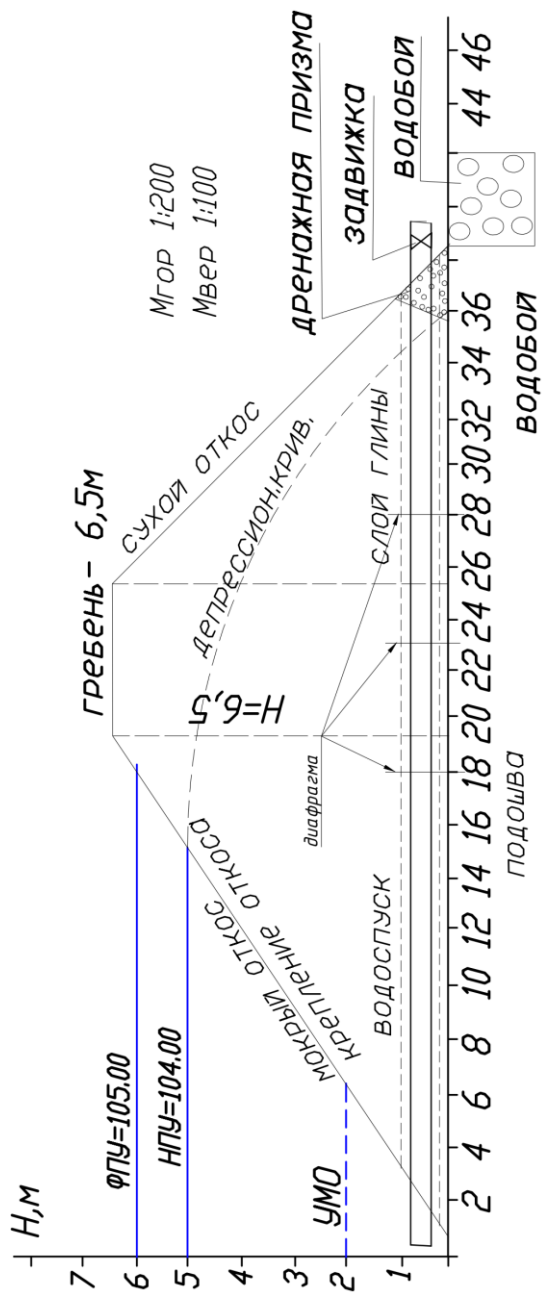


Рис. 3.1. Поперечный профиль плотины

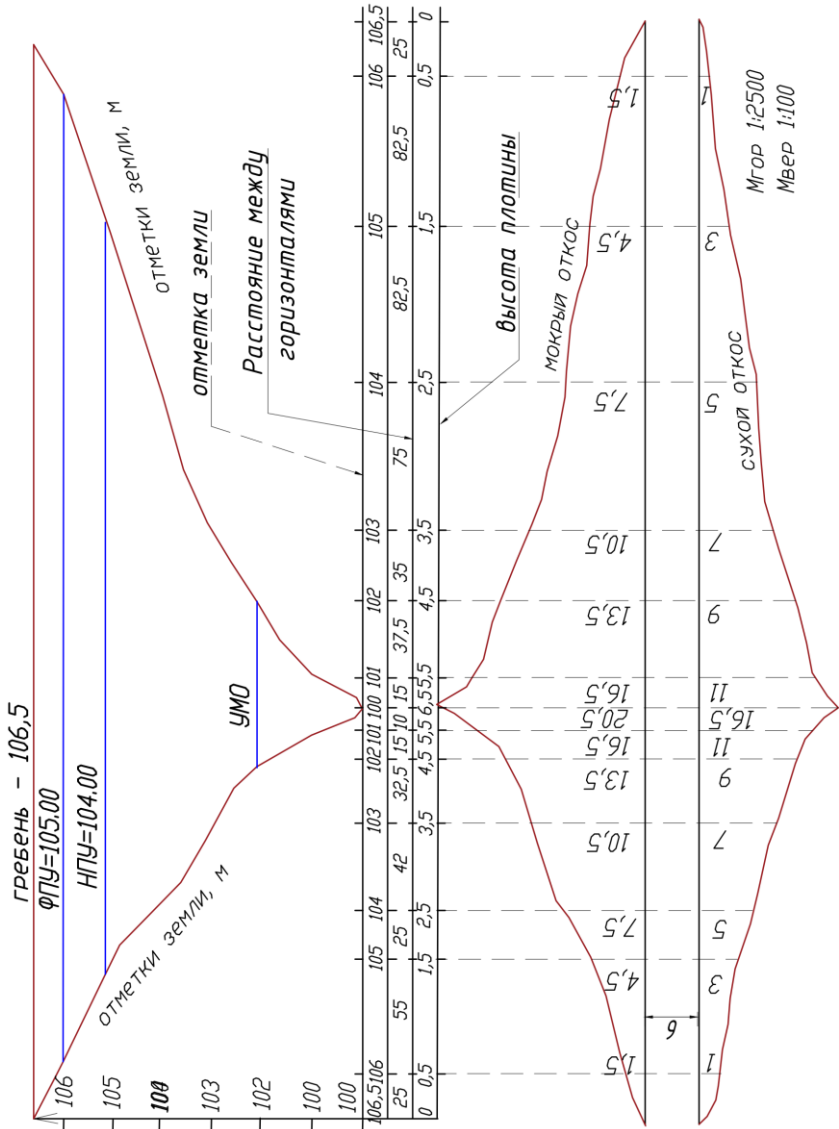


Рис. 3.2. Продольный профиль плотины

Для отражения высотного расположения всех элементов плотины вычерчивается продольный профиль плотины (рис. 3.2).

Для построения профиля местности по оси плотины (отметка земли, расстояние между горизонталями), пользуются планом пруда (рис. 2.1) и плотины (рис. 3.1).

Вначале строят вертикальную шкалу отметок в масштабе 1:100, затем по горизонтали в масштабе 1:2000, 1:2500, 1:300 в зависимости от высоты плотины, переносится ось плотины с указанием расстояния между горизонталями местности с учетом масштаба плана пруда.

Выписывается высота плотины. Далее по вертикали откладываются отметки точек местности. Соединив эти точки, получают продольный профиль плотины в виде ломанной линии.

План плотины вычерчивают точно под профилем оси плотины в том же горизонтальном масштабе (рис. 3.2). Наносится на план ось плотины, по обе стороны от нее откладывается гребень плотины. В одну сторону откладываются значения мокрого откоса (вверх) ($m_1 H_{пл}$), в другую (вниз) ($m_2 H_{пл}$) сухого. Соединив полученные точки, получим план плотины.

Нижнюю границу основного крепления следует назначать, считая от минимального уровня сработки водохранилища на глубине

