



**ПК «ИНСТИТУТ КАЗГИПРОВОДХОЗ»**

**МАЛО-УЛЬБИНСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ  
НА РЕКЕ МАЛАЯ УЛЬБА  
В ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ  
(Инженерный справочник водохранилища)**



**АЛМАТЫ 2020 г.**

Инженерный справочник подготовлен по материалам декларации безопасности плотины Мало-Ульбинского водохранилища в Восточно-Казахстанской области, которая была разработана ПК «Институт Казгипроводхоз» в 2018 году.

ПК «Институт Казгипроводхоз» будет признателен всем заинтересованным организациям и специалистам при обсуждении вопросов безопасности гидротехнических сооружений Казахстана.

Свои замечания и предложения просим направлять в ПК «Институт Казгипроводхоз», по адресу г. Алматы, пр. Сейфуллина д. 434, эл. адрес: [kazgipro@mail.ru](mailto:kazgipro@mail.ru).

Выпуск подготовил: Алибаев К. У. - главный инженер проекта.  
(моб. +7 771 7663367, +7 7012290987)  
эл. адрес: [karimalibaev@mail.ru](mailto:karimalibaev@mail.ru)

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Мало-Ульбинское водохранилище руслового типа, построено в 1938г. на реке Малая-Ульба в Восточно-Казахстанской области. Водоохранилище сезонного регулирования.

Водоохранилище образуется с помощью двух каменно-набросных плотин построенные из местного материала, а также водосбросных сооружений.

Основное назначение водохранилища аккумулярование стоков реки Малая Ульба, обеспечения гарантированного водоснабжения г.Риддер и его промышленных предприятий, а также для увеличения зимних расходов р.Громотуха.

Водоохранилище наполняется весной и летом стоком р.Малая Ульба и сбрасывается зимой. Попуски воды из водохранилища производятся через туннель рабочего водовыпуска, и далее по естественному логу в ключ Рыбный – приток р.Левой Громотухи.

Главной особенностью водохранилища является каменно-набросная плотина, откос верхнего бьефа которой укреплен экраном выполненный из деревянных досок, из лиственницы и скрепленные стальными болтами.

За более чем 80 летний период эксплуатации, техническое состояние всей плотины, а также деревянного экрана претерпели определённые изменения, однако в целом общая устойчивость плотины в удовлетворительном рабочем состоянии.

В этой связи для специалистов, данная плотина представляет особый интерес, с точки зрения устойчивости каменно-набросных плотин для создания средних водохранилищ, а также возможность защиты верхних откосов деревянным покрытием.

## 2. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Название водохранилища	Мало-Ульбинское
Название зарегулированного водотока	Р.Малая Ульба, бассейн р.Иртыш
Местоположение створа плотины	В 30 км от г.Риддер, Восточно-Казахстанской области
Местоположение водохранилища	Зыряновский район
Тип водохранилища	Русловое
Построено по проекту	Гидроэлектрострой, Московское отделение 1931г.
Назначение водохранилища	Водоснабжение г.Риддер, каскад ТОО «Компания ЛК ГЭС»
Вид регулирования стока	Сезонное
Год пуска в эксплуатацию	1938 г.
Эксплуатация	В каскаде
Ведомственная принадлежность	ТОО «Компания ЛК ГЭС»

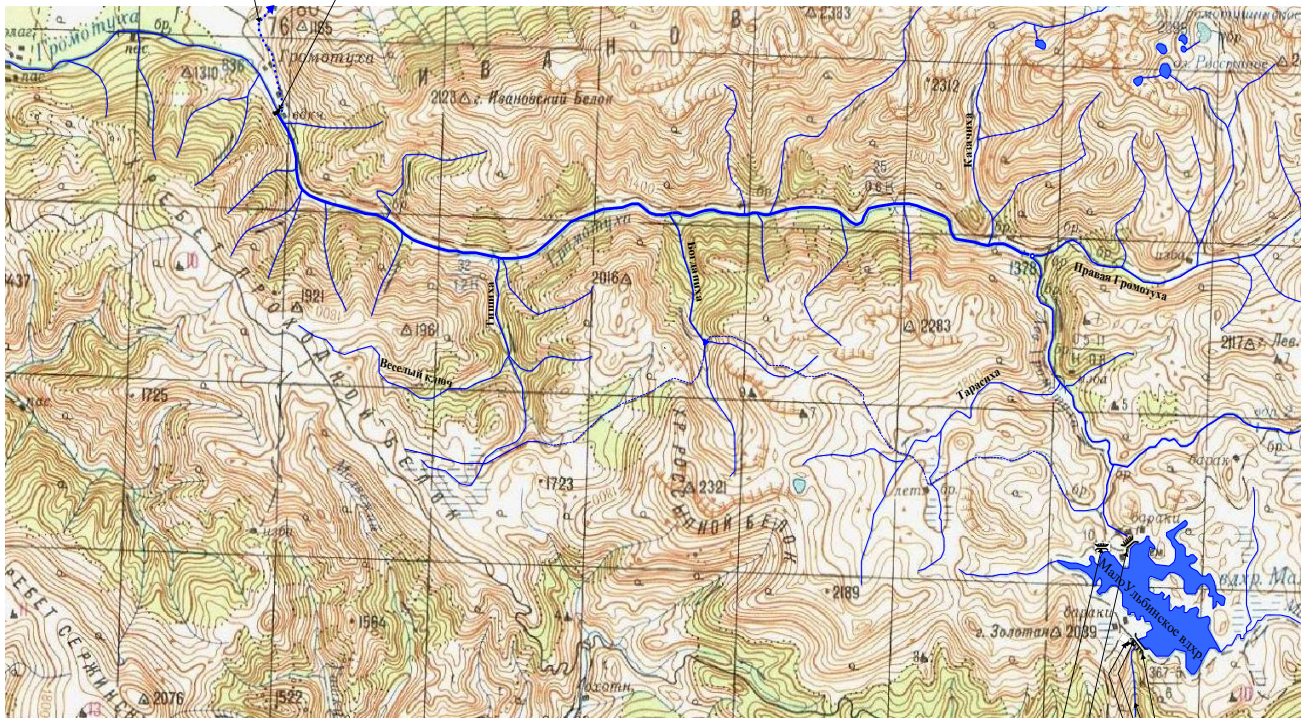


Рис.2.1 Местоположение Мало-Ульбинского водохранилища.



Рис.2.2 Контуры Мало-Ульбинского водохранилища (космоснимок).

### **3.ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.**

При составлении климатической характеристики района водохранилища использованы материалы наблюдений на метеостанции Малая Ульба, действовавшей на юго-западном берегу водохранилища, а также данные наблюдений по метеостанции Лениногорск (Риддер), расположенной в 30 км от водохранилища.

**Температура воздуха-** В районе водохранилища средняя месячная температура наиболее тёплого месяца июня равна  $+12,2^{\circ}\text{C}$ , наиболее холодного января  $-20^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный максимум температуры воздуха по метеостанции Малая Ульба равен  $+28^{\circ}\text{C}$ , абсолютный минимум  $-45^{\circ}$ . Зима в районе Мало-Ульбинского водохранилища суровая, продолжительность до 7 месяцев. Оттепели непродолжительные, но могут наблюдаться в течение всех зимних месяцев. Осенний переход средней суточной температуры через  $0^{\circ}$  в горных районах происходит в первой декаде октября, а весенний – в конце апреля – начале мая.

**Атмосферные осадки-** В годовом ходе наибольшее количество осадков выпадает в июле, наименьшее – в январе. Месячный и суточный максимум осадков отмечается обычно в июле. За 27 – летний период наблюдений суточный максимум осадков составил 90мм.

**Снежный покров-** появляется в конце сентября. Наибольшей мощности он достигает в феврале –марте, в среднем его высота достигает 2м, а в отдельные годы превышает 3м. Таяние снега в горах начинается в апреле и заканчивается в июле. Толщина льда составляет в среднем 54 см.

**Режим ветра -** Преобладающие направления ветра в районе Мало-Ульбинского водохранилища южное и северное. Наибольшая средняя месячная скорость ветра отмечается в октябре (3,5м/с), наименьшая – в июле-августе (2,0 м/с). Сильные ветры со скоростью более 15 м/с наблюдаются ежегодно и число дней с ними за год составляет в среднем 33.

### **4.ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕКИ.**

Мало-Ульбинское водохранилище расположено в верховьях р.Малой Ульбы. Река Малая Ульба берёт начало в юго-западной части Горного Алтая на склонах Тургусунского белка, является левым притоком р.Ульбы и впадает в неё на 25 км от устья.

Бассейн реки до створа плотины окружен со всех сторон горными хребтами, площадь водосбора составляет  $40,5\text{ км}^2$ . Бассейн реки расположен на отметках 1600-2200 м.