$$h = 2h_1\%.$$

При этом нижняя граница основного крепления должна быть ниже минимального уровня сработки водохранилища не менее чем на $1,5^*t$, где t - расчетная толщина ледяного покрова.

3.2 Подсчет объема земляных работ.

Имея продольный план профиля и план плотины, подсчитывают объем насыпи плотины, как сумму объемов призм, получающихся между двумя соседними горизонталями. Объем призм равен полусумме площади оснований умноженной на его высоту.

Площади оснований представляют собой трапецию с основаниями: вверху равную ширине гребня, внизу – ширине подошвы. Высота трапеция равна высоте плотины в каждом ее сечении.

Сумма объемов всех призм и будет объемом тела плотины. К полученному объему тела плотины следует прибавить 10%не осадку плотины и 3% на неучтенные работы.

Таблица 3.2

Расчет объема тела плотины

Отметка земли, м	Высота плотины, Н м	Ширина гребня, а м	Ширина основания призмы, в м	Средняя линия трапеции $(в+а)/2$	Площадь трапеции $F= h*(в+а)/2$	Площадь средней трапеции $F_{ср}=(F1+F2)/2$	Расстояние между горизонталями $l, м$	Объем тела плотины, $м^3$ $W= F_{ср}*l$
105	0	0	6					
104	1	6						
103	2	6						
102	3	6						
101	4	6						
100	5	6						
101	4	6						
102	3	6						
103	2	6						
104	1	6						
105	0	6						