Большая часть водосбора сложена гранитами, сланцами и порфирами. Преобладающий вид почв – суглинки. Растительность представлена хвойным лесом, субальпийскими и альпийскими лугами. Повсеместно встречаются выходы на поверхность коренных скальных пород. Выше плотины бассейн р.Малая Ульба

представляет собой холмистое плато, поднимающееся к водоразделу и переходящее в горные цепи.

Створ плотины расположен на отметке 1560м. Верхняя граница рассматриваемой территории находится на высоте около 2200м.

Таблица 4.1.

Гидрологические характеристики рек

№	Характеристики	Ед. изм.	р. Громотуха	р. М.Ульба
1.	Длина реки: общая	км	34	112
	от истоков до водозабора (плотины)	км	22	4,5
2.	Площадь водосбора: общая	км <sup>2</sup>	451	2300
	В створе водозабора (плотины)	км <sup>2</sup>	360	40,5
3.	Средние годовые расходы воды обеспеченностью:			
	5%	м <sup>3</sup> /сек	23,2	2,5
	50%	м <sup>3</sup> /сек	16,4	1,93
	95%	м <sup>3</sup> /сек	11,2	1,43
6.	Средний годовой объём стока обеспеченностью:			
	5%	м <sup>3</sup> /сек	731,64	78,84
	50%	м <sup>3</sup> /сек	517,19	60,55
	95%	м <sup>3</sup> /сек	353,2	45,10
7.	Средняя высота бассейна	м.абс.	1850	1750
8.	Средний уклон реки		0,026	0,012

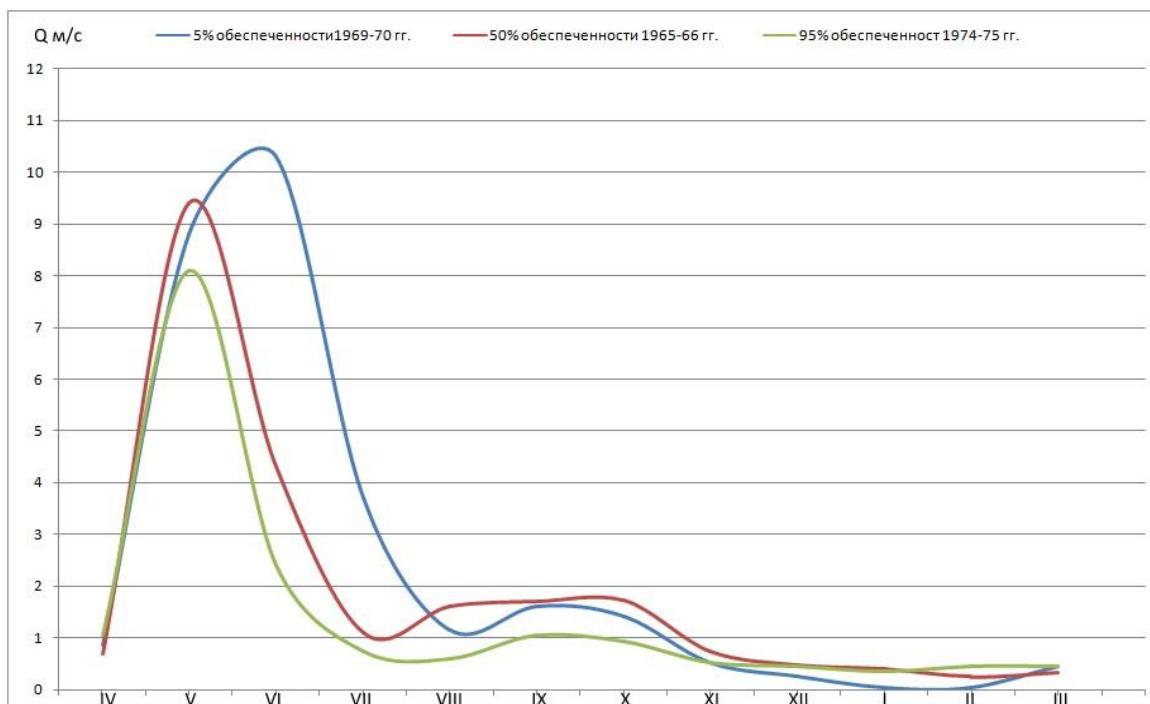


Рис.4.1.График внутригодового распределения стока р.М.Ульба.

**Максимальные расходы воды-** Годовые максимальные расходы воды в бассейне р.Малая Ульба наблюдаются обычно в период весеннего половодья в мае-июне, образуются вследствие интенсивного снеготаяния и выпадения в этот период дождей.

При расчётном объёме половодья 0,1% обеспеченности р.Громотуха составляет 754 млн м<sup>3</sup>, объём половодья р.Малая Ульба в створе плотины, той же обеспеченности, составляет 94 млн м<sup>3</sup>.

Характеристики годового и максимального стока

Таблица 4.2.

Река	Пункт	Расст. до устья, км	Площадь водосбора, км	Средний годовой расход м3/с, норма				Средний годовой расход м3/ч, маловодный год p=97%		
				Q м3/с	М л/с км2	Млн м3	Cv	Q м3/с	М л/с км2	Млн м3
М.Ульба	Плотина	110	40,5	1,86	46,0	58,6	0,25	1,10	27,2	34,7
Громотуха	Нечунаева заимка	32	360	16,5	46,0	520	0,24	10,0	27,8	315,0

Таблица 4.3.

Река	Пункт	Максимальные расходы p% обеспеченности, м3/с				
		0,5	1	3	5	10
М.Ульба	Плотина	70	63	52	47	41
Громотуха	Нечунаева заимка	510	460	376	344	296

Максимальный расход р.Малая Ульба в створе плотины Мало-Ульбинского водохранилища составляет 95,3м<sup>3</sup>/с (P=0,1%).

**Минимальный сток-** Наименьшие в году расходы воды наблюдаются в зимний период, что обусловлено истощением зимой грунтового питания рек. Летние минимальные расходы наблюдаются обычно в сентябре-октябре перед замерзанием и, как правило, превышают зимние минимумы.

Норма минимального среднего месячного стока в летне-осеннюю межень для бассейна реки Ульбы 27,5 л/с км<sup>2</sup>, в зимнюю межень 5,95 л/с км<sup>2</sup>. Средние расходы летне-осенней межени 1,1 м<sup>3</sup>/с, зимней 0,24 м<sup>3</sup>/с.

## **5. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.**

*Геологические условия* - Геоморфологическое строение района определяется его приуроченностью к высокогорью Рудного Алтая к наиболее резко поднятой его части с абсолютными отметками 1500-2000м и более.

В районе водохранилища, долина обладает троговым характером, с наличием ледниковых отложений, свидетельствующих о ледниковой деятельности. На крутых склонах накапливаются каменные осыпи, а в основании склонов накапливаются отложения, формируя конусы выноса и другие формы рельефа.

Коренную основу долины реки на участке плотины слагают палеозойские граниты, серые, крупнозернистые, участками порфирированные, где порфирированные выделения представлены полевым шпатом.

По сейсмическим условиям, описываемый район относится к VI бальной зоне сейсмичности.

*Гидрогеологические условия* - В пределах характеризуемого района установлено два типа подземных вод – трещинные и поровые.

Трещинные воды заключены в трещиноватых скальных породах и зонах тектонических нарушений. Питание этого водоносного горизонта осуществляется за счёт инфильтрации атмосферных осадков, постоянных водотоков и каровых озёр, расположенных в верховьях горных рек.

Водоносный горизонт аллювиальных и ледниковых отложений питается за счёт атмосферных осадков и стока постоянных водотоков, т.к. имеет непосредственную связь с рекой. По аналогии с соседними районами подземные воды как трещинного, так и порового типа пресные с сухим остатком до 1г/л и характеризуются отсутствием агрессивных свойств по отношению к бетонам.

## **6. ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПЛОТИНЫ И СООРУЖЕНИЙ.**

Мало-Ульбинское водохранилище предназначено для повышения водообеспеченности г.Риддер в зимний период, во время прохождения по р.Громотухе низких меженных расходов воды, а также для регулирования расходов каскада ТОО «Компания ЛК ГЭС».

Строительство Мало-Ульбинского водохранилища было осуществлено в три этапа: с 1937г. по 1944г.

В состав гидротехнических сооружений Мало-Ульбинского водохранилища входят:

- каменно-набросная плотина, на сухой кладке в центральной части, с деревянным экраном, высотой 34м;
- две земляные плотины №1,2 высотой по 10м, длиной 273 и 174м;
- рабочий водовыпуск, расположенный в правой части земляной плотины №2;
- строительный водовыпуск, расположенный под каменно-набросной плотинной.



Характерные эксплуатационные режимы гидротехнических сооружений водохранилища:

- попуски воды в меженный период в р.Левая Громотуха;
- накопление стока р.Малая Ульба в период весенне-летнего половодья;
- эксплуатация сооружений в аварийных условиях.

Класс капитальности плотины - II класс.

В соответствии с Приказом МСХ РК №19-2/1054 от 2 декабря 2015 года «Об утверждении Правил, определяющих критерия отнесения плотин к декларируемым, и Правил разработки декларации безопасности плотины», плотина Мало-Ульбинского водохранилища относится:

1) В зависимости от высоты и типа грунтов, тип «Б» плотина из грунтовых материалов, и по высоте –максимальная высота 34 м – к III классу.

2) В зависимости от социально-экономической ответственности и условий эксплуатации – к III классу.

3) В зависимости от последствий возможных гидродинамических аварий: по числу пострадавших людей, которые могут пострадать от аварии на ГТС – до 500 чел – к III классу

4) В зависимости от числа людей условия жизнедеятельности которых могут быть нарушены при аварии на ГТС, до 2000 чел – к III классу.

5) В зависимости от размера возможного материального ущерба без убытков от разрушения ГТС, от 1 до 10 млн. МЗП – к III классу.

6) В зависимости от характера территории распространения ЧС в пределах территории одного района – к IV классу.

Таким образом, с учетом всех параметров плотины и возможных ущербов, в целом плотина относится к - **III классу**.

### **ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОТИНЫ**

Отметка гребня плотины	1574,5м
Отметка нормального подпорного уровня (проектная)	1572,5м
Отметка нормального подпорного уровня (разрешённая)	1567,5м
Объём водохранилища при НПУ (проектный)	84,5 млн м <sup>3</sup>
Объём водохранилища при НПУ (разрешённый)	58,26 млн м <sup>3</sup>
Отметка уровня мёртвого объёма.	1550,5м
Мёртвый объём водохранилища	4,09 млн м <sup>3</sup>
Длина плотины	367м
Высота плотины	34,5м
Высота плотины от заложения зуба	40м
Максимальная ширина плотины по низу	74,5м
Ширина гребня плотины	5 м
Длина водохранилища	5 км
Средняя ширина	1,3 км

Максимальная глубина	11,2 м
Площадь зеркала при НПУ 1572м	6,52 км <sup>2</sup>
при НПУ 1567,5м	5,21 км <sup>2</sup>
при УМО 1550,5м	1,18 км <sup>2</sup>
Площадь водосбора	40,5 км <sup>2</sup>

### ПАРАМЕТРЫ ПЛОТИН

Каменно-набросная плотина	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Каменно-набросная плотина с верховой гранью плотины в виде стены из каменной кладки, низовая грань выполнена из крупного камня уложенного с подбором.</li> <li>• Материал кладки и наброски – серый гранит.</li> <li>• Отметка гребня 1574,5м, длина по гребню 367м, высота 34,5м, ширина по гребню 5,0м.</li> <li>• Заложение верхового откоса 1:0,333, низового 1:1,75.</li> </ul>
Земляная плотина №1,2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Глухая земляная плотина с телом из разнотерного песка, с ядром из суглинка, с укреплением двойной мостовой верхнего бьефа, понура - каменной наброской, дренажным банкетом нижнего бьефа.</li> <li>• Отметка гребня 1575м. Высота плотины №1 – 12,6м, высота плотины №2 – 11,6м.</li> <li>• Длина по гребню плотины №1 – 276,5м, плотины №2 – 359,5м. Ширина по гребню 5,0м.</li> <li>• Заложение верхового откоса от 1:2,5 до 1:4; низового откоса 1:3.</li> </ul>
Реконструкция	<ul style="list-style-type: none"> <li>• С 1980-х годов проводится реконструкция каменно-набросной плотины: пригруз нижнего бьефа, отсыпка верхнего бьефа.</li> </ul>
Штат обслуживающего персонала	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Эксплуатационный персонал, постоянно проживающий на водохранилище – 2 человека.</li> </ul>

### ПАРАМЕТРЫ ВОДОСБРОСНЫХ СООРУЖЕНИЙ

#### **Тоннельный строительный водовыпуск.**

- Тоннель проходит под каменно-набросной плотинной в 82м от ее правобережного края.
- Входная часть выполнена в виде плавной воронки с отметкой порога 1641,3м.
- К дну входной воронки примыкает сбросной тоннель круглого сечения диаметром 2,2м. и длиной 95м.
- Выходной конец тоннеля, через металлический патрубок, заходит в железобетонное здание портала водовыпуска, в котором последовательно (по ходу воды) смонтированы 2 затвора с ручными приводами: дроссельный и игольчатый, с отметкой оси 1538,74м.

- Из выходного патрубка игольчатого затвора вода поступает в поверхностный водослив.
- Пропускная способность водовыпуска до 40 м<sup>3</sup>/сек.

#### **Подводящий канал**

- Предназначен: для транспортировки воды к приемной камере тоннеля рабочего водовыпуска из водохранилища при понижении уровня зеркала воды в нем ниже 1552м.
- Канал шириной 2,0м, вырыт в песчано-глинистых грунтах
- В нижней его части, на глубине 1,5-4,0 м., канал огражден деревянными шпунтовыми стенками с распорами а выше стенок сооружены бермы и песчано-глинистые откосы с уклоном 1:4.
- Дно и бермы канала вымощены камнем. Длина подводящего канала 440м. с отметкой дна 1548,0 м (уклон нулевой).
- Отметка верха входной ряжевой воронки - 1549,0 м., горизонт мертвого объема водохранилища- 1550,49 м.

#### **Тоннельный рабочий водовыпуск**

- Тоннель проложен севернее, в 60м. от земляной плотины №2
- Входная часть тоннельного рабочего водовыпуска с отметкой порога 1548м., выполнен в виде железобетонной камеры, на входе в которую установлены решетка и шандорная стенка высотой 1,0 м с целью задержания наносов.
- Тоннель круглого сечения диаметром 2,0м. и длиной 325м.
- Пропускная способность водовыпуска до 20 м<sup>3</sup>/сек.

#### **Водосброс рабочего водовыпуска**

- Включает в себя: бутобетонный лоток, узел сопряжения, трубу водосброса и гаситель энергии потока воды
- Бутобетонный лоток шириной 5м, длиной 37м, высотой стен от 5 до 2,5м сооружен на материнских породах.
- Труба водосброса металлическая длиной 186, диаметров 1200мм с толщиной стенок 4 мм и ребрами жесткости, приваренными к оболочке через 2 м.
- Гаситель металлический, колодезного типа.

### **7.СВЕДЕНИЯ О ПРОЧИХ ВНЕШНИХ И ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НА ПЛОТИНУ.**

Одним из основных объектов водохранилища является каменно-набросная плотина высотой 34,5м с деревянным экраном, построенная в 3 этапа в 1937-1944гг.

Более чем 80-летняя эксплуатация плотины в суровых условиях горной местности при ежегодных наполнениях и сработке водохранилища отрицательно сказалась на состоянии деревянного экрана. Это выражается в деформациях экрана в виде выпучивания с изломом досок, разрушении стыков прижимных брусьев,

отрыве их от экрана льдом и снеговыми обвалами с гребня плотины, загнивании досок.

В паспорте (1943 г.) каменно-набросной плотины указано, что криволинейные очертания в плане каменно-набросных плотин с деревянным экраном оказывают отрицательное влияние на сооружение из-за отсутствия в нём элемента, способного работать как арка, т.к. вследствие гидравлического давления воды перемещается напорная грань плотины, причём подошва остаётся на месте, а гребень смещается в сторону нижнего бьефа. Перемещение вызвало сокращение длины арки в плане на величину от 141мм до 177мм.

В качестве мероприятий по устранению было указано – не заполнять бетоном вертикальные швы между камнями сухой кладки, в целях ослабления дальнейшего выпучивания экрана при повышении горизонта воды в водохранилище и очистить гнёзда вырванных анкерных болтов и заделать вновь с введением в двух смежных панелях промежуточных опорных брусьев.

К 1963г. выпуклость экрана достигла 500-600мм. В связи с аварийным состоянием плотины приказом МЭИЭ СССР №331 от 04.10.80г. до проведения ремонта плотины допустимый уровень заполнения водохранилища был понижен с НПУ 1572,5м до отметки 1567,5м. Это уменьшило полезный объём водохранилища почти на 26,0 млн.м<sup>3</sup>.

Согласно Правилам эксплуатации Мало-Ульбинского водохранилища, режим сработки запасов воды должен назначаться с учетом остатка резервного объема 15 млн.м<sup>3</sup>, необходимого на случай возможности наступления маловодного года.

В целях повышения безопасности плотины, в 80-х годах проводились работы по пригрузке горной массой низового откоса плотины и работы по защите экрана, которые велись без устройства суглинистого ядра, а путём присыпки деревянного экрана щебнистым грунтом. Щебнистый грунт отсыпался вплотную к верховому откосу плотины пионерным способом с обеих берегов.