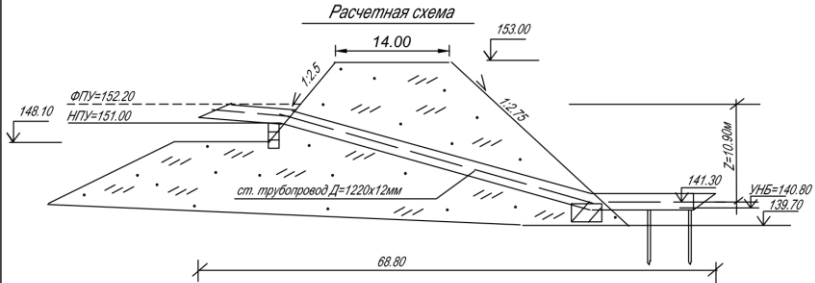
3.3 Расчет водосбросного сооружения.

Водосбросное сооружение предназначаю для пропуска весенних и ливневых паводков из верхнего бьефа в нижний. Согласно СП 58.13330.2019 и СП 290.1325800.2016 размеры водосброса рассчитывают на пропуск паводка с 1% вероятностью превышения. Все постоянные гидротехнические сооружения крупных прудов по действующей классификации свода правил (СП) относятся к IV классу капитальности.

Трубчатые водосбросы земляных плотин проектируются на расход до 30 м³/с с падением до 10 м и представляют собой наклонную стальную трубу, уложенную в основание плеча плотины с водосливным входным оголовком различной конструкции и ледозащитным устройством. Выходной оголовок выполнен на свайном основании с гасителем энергии в виде рассеивающего порога, после чего вода ударяется на каменную призму, которая укладывается для препятствия размыва грунта отводящего канала.

Для полного опорожнения пруда и санитарных попусков в межень устраивают водоспуск.

Гидравлический расчет пропускной способности водосбросного сооружения при 1% обест.



Диаметр ст. трубопровода 1220x12мм. Площадь сечения - 1.123 м²
 Отметка НПУ=151.00
 Отметка ФПУ=152.20
 Отметка гребня - 153.00
 Перепад сооружения - Z = 10.90м

Пропускную способность сооружения определяем по формуле:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \frac{\sqrt{2gZ}}{\sqrt{1 + S_{\text{вх}} + S_{\text{пов}} + S_{\text{пов. вых}} + \frac{2gl}{C^2 R}}} \quad \text{м}^3/\text{с}$$

где:

$l = 0.012$ - коэф. шероховатости ст. труб

$S_{\text{вх}} = 0.17$

$S_{\text{пов}} = 0.125$

$S_{\text{пов. вых}} = 0.15$

$$R = \frac{D}{4} = \frac{1.220}{4} = 0.30$$

$C = 73.50$ - коэф. Шези (по справочнику)

$$S_{\text{вл.}} = \frac{2gl}{C^2 R} = \frac{2 \times 9.81 \times 68.80}{5402.25 \times 0.30} = \frac{1349.856}{1620.675} = 0.83$$

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \frac{\sqrt{2gZ}}{\sqrt{1 + S_{\text{вх}} + S_{\text{пов}} + S_{\text{пов. вых}} + \frac{2gl}{C^2 R}}} = \frac{1.123 \times 14.62}{\sqrt{1 + 0.17 + 0.125 + 0.15 + 0.83}} = \frac{16.42}{11.0} = 1.5 \text{ м}^3/\text{с} \quad \text{3-х значного} - 33.00 \text{ м}^3/\text{с}$$

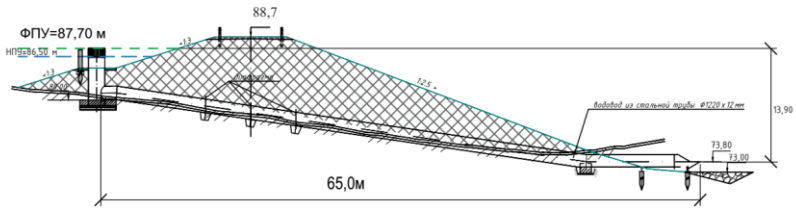
Вывод: Пропускная способность 3-х значного сооружения равна - 33.00 м³/с

Остаточный расход предусматривается пропустить через водоспуск - 1.59 м³/с

Литература: 1. П.Г. Кисилев "Справочник по гидравлическим расчетам", "Энергия", Москва, 1972г.