## **8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДОХРАНИЛИЩА.**

Наполнение водохранилища начинается ориентировочно с 20 апреля и заканчивается 20 октября в зависимости от погодных условий.

В связи с частичным разрушением деревянного экрана Приказом Минэнерго СССР №331 от 04.10.1980г разрешенный уровень наполнения водохранилища – 1567,5м. Объём при этой отметке составляет 58,26млн м<sup>3</sup>. Наполнение водохранилища, выше отметки 1567,5 м. запрещается.

Скорость наполнения водохранилища не ограничивается. После наполнения до отметки 1567,4 м излишки воды сбрасываются через рабочий и сбросной (строительный) водовыпуски.

Попуск воды из Мало-Ульбинского водохранилища, в реку Громотуха, производится в период с 20 октября до 20 апреля каждого водохозяйственного года, в зависимости от водности реки Громотуха.

Режим сработки запасов воды, из Мало-Ульбинского водохранилища, Сработка водохранилища, в исключительных случаях, таких как выполнение ремонтных работ, маловодный год, допускается до отметки соответствующей «мертвому» объему 4,058 млн.м<sup>3</sup>.

В целях гарантированного водоснабжения г.Риддера опорожнение водохранилища разрешается до объёма не менее 15млн.м<sup>3</sup>, который оставляется как аварийный резерв на случай наступления маловодного периода.

## **9. ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛОТИНЫ И СООРУЖЕНИЙ.**

### **Каменно-набросная плотина.**

Каменно-набросная плотина перекрывает русло р.Малая Ульба. В плане плотина имеет криволинейное очертание. Верховая грань плотины выполнена в виде стены из каменной кладки, возведённой на бутобетонной плите толщиной 1-2м, упирающейся в бетонный зуб, заглубленный в основание на глубину 6м.

До отметки 1569м кладка стены на толщину 1м от напорной грани возведена на растворе. Выше стенка укладывалась без раствора.

Напорная грань – крутая, с заложением откосов 3:1.

Низовая грань плотины выполнена из крупного камня, уложенного с подбором.

Заложение низового откоса 1:1,75. Для повышения устойчивости низового откоса у сопряжения его со скалы основания, на всём протяжении плотины сооружена бутобетонная упорная призма с трёхочковым каптажом для отвода профильтровавшейся воды.

Материал кладки и наброски – серый гранит. Основанием плотины служат трещиноватые в верхних слоях граниты.

Водонепроницаемость плотины обеспечивается трёхслойным деревянным экраном, уложенным по напорной грани. Экран состоит из трёх взаимно перпендикулярных слоёв досок, между которыми проложено 2 слоя битумных матов. Доски сжаты с обеих сторон брусьями, стянутыми прижимными болтами. Внутренние брусья крепятся к кладке анкерными болтами. Пространство между экраном и кладкой до отметки 1569,0м заполнено бетоном. Выше это пространство бетоном не заполнялось.

Внизу экран опирается на бетонный зуб. Со дна котлована под зуб выполнена поверхностная цементация основания на глубину до 10м.

В 2006 году специализированной организацией ТОО «Казгидро» проводился «Анализ данных наблюдений за деформацией и фильтрацией каменно-набросной плотины МУВ» - на основании этого анализа, состояние каменно-набросной плотины определено как удовлетворительное.

В 2009 году специализированной подрядной организацией ТОО «ПОДВОДСТРОЙСЕРВИС» проведено водолазное обследование строительного водовыпуска и деревянного экрана каменно-набросной плотины, в результате ПК «Институт Казгипроводхоз»

проведенного обследования обнаружен участок разрушения в напорном деревянном экране в зоне переменного уровня. После проведения работ по ремонту противофильтрационного деревянного экрана фильтрация значительно снизилась

### **Земляные плотины №1 и №2**

Высота плотины №1 – 12,6м, высота плотины №2 – 11,6м.

Тело плотины №1 и №2 отсыпаны из разнозернистых песков. Для уменьшения фильтрации, через тело плотины с верховой стороны уложен экран из суглинка на песчаной подготовке. Низ экрана входя на 2,5м в грунт основания или сопрягается с глинобетонным зубом плотины, который устраивается толщиной 2,0м и с заложением низа на 0,5м ниже поверхности водоупора или переходит в понур.

Низовой откос плотины, имеет постоянное заложение 1:3, на половине высоты имеет берму шириной 1,5м. У подошвы низового откоса уложена каменная призма – дренаж, на контакте которой с телом плотины устроен обратный фильтр из песка и щебня. Толщина песчаного слоя 0,30м и щебенистого 0,40м.

На участках плотин с наибольшей высотой устроена пригрузка поверхности основания ниже каменного банкета. Эта пригрузка выполнена из несортных грунтовых материалов и имеет назначение предупредить выпор грунта основания из подошвы каменного банкета.

Низовой откос не крепится. Гребень плотины имеет одиночную мостовую, верховой откос – двойную мостовую, понур укреплен каменной наброской.

Отметка гребня плотины 1575,0м. Ширина по гребню 5,0м. Верх экрана на 0,5м возвышается над максимальным подпёртым горизонтом.

Верховой откос имеет переменное по высоте заложение: на первых двух метрах сверху заложение 1:2,5 далее на высоте пяти метров 1:3,5 и ниже до конца 1:4.

Напорная грань экрана, идущая с постоянным уклоном 1:3,5 заглублена под верховой откос на толщину промерзающего слоя (1,90м), причём пересекает ось плотины в точке с отметкой 1573,0м (НПГ=1572,5м).

Низовая грань экрана с постоянным заложением 1:3 также пересекает ось плотины достигая отметки 1571,40м. Таким образом достигнута переменная, увеличивающаяся к низу толщина экрана.

Глинобетонный зуб плотины №1 доходит до гранита. В правобережном участке, где водоупорный горизонт залегает вне пределов практической досягаемости, зуб заменяется понуром.

Плотина №2 только в правобережной части располагается на коренных породах, где глубина зуба не превышает величины 5,0м. В центральной и левобережной части водоупорный горизонт, также как и у плотины №1, уходит за пределы досягаемости и плотина в этой части имеет понур.

Ввиду того, что граниты в основании плотины залегают на глубине 10-12м, перед плотиной устроен понур из суглинка длиной 40м. Суглинистый экран и понур укладывается на подготовку из мелкого песка слоем 0,15м. Экран понура выполнен ПК «Институт Казгипроводхоз»

толщиной 1м из суглинка, с дальнейшей присыпкой защитным слоем из разнозернистых песков 1,5м и каменной наброски 0,4м. Суглинистый понур выполнен и перед холмом между плотинами №1 и №2.

Горизонт выхода фильтрационных вод 1562,0м. Отметка низа дренажа 1561,0м, верха дренажа 1563,5м.

### **Рабочий тоннельный водовыпуск.**

Предназначен: для рабочих попусков воды из водохранилища (в период осенне-зимней-весенней межени), сброса излишков воды из водохранилища. Рабочий водовыпуск состоит из:

1) подводящий канал в виде лотка шириной 2м в грунтовом основании общей длиной 440м. Несущие конструкции канала выполнены из бруса, обшивка стен из досок. Высота канала от 2,0 до 4,0м.

2) входной портал с отметкой порога 1548м., выполнен в виде железобетонной камеры. На пороге входного отверстия камеры установлены решетка и шандорная стенка высотой 1,0 м с целью задержания наносов.

3) сбросной тоннель круглого сечения диаметром 2,0м и длиной 325м. Стены тоннеля, проходящие через трещиноватый гранит, разрушенный гранит и сланцы, облицованы железобетоном толщиной до 30 см, с последующим торкретированием по металлической сетке. Трасса тоннеля проложена северо-восточнее земляной плотины №2.

4) выходной конец тоннеля, через металлический патрубок, заходит в железобетонное здание (портал), в котором последовательно (по ходу воды) смонтированы 2 затвора с ручными приводами: ремонтный дроссельный затвор диаметров 2,4м и игольчатый типа «Джонсон» диаметром 2,4х2,0м, с отметкой оси 1546,8м.

5) Из выходного патрубка игольчатого затвора вода поступает в поверхностный водослив – бутобетонный лоток.

Максимальная пропускная способность рабочего водовыпуска 25 м<sup>3</sup>/с.

### **Сбросной тоннельный водовыпуск.**

Предназначен: для аварийных паводковых сбросов, а также опорожнения водохранилища. Сбросной водовыпуск состоит из:

1) Входной части в виде плавной воронки с отметкой порога 1541,3м., что обеспечивает возможность полного осмотра напорной поверхности каменно набросной плотины и тоннеля. На пороге входного отверстия установлены решетки и шандорная стенка до уровня 1545,5м.

2) Сбросной тоннель круглого сечения диаметром 2,2м. и длиной 95м, примыкающий ко дну входной воронки. Стены тоннеля облицованы железобетоном с последующем торкретированием по металлической сетке. Тоннель проходит под плотиной в 85м от ее правобережного конца.

3) Выходной конец тоннеля, через металлический патрубок, заходит в железобетонное здание (портал), в котором последовательно (по ходу воды) смонтированы 2 затвора с ручными приводами: дроссельный и игольчатый диаметром 2,4м, с отметкой оси 1538,74м. Из выходного патрубка игольчатого затвора вода поступает в поверхностный водослив.

Максимальная пропускная способность сбросного водовыпуска 40 м<sup>3</sup>/с.

### **Деревянный экран каменно-набросной плотины**

Деревянный экран каменно-набросной плотины, обеспечивающей ее водопроницаемость, состоит из трех взаимно перпендикулярных слоев досок, толщиной 55 мм. Между досками проложено 2 слоя битумных матов. Доски уложены на вертикальные брусья с размером поперечного сечения 20X20 см, закрепленные анкерными болтами на напорной грани стенки сухой кладки. Сверху доски крепятся к анкерным брусьям прижимными брусьями (18X18 см) при помощи стягивающих болтов диаметром 22 мм, устанавливаемых с интервалом 1,35 м. Длина прижимных брусьев 4,5 м, расстояние между их рядами 1,5 м. Площадь экрана около 6300 м<sup>2</sup>.

Деревянный экран Мало-Ульбинской каменно-набросной плотины оказался относительно маловодопроницаемым. Однако за более чем 60 –летний период эксплуатации фильтрация через экран по сравнению с начальным периодом эксплуатации водохранилища значительно возросла. Увеличение фильтрации вызвано, отчасти, расстройством экрана от восприятия осадок плотины, отчасти общим ухудшением его состояния из-за потери физико-механических свойств древесины и изоляции.

Впервые деформации экрана были обнаружены осенью 1941 г. в районе пикета 13+5. Деформации выражались в выпучивании экрана, которое на отметке 1568,87 м достигало максимального значения 177 мм. Как было установлено комиссией из специалистов Лениногорского управления, проводившей обследование плотины в 1943 г, выпучивание вызвано смещениями плотины.

Поврежденный участок был отремонтирован. Однако деформации экрана продолжались, и в 1963 г. выпуклость по данным эксплуатации достигла 500-600 мм и находилась на высоте между отметками 1563.00 -1567.00 м.

Осмотр поверхности экрана, произведенный бригадой “Союзтехэнерго” в сентябре 1978 г, позволил установить следующие основные виды повреждений наружной части экрана:

- Деформация экрана с изломом досок и максимальной высотой выпучивания на отметке 1565,50 м,
- Разрушение стыков прижимных брусьев от гниения
- Отрыв прижимных брусьев от экрана льдом и снеговыми обвалами с карниза гребня плотины,
- Загнивание досок третьего (наружного) слоя экрана.



Наиболее значительному разрушению подвержены стыки и сами прижимные брусья. Осмотр показал, что почти второго и третьего горизонтальных рядов прижимных брусьев подвержены сильному гниению. Шесть стыков сгнили полностью и не обеспечивают соединения брусьев брусьев. Двенадцать брусьев третьего горизонтального ряда разбиты и также не имеют соединения со вторым рядом брусьев. Девять брусьев третьего ряда оторваны полностью. Таким образом, только в осмотренной зоне количество сильно поврежденных брусьев достигает 27 штук, что составляет около 15 % от общего количества прижимных брусьев в третьем горизонтальном ряду.

Прижимные брусья являются одним из основных элементов крепления деревянного экрана. Их отсутствие может повлечь обрушение участков экрана, что в свою очередь приведет если не к катастрофическим последствиям, то к необходимости опорожнения водохранилища на длительный срок и к значительным трудозатратам на восстановление деревянного экрана. В связи с этим отрыв брусьев от экрана является наиболее опасным видом повреждения.

## 10.ФОТОГРАФИИ ПЛОТИНЫ



Рис.10.1. Вид на каменно-набросную плотину водохранилища.



Рис.10.2. Вид на каменно-набросную плотину водохранилища.



Рис.10.3. Вид на каменно-набросную плотину водохранилища.



Рис.10.4. Вид на каменно-набросную плотину водохранилища.



Рис.10.5. Вид нижнего бьефа каменно-набросной плотины.



Рис.10.6. Вид нижнего бьефа каменно-набросной плотины.



Рис.10.7. Водомерный лоток ВЧ-75 на каменно-набросной плотине. Нижний бьеф.

## **11. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ПЛОТИНЫ.**

### **Фильтрация через тело плотины.**

Наблюдения за расходами фильтрации через тело плотины ведутся с 1938 года, с начала наполнения водохранилища. Вода, профильтровавшаяся через экран плотины и каменную наброску, отводится через трехочковый каптаж в упорной призме низового откоса, собирается в подводный лоток, в конце которого установлен мерный тонкостенный водослив с ребром трапецеидального профиля. Измерения расхода фильтрации проводились с различной периодичностью от 2 раз в день до 1 раза в неделю.

Наблюдения охватывают период с 1938 по 2018 г.

Анализ данных наблюдений за фильтрацией через тело плотины позволяет констатировать следующее:

- За период с 1938 по 1990 годы наблюдается постоянный рост фильтрационных расходов с 43 до максимум 346 л.с. За этот период расходы увеличились почти в 8 раз. Очевидно, это явилось следствием процессов старения и частичного разрушения экрана.
- В 1991 и 1992 годах отмечено относительно небольшое уменьшение фильтрации до значений в 287 и 263 л/с
- Начиная с 1993 г. и по 2005 г. включительно, произошло значительное, в 2,5 - 2,8 раза уменьшение фильтрационного расхода
- В 2018 г. после выполнения первого этапа отсыпки верхнего бьефа значение фильтрации снизилось до 16 л/с.

**Наблюдения за положением кривой депрессии** позволяют установить характер движения фильтрационного потока в теле земляных плотин, эффективности работы противофильтрационных устройств (экрана, дренажа), устойчивости основания и береговых сооружений.

Наблюдения за фильтрационными напорами ведутся на земляных плотинах №1 и №2 Мало-Ульбинского водохранилища. Измерения напоров производится по установленным на них в сентябре 1975г. пьезометрам.

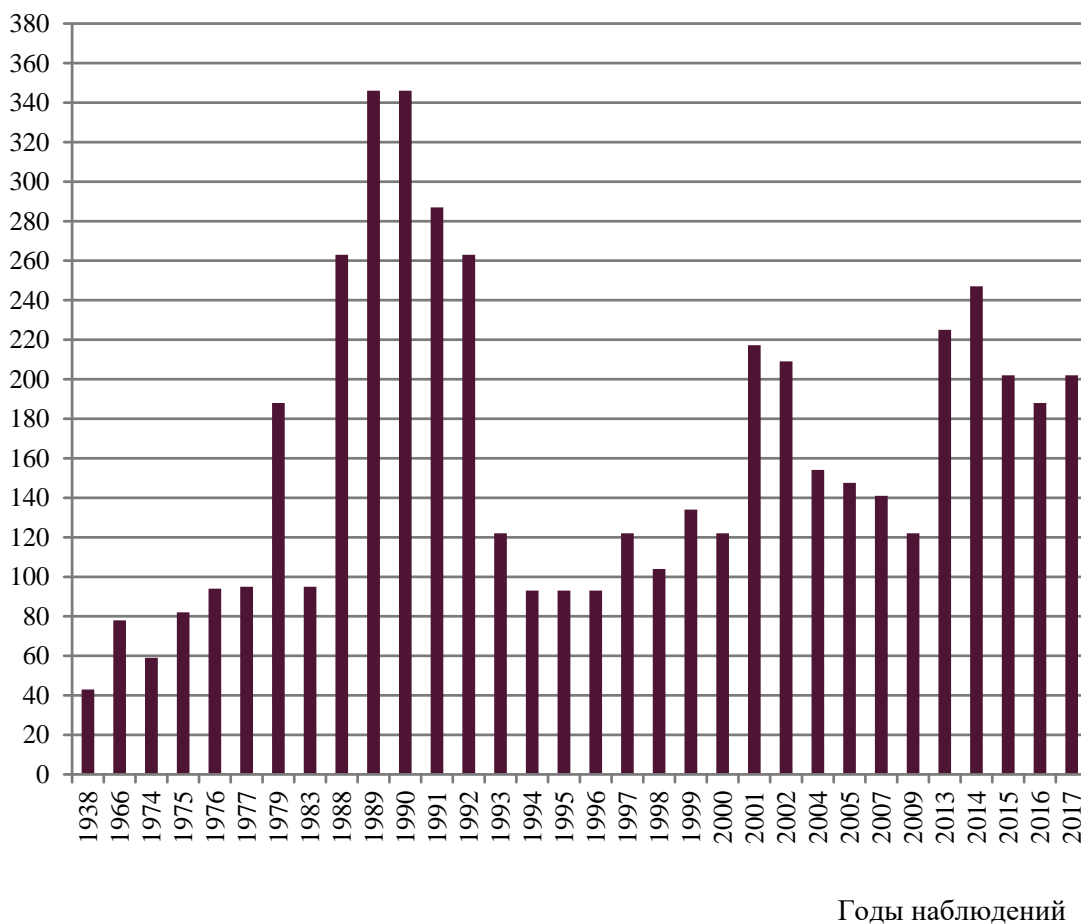
Проект оснащения земляных плотин №1 и №2 контрольно-измерительной аппаратурой был разработан «Союзтехэнерго» в 1972г. Количество установленных пьезометров 24 шт. в 7 створах (13 пьезометров установлено в земляной плотине №1, 11 шт. – в плотине №2). Створы располагаются перпендикулярно к осям плотин. Расстояния между створами от 40 до 80м. Измерения расстояния от верха трубы до воды производится леской или капроновой нитью на конце которой находится хлопущка. Леска или нить имеют разметку по 1 метру.