2. Справочник проектировщика "Гидротехнические сооружения" под общей редакц. В.П. Недриги
 Москва "Строиздат" 1983г

Гидравлический расчет пропускной способности водосборного сооружения.
Схема расчета



Пропускную способность водосборного сооружения определяем по формуле:

а) шахта сооружения:

$$Q = \mu * \epsilon * v * \sqrt{2g} * H^{3/2} \text{ (м}^3/\text{с)}$$

где:

$\mu = 0,62$ – коэф. расхода;
 $\epsilon_{\text{реш}} = 1,0$ – коэф. сжатия;
 $D = 1220 \times 12$ мм – диаметр шахты;
 $v = 14,6$ – периметр шахты;
 $H = 1,2$ – напор на входе
 $H^{3/2} = 1,31$.

$$Q = \mu * \epsilon * v * \sqrt{2g} * H^{3/2} = 0,62 * 0,906 * 14,6 * 4,43 * 1,31 = 4,759 \text{ (м}^3/\text{с)}$$

а) труба сооружения:

$$Q = \mu * F * \sqrt{2gZ} \text{ (м}^3/\text{с)}$$

где:

$\mu = 0,62$ – коэф. расхода;
 $Z = 9,59$ м
 $D = 1220 \times 12$ мм – диаметр ст. трубы, $F = 1,12$;
 g – ускорение силы тяжести $9,81 \text{ м/с}^2$.

$$Q = \mu * F * \sqrt{2gZ} = 0,62 * 1,12 * \sqrt{2 * 9,81 * 9,59} = 9,52 \text{ (м}^3/\text{с)}$$

Пропускная способность 1 ниточного трубопровода $\phi 1220$ мм составит – $9,52 \text{ м}^3/\text{с}$.

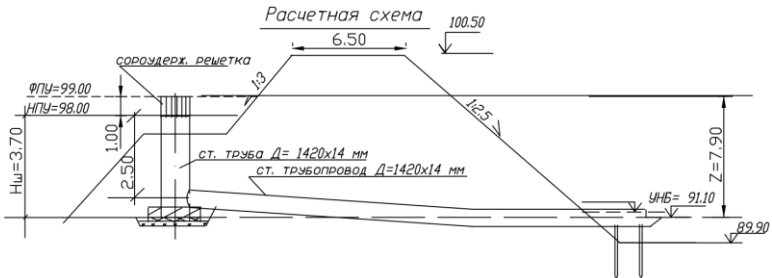
Литература: 1. "Гидротехника и мелиорация" 11 номер 1979 г.

2. Кисилев П.Г. "Справочник по гидравлическим расчетам". Москва. "Энергия". 1972 г.

3. Справочник проектировщика "Гидротехнические сооружения" под общей редакцией В.П. Недриги. Москва. "Строиздат" 1983 г.

4. Юрьев А.Ю. Справочник по расчетам гидравлических и вентиляционных систем С.-Пб., АНО НПО "Мир и семья", 2001 г. 1154 с., илл.

Гидравлический расчет пропускной способности водосбросного сооружения (сущ.)
(на пропуск расчетного расхода 5% обеспеченности)
дождя.



Пропускную способность водосбросного сооружения определяем по формуле:

а) шахта сооружения :

$$Q = \mu \times v \times \sqrt{2g} \times H^{\frac{3}{2}}$$

где :

$\mu = 0.40$ - коэф. расхода

$D=1420 \times 14$ мм - диаметр шахты плюс вставка ($L=12.70 \times 2=25.40$ м)

$v = 29.80$ м - периметр сливной грани шахты (овальная) $v = (1.392 \times 3.14) + (2 \times 12.70) = 4.40 + 25.40 = 29.80$ (м)

$H = 1.0$ м - напор на входе сооружения

$$H^{\frac{3}{2}} = 1.0 \text{ м}$$

$$Q = \mu \times v \times \sqrt{2g} \times H^{\frac{3}{2}} = 0.40 \times 29.80 \times 4.43 \times 1.0 = 52.80 \text{ м}^3/\text{с}$$

б) труба сооружения : $Q = \mu \times F \times \sqrt{2gZ}$, $\text{м}^3/\text{с}$