**Расход фильтрации** через экран каменно-набросной плотины характеризует, в основном, противофильтрационное состояние экрана, контролируется инструментальными методами. Вода, профильтровавшаяся через деревянный экран

плотины и каменную наброску, отводится через трёхочковый каптаж в упорной призме низового откоса, собирается в лоток и подводится к мерному водосливу ВЧ-75.

Наблюдения ведутся с начала наполнения Мало-Ульбинского водохранилища и охватывают период с 1938 по 2018гг. Как показывают данные наблюдений, фильтрация через тело каменно-набросной плотины находится в прямой зависимости от уровня воды в водохранилище.

**График максимальных фильтрационных расходов через тело каменно-набросной, л/с плотины .**



**Рис.11.1. График максимальных фильтрационных расходов через тело каменно-набросной плотины .**

Факт уменьшения фильтрационных расходов через тело плотины (начиная с 1993г.), очевидно, объясняется положительным влиянием частично отсыпанной в верхнем бьефе пригрузки экрана из щебенистого грунта. Вероятно, эта пригрузка перекрыла некоторые разрушенные участки экрана, её грунт частично закольматировал казуальные пути фильтрации в теле плотины.

## **12. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ВЕРТИКАЛЬНЫМИ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ ПЛОТИН.**

### **Горизонтальные деформации.**

Геодезические инструментальные замеры смещений и осадки плотины проводятся начиная с 1943 г.

В процессе наблюдений за деформациями каменно-набросной плотины геодезическими методами измерялись осадки и горизонтальные смещения гребня и низового откоса плотины. На гребне плотины было установлено 19 контрольных марок, и на низовом откосе в отдельных, наиболее крупных глыбах – 13 марок.

За исходные пункты приняты грунтовые репера, заложенные в бетоне береговых устоев, на скальном основании. Горизонтальные смещения определялись непосредственным измерением расстояний от створов до центра марки.

По горизонтальным смещениям в пределах береговых марок смещения незначительные, суммарные величины горизонтальных смещений в сторону нижнего бьефа марок центральной части плотины за период наблюдений составили 293-530мм или 0,86-1,56% от высоты плотины.

Горизонтальные смещения по своим абсолютным значениям в 1,2-1,9 раз превышают вертикальные. Значительные горизонтальные смещения, вероятно, объясняются конструктивными особенностями плотины (крутыми откосами, бутовой кладкой насухо, крупными размерами отдельных камней каменной наброски низового откоса, разрушением нагруженных контактов между отдельными камнями в каменном наброске под влиянием действующих нагрузок, а также уменьшением прочности камней из-за процессов выветривания).

Значения горизонтальных смещений в центре плотины, как и вертикальные осадки имеют плавно затухающий характер. Отличаются от общей закономерности - скачкообразная подвижка в верхний бьеф на 200 и 227мм.

В целом стабилизация подвижки тела плотины в нижний бьеф может быть объяснена положительным эффектом от частично выполненной пригрузки горной массой низового откоса плотины выполненной в 1980-х годах.

### **Вертикальные смещения**

Вертикальное смещение определялось геометрическим нивелированием по наблюдательным маркам, находящимся в теле плотины.

Наибольшие деформации гребня плотины наблюдаются в ее центральной части, где осадки марок к августу 1983 г. достигли 157-268 мм (0,4-0,7% от высоты плотины). Среднегодовая интенсивность осадок этих марок составляет 3,8-7,3 мм в год. Такие величины в суммарных осадок можно оценить, как безопасные, так как для каменно-набросных плотин нормальной считается осадка до 1-2 % от их высоты.

Вертикальные осадки носят равномерный характер, заметна их стабилизация, а для отдельных марок- затухание и небольшое уменьшение значений осадок.

Анализируя данные наблюдений за осадками плотины за период с 1998-2005 годы можно отметить следующее:

ПК «Институт Казгипроводхоз»

- Общий характер осадок по сравнению с начальным периодом не изменился.
- Осадки береговых марок незначительны, а наблюдения за марками в центральной части плотины показывают продолжение процесса осадок, но с меньшей скоростью. Максимальные приращения осадок за это время имеют 95-105 мм.
- Гребень плотины имеет поперечный перекося в сторону нижнего бьефа порядка 80-100 см.
- Поверхность низового откоса имеет значительные деформации, свидетельствующие о его смещении, отдельные валуны выгнаны из тела плотины на поверхность откоса, а некоторые выкатились за пределы профиля плотины.
- Вертикальные осадки плотине не являются опасными для целостной устойчивости плотины.

### **13. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПЛОТИНЫ**

Как указано в проекте плотины, от 1934 года, способы статических расчетов плотин из каменной наброски весьма неопределенны, так как имеем дело с массой сыпучего тела. Для случая данной плотины произведена проверка устойчивости подпорной стенки при варианте пустого водохранилища от давления каменной наброски и при варианте наполненного водохранилища когда добавляется гидростатическое давление. Далее произведена проверка плотины на скольжение в отдельных сечениях.

Результаты расчета на давление от каменных набросков оказались положительными: кривая давлений не выходит из средней трети сечений, а напряжение – из пределов, допускаемых для набросков.

Комбинированное действие сил при добавлении гидростатического давления дает менее благоприятный фон кривой давления в нижней половине выходит из пределов очертания стенки и, следовательно, в швах возникают растягивающие напряжения. Поэтому для двух нижних швов произведена проверка реактивного давления каменной наброски, гарантирующего устойчивость сыпучей массы при раскрытых швах кладки и отсутствии в них трения.

Проверка устойчивости плотины на скольжение при гидростатическом давлении и давления льда на напорный откос -70 тн./пог.м показали средний коэффициент устойчивости-2,16, а в подошве плотины-2,52.

#### **Проверка толщины железобетонной плиты и бетонного зуба.**

Кроме означенных расчетов, произведен расчет железобетонной плиты, как балки, лежащей на двух опорах с равномерно распределенной нагрузкой и стрелой прогиба по наблюдениям на американских плотинах. При расчете плиты учитывалась также работа железной арматуры.



Стенка бетонного зуба подвергалась проверке на срезывание горизонтальной составляющей гидростатического давления, приходящегося на возвышение ее над горизонтами грунта. Оказалось, что даже при отсутствии сухой стенки за зубом, своим трением в подошве погашающей возможные деформации, напряжение в зубе на срезывание не выходят из пределов, допускаемых для бетона соответствующей марки.

#### **Расчеты на опрокидывание.**

Бетонный зуб подвергался лишь для случая пустого водохранилища, так как массивная стенка за зубом должна воспринять опрокидывающие усилия от гидростатического давления, при пустом водохранилище во время производства работ бетонная стенка воспримет усилия от давления каменной наброски при условии, если стенка из сухой кладки не работает и передает все давление на бетонный зуб.

Расчет показал, что даже в этом случае коэффициент устойчивости на опрокидывание не выходит из допускаемых пределов.

#### **Основные выводы по наблюдениям.**

Как упоминалось ранее, состояние каменно-набросной плотины МУВ за долгий период ее эксплуатации неоднократно оценивалось различными комиссиями надзорных и руководящих организаций и ведомств. Необходимо упомянуть о заключениях и рекомендациях некоторых из них:

- Комиссия "Союзтехэнерго" в 1978 г. оценила деформации плотины (по измерениям на 1973 г.) как не опасные, но при условии наполнения водохранилища не выше отметок 1568-1569 м, и отметила существенные повреждения деревянного экрана, которые могут повлечь обрушение участков экрана.
- Комиссия Минэнерго СССР в 1980 г. записала: "Наблюдающиеся деформации деревянного экрана и каменно-набросной плотины, при невозможности опорожнения водохранилища и ремонта экрана, носят угрожающий характер. Такое состояние экрана может повлечь его обрушение, что в свою очередь приведет к необходимости опорожнения водохранилища и к значительным затратам на его восстановление и прекращению подачи воды в промрайон г. Риддер на длительный срок.
- Не исключается возможность разрушения самой плотины и образования в руслах рек Малая Ульба, Горная Ульбинка, Ульба волны излива селевого характера с катастрофическими последствиями для населенных пунктов, без отдыха, пионерских лагерей и г.Усть-Каменогорска, расположенных ниже плотины" и рекомендовала выполнить реконструкцию и усиление каменно-набросной плотины.

На основе анализа имеющихся на 2018 г. данных наблюдений за деформациями и фильтрацией плотины и с учетом заключений и рекомендаций директивных и надзорных органов можно констатировать следующее:

- Наблюденные за период с 1993-2018 годов фильтрационные расходы через тело плотины не представляют угрозы для ее надежности и устойчивости. Отмечается положительное влияние частично отсыпанной верховой пригрузочной призмы из щебнистого грунта на уменьшение фильтрационных расходов.
- Величины вертикальных осадок тела плотины находятся в пределах допустимой нормы.
- Данные наблюдений за горизонтальными смещениями тела плотины, в первую очередь, за период с 1998 по 2005 годы, очевидно, не корректны и несопоставимы с данными наблюдений за предыдущий период с 1943 по 1983 годы. На основе таких данных сложно сделать какие-либо обоснованные выводы и рекомендации. Необходимо продолжить наблюдения за горизонтальными деформациями тела плотины, но на более высоком и качественном уровне, с соблюдением всех требований нормативов и методологий. Возможно, необходима закладка сети новых, более надежных и сохранных геодезических марок базовых реперов (по проекту специализированных организаций, например, бывших “Союзтехэнерго” и “Казэнергонадки”).
- С учетом сохраняющейся угрозы обрушения значительных участков экрана, необходимо продолжить и завершить реконструкцию каменно-набросной плотины МУВ в соответствии с РП “Алматыгидропроект” 1994 г, предварительно выполнив актуализацию этого РП.

Необходимо отметить, что в настоящее время построено и находятся в эксплуатации достаточно много плотин данного типа.

Примерами могут служить Широковская плотина на Урале, Мольпасо в Перу, Релиф в Калифорнии, Дрю в Орегоне, и, наконец, сама Мало-Ульбинская плотина. При этом, для плотин такого типа характерны осадки гребня, обусловленные разрушением точек контактов камней наброски, и частично, разрушением самих камней наброски. Наблюдения за марками левобережной половины центральной части плотины демонстрируют прекращение процесса смещения тела плотины в нижний бьеф. Можно предположить, что подвижка тела плотины в нижний бьеф стабилизировались, что может быть объяснено положительным эффектом от частично выполненной пригрузки горной массой низового откоса плотины.

#### **14. РАБОТЫ ПРОВЕДЕННЫЕ НА ЗА ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ.**

##### ***Каменно-набросная плотина.***

В 1980 г. Состояние деревянного экрана удовлетворительное.

В 1985г. «ИРТЫШ ГЭС Строй» начаты работы по реконструкции каменно-набросной плотины (отсыпан каменный пригруз нижнего бьефа плотины- 25 тыс куб.м).

В 2003г. Работы по реконструкции каменно-набросной плотины продолжены : ТОО «ВостокАвтодор» отсыпано в призму верхнего бьефа каменно-набросной

плотины 25,0 тыс. м<sup>3</sup> строительного грунта, с целью восстановления водонепроницаемости экрана напорной грани.

В 2004 г. Работы по реконструкции каменно-набросной плотины продолжены ТОО «ВостокАвтодор» отсыпано в призму верхнего бьефа каменно-набросной плотины 23,0 тыс. м<sup>3</sup> строительного грунта, с целью восстановления водонепроницаемости экрана напорной грани.

В 2007 г. ТОО «Восток-металл» отсыпано в призму верхнего бьефа каменно-набросной плотины 23,0 тыс. м<sup>3</sup> строительного грунта

В 2009 г. ТОО «Подводстройсервис» проведено водолазное обследование подводной части деревянного экрана каменно-набросной плотины. В результате проведенного обследования обнаружен участок разрушения в напорном деревянном экране в зоне переменного уровня. Подрядной организацией ТОО «Подводстройсервис» проведены работы по ликвидации протечки в теле каменно-набросной плотины.

17-18 Июня 2012 г. проведено многофакторное визуальное обследование с привлечением специалистов АО «Казахэнергоэкспертиза», Комгосэнергонадзора, УЧС г. Риддера, КГН и ПС ДЧС ВКО МЧС РК, зам. акима г. Риддера, Иртышской БВИ. Состояние каменно-набросной плотины удовлетворительное.

22-23 Июля 2013 года комиссией с участием специалистов проведен 1 этап многофакторного обследования - визуальный. Состояние удовлетворительное.

С 23.08 по 25.09.2013 г. ТОО «Гидротехническая компания» проведен второй этап многофакторного обследования - подводно-техническое. На основании результатов проведены ремонтно-восстановительные работы по устранению протечек деревянного экрана плотины. Состояние удовлетворительное.

С 06.09 по 09.09.2013 г. ИП Хасенов К.Б. проведен 3-этап многофакторного обследования - топогеодезические работы по наблюдению за деформациями КНП. По результатам наблюдений подвижек в нижний бьеф не обнаружено. Состояние плотины устойчивое.

10.07.2014 г. Комиссией проведено обследование ГТС МУВ:

Деревянный экран КНП в удовлетворительном состоянии, состояние откосов, гребня, примыканий удовлетворительное. Деформаций в теле плотины не обнаружены. Затвор на консервации, фильтрация 122 л/с.

2015 год – Комиссией проведено Многофакторное обследование Мало-Ульбинского водохранилища.

2017 год – ТОО «РГРП» отсыпано в призму верхнего бьефа 15,6 тыс. м<sup>3</sup> строительного грунта.

2018 год - ТОО «РГРП» отсыпано в призму верхнего бьефа 42,39 тыс. м<sup>3</sup> строительного грунта. Выполнен первый этап реконструкции каменно-набросной плотины.

### ***Земляная плотина №1***

В 2006 году Произведены работы по планировке откосов Земляной дамбы №1, закончены работы по устранению оползневых явлений в нижнем бьефе Земляной плотины №1.

17-18 Июня 2012г проведено многофакторное визуальное обследование с привлечением специалистов АО «Казахэнергоэкспертиза», Комгосэнергонадзора, УЧС г. Риддера, КГН и ПС ДЧС ВКО МЧС РК, зам. акима г. Риддера, Иртышской БВИ. Состояние каменно-набросной плотины удовлетворительное.

22-23 Июля 2013 года комиссией с участием специалистов проведен 1 этап многофакторного обследования - визуальный. Состояние удовлетворительное.

10.07.2014г Комиссией проведено обследование ГТС МУВ:

2. Земляная плотина №1: гребень и откосы в удовлетворительном состоянии, деформаций в теле нет, система ливнеотводной сети на гребне, берме и откосах плотины функционирует, размыва откосов и берегов нет. Выход фильтрационных вод не обнаружен.

### ***Земляная плотина №2***

В 2006 году Произведены работы по планировке откосов Земляной дамбы №2.

17-18 Июня 2012г проведено многофакторное визуальное обследование с привлечением специалистов АО «Казахэнергоэкспертиза», Комгосэнергонадзора, УЧС г. Риддера, КГН и ПС ДЧС ВКО МЧС РК, зам. акима г. Риддер, Иртышской БВИ. Состояние плотины удовлетворительное.

22-23 Июля 2013 года комиссией с участием специалистов проведен 1 этап многофакторного обследования - визуальный. Состояние плотины удовлетворительное.

10.07.2014г Комиссией проведено обследование ГТС МУВ:

Земляная плотина №2 гребень и откосы в удовлетворительном состоянии, деформаций в теле нет, система ливнеотводной сети на гребне, берме и откосах плотины функционирует, размыва откосов и берегов нет. Выход фильтрационных вод не обнаружен.

### ***Водосброс рабочего водовыпуска***

В 2006 году закончена планировка береговых откосов ручья «Ключ рыбный». Укреплены боковые стороны гасителя. Закончен монтаж дренажной сети для отвода истока ручья «Ключ Рыбный» от трубопровода рабочего водовыпуска

22-23 Июля 2013 года комиссией с участием специалистов проведен 1 этап многофакторного обследования - визуальный. Состояние удовлетворительное.