где :

$\mu = 0.70$ - коэф. расхода

$Z = 7.90$ м - перепад сооружения

$D=1420 \times 14$ мм - ст. труба $F=1.52 \text{ м}^2$

g - ускорение силы тяжести $= 9.81 \text{ м/с}^2$

$$Q = \mu \times F \times \sqrt{2gZ} = 0.70 \times 1.52 \times 12.45 = 13.24 \text{ м}^3/\text{с}$$

пропускная способность 4-х ниточного сооружения равна $53.00 \text{ м}^3/\text{с}$

Вывод : пропускная способность 4-х ниточного сооружения равна $52.80 \text{ м}^3/\text{с}$

Дополнительно 2 нитки водосбросного сооружения бесковшового типа (конструкции Мисенева) $26.00 \text{ м}^3/\text{с}$

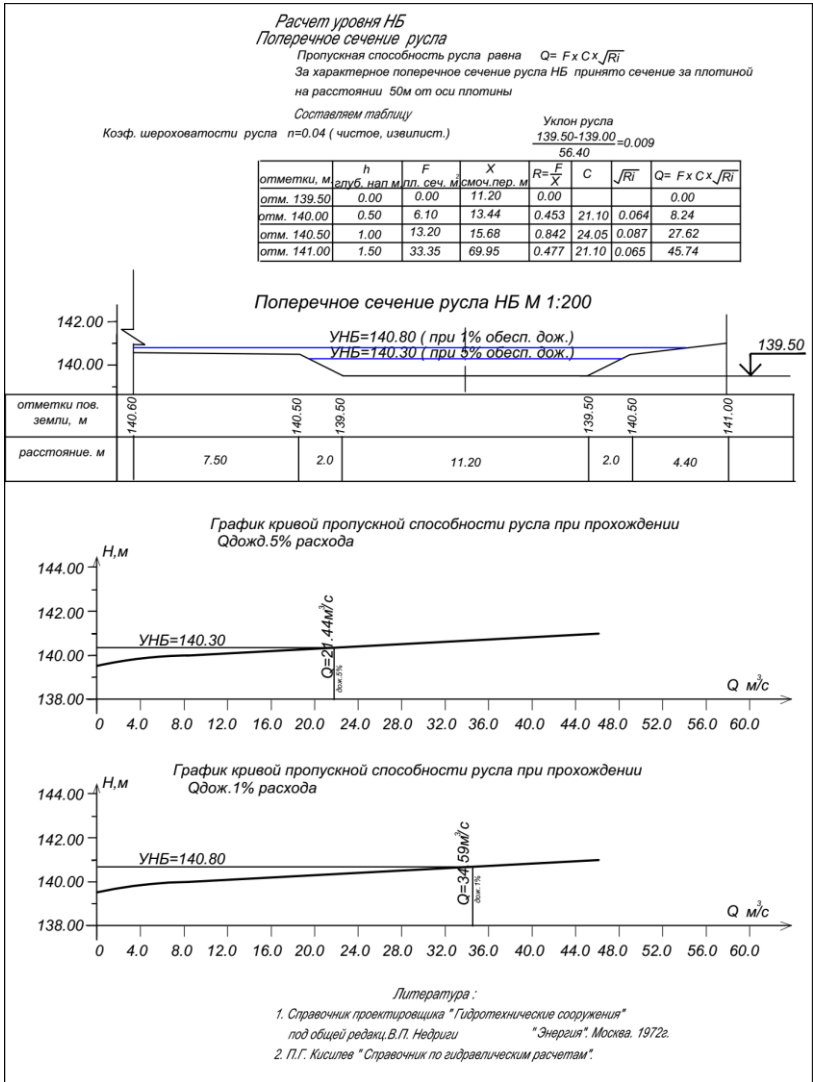
Итого : общий расход через сооружения составляет $78.80 \text{ м}^3/\text{с}$

Литература: 1. П.Г. Кисилев "Справочник по гидравлическим расчетам", "Энергия", Москва, 1972г.

2. А.В. Андреевская "Задачник по гидравлике" "Энергия", Москва, 1970г.

3. Справочник проектировщика "Гидротехнические сооружения" под общей редакцией В.П. Недриги Москва "Строиздат" 1983г

Водосбросной канал. Максимальный расход воды в весенний паводок для территории Татарстана в зависимости от средней залесенности водосбора, дружности половодья в расчете да год 1% обеспеченности стока составляет в пределах от 5 до 15 $\text{м}^3/\text{с}$. Однако 1/2 часть паводка сбрасывается через трубчатый водоспуск, через тело плотины.



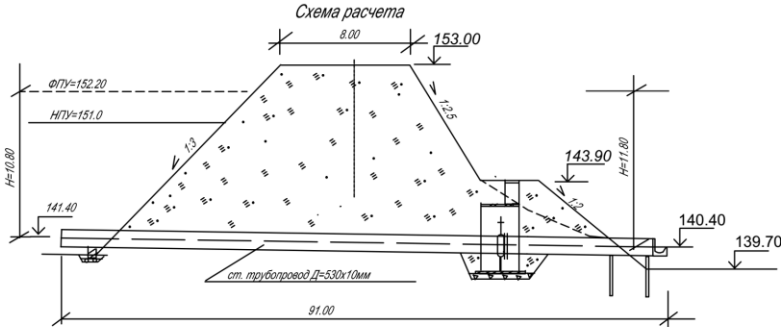
Поэтому для расчета поперечного сечения водосброса принимается только 50% расхода. Водосброс устраивается в обход плотины на расстоянии не менее 15-30м. Канал строится с откосами 1:3 и крепится многолетними травами. Уклон дна должен находиться в пределах 0,001. Глубина воды в канале «h» равняется высоте регулирующей призмы (ФУ - НПУ).

Ширина же определяется по графику (рис.3.3). При максимальном расходе (Q) воды в паводок через водосброс 5 м³/с ширина канала будет равна 2,5м.

3.4 Расчет водоспуска

Гидравлический расчет пропускной способности водоспускного сооружения

(при пропуске поверочного весеннего расхода 1% обеспеченности)



Пропускная способность сооружения при полном открытии задвижек определяется по формуле:

$$Q = M F \sqrt{2gH} \quad (\text{м}^3/\text{с}) \quad 3$$

где:

M - коэффициент расхода

$F = 0.204 \text{ м}^2$ - площадь поперечного сечения трубопровода ($D=530 \times 10 \text{ мм}$)

$2g = 2 \times 9.81 = 19.62 \text{ м/с}^2$ - ускорение силы тяжести

$H = 10.80 \text{ м}$ - напор перед сооружением $H = 11.80 \text{ м}$ - напор на выходе сооружения

Коэффициент расхода сооружения определяется по формуле:

$$M = \frac{1}{\sqrt{1 + S_{\text{сех}} + S_{\text{завд}} + S_{\text{дп}} + S_{\text{пор}}}}$$

где:

$S_{\text{сех}} = 0.10$ (острые кромки)

$S_{\text{завд}} = 0.15$

$$S_{\text{дп}} = \frac{2g \cdot L}{C^2 R}$$

$$R = \frac{d}{4} = 0.13$$

$$n = 0.013$$

$C = 65.87$ (по справочнику)

$$S_{\text{дп}} = \frac{19.62 \times 91.00}{65.87^2 \times 0.13} = \frac{1785.40}{564.05} = 3.20$$

$S_{\text{пор}} = 0.63$

$$M = \frac{1}{\sqrt{1 + S_{\text{сех}} + S_{\text{завд}} + S_{\text{дп}} + S_{\text{пор}}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.10 + 0.15 + 3.20 + 0.63}} = \frac{1}{\sqrt{5.08}} = \frac{1}{2.25} = 0.44$$

$$Q = M F \sqrt{2gH} = 0.44 \times 0.204 \times \sqrt{19.62 \times 11.80} = 1.40 \quad (\text{м}^3/\text{с})$$

Вывод: пропускная способность сооружения равна 1.40 м³/с

Литература: 1. П.Г. Кислев "Справочник по гидравлическим расчетам". "Энергия". Москва. 1972г.

2. Справочник проектировщика "Гидротехнические сооружения" под общей редакцией В.П. Недриги. Москва "Строиздат" 1983г