## 15. ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОГО УЩЕРБА ОТ АВАРИЙ НА ПЛОТИНЕ.

Вероятными факторами и возможными причинами аварийных ситуаций на водохранилище могут быть:

- воздействия природного характера (ливневые дождевые осадки, ветровые волны и т.п.);
- воздействия технического характера, просадка плотины, размыв откосов, поломка затворов, железобетонных конструкций и др.;
- ошибочные действия персонала при эксплуатации плотины;
- отсутствие контроля за балансом воды в водохранилище;
- недостаточный контроль за эксплуатацией плотины;
- усиленная фильтрация через тело плотины, сопровождающаяся выносом частиц грунта;
- несоблюдение правил эксплуатации плотины;
- террористический акт.

Наиболее тяжелая гидродинамическая авария на водохранилище может произойти в результате перелива воды через гребень плотины, так как при этом в водохранилище будет накоплено максимальное количество воды, а на плотину будет воздействовать максимальный напор.

Вероятными случаями движения потока по прилегающей местности будут:

- При прорыве и разрушении плотины поток воды попадает непосредственно русло реки и в дальнейшем в сторону города Усть-Каменогорска.
- При разрушении плотины поток будет распространяться вниз по пойме реки, заполнит русло реки, при этом образуется поток глубиной до 1,0 м.

Наиболее вероятная авария на плотине произойдет в результате размыва плотины. Образование прорана и истечение воды из водохранилища. Авария нанесет ущерб промышленным строениям и жилым постройкам, инженерным коммуникациям, автомобильным дорогам, сельскохозяйственным землям, расположенным в зоне затопления. Для снижения риска возникновения гидродинамической аварии предусмотрено ведение контроля уровня воды в водохранилище, наблюдением за состоянием плотины.

### *Оценка риска аварий и чрезвычайных ситуаций*

Длина русла реки М.Ульба от водохранилища до г. Усть-Каменогорск составляет 131-132 км. Общий уклон русла реки Малая Ульба, по которой будет двигаться основной поток воды из водохранилища, составляет  $i=0,01-0,012$ . Причем первые 10 км русла, уклон составляет  $i=0,062$ , далее уклон выравнивается до  $i=0,01$ .

При образовании прорана в плотине, скорость потока воды по руслу составит 2,5-3,5 м/с, на начальном участке до 10 км, скорость достигнет 6,5-7,0 м/с.

Учитывая конструкцию каменно-набросной плотины и объем камня уложенного в тело плотины, прорыв плотины образует проран размерами не более 15-20 м в ширину и до 3-4 м глубиной. В результате образуется поток воды расходом 115-120 м<sup>3</sup>/с.

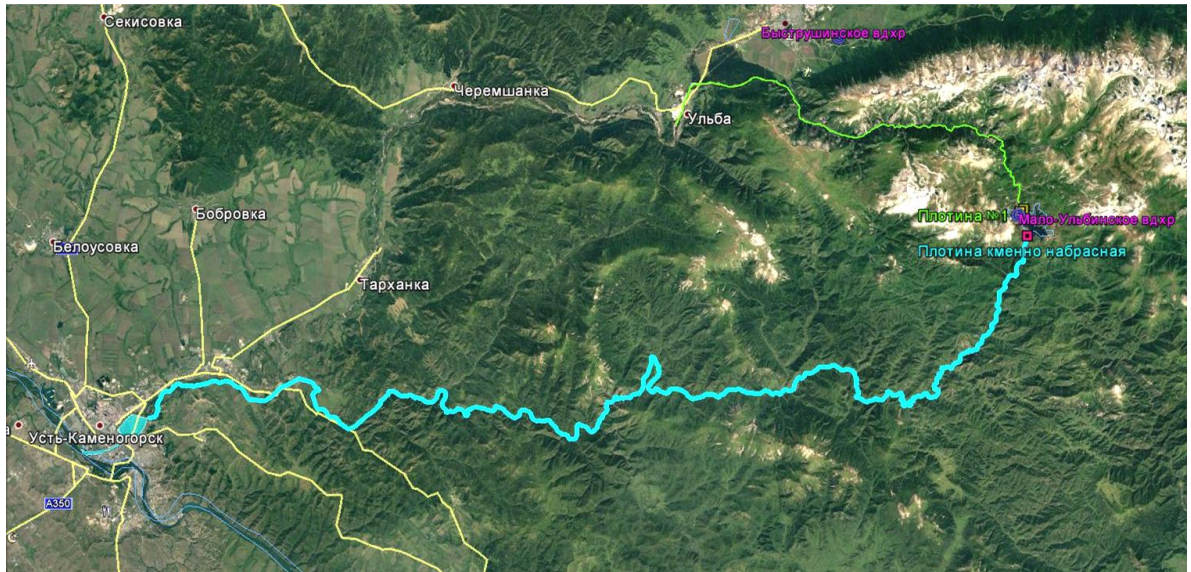


Рис.15.1 Космоснимок русла реки начиная от водохранилища до г. Усть-Каменогорска.

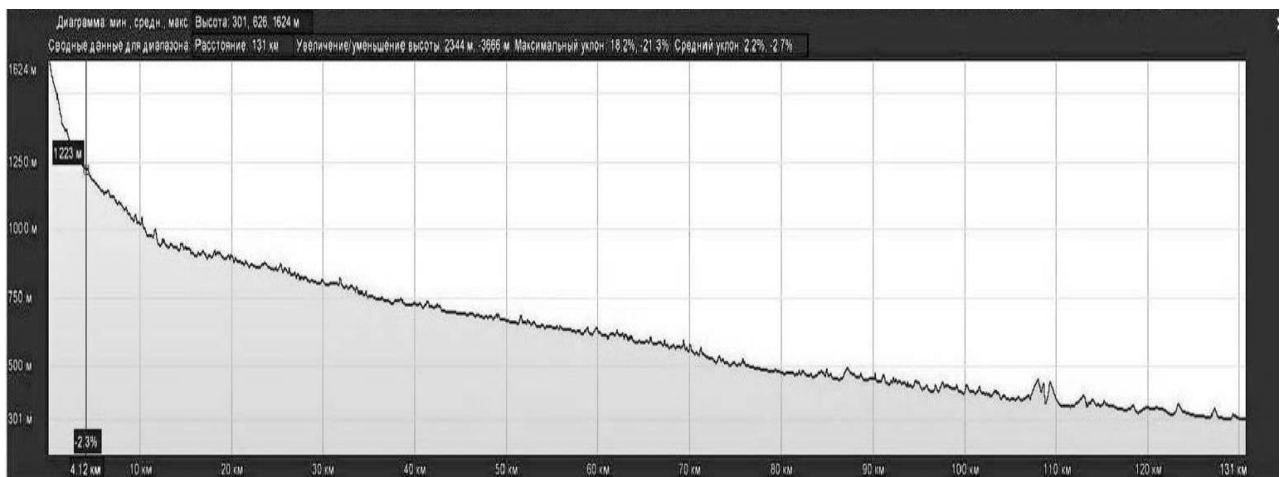


Рис.15.2. Продольный профиль реки М.Ульба от водохранилища до г. Усть-Каменогорска.



Рис.15.3. Территория вероятного затопления при аварии на каменно-набросной плотине Мало-Ульбинском водохранилища.

Характер повреждения каменно-набросной плотины определяет скорость развития аварийной ситуации, параметры водного потока и масштабы (зоны) затопления. За основу расчётной схемы прорыва воды через проран принимается водослив неподтопленный с широким порогом.

Расход воды при ширине прорана 1п.м. для напора 2,5 м (разница отметок: уровень воды – гребень) при коэффициенте расхода 0,35 (при условии  $C > (2-3)H$ , где  $C$  - ширина гребня плотины – 6.0м,  $H$  -напор) 6 м<sup>3</sup>/сек на 1п.м. (Киселев П.Г. Справочник по гидродинамическим расчётам. М. 1972 г.).

Ширина прорана на начальной стадии принимается 15-20 м, при этом расход воды потока будет достигать 120 м<sup>3</sup>/сек. Поток движется по откосу тела плотины и входит в долину реки. Пропускная способность долины определяется по методике гидравлических расчётов движения потока в открытых руслах.

По результатам гидрометрических исследований по реке скорость течения воды составит в среднем 3,5-4,0 м/сек, при максимальном расходе аварийного потока 120 м<sup>3</sup>/сек скорость потока может достигать 7,0 м/сек.

Определение границ зон затопления производится графическим способом построением рельефа поверхности поперечного сечения долины реки.

Поток воды вытекающий из прорана на каменно-набросной плотине, устремится в сторону г.Усть-Каменогорска по руслу реки Малая Ульба. Продолжительность добегания до города составит до 10 часов, что позволит принять соответствующие меры на подходе к г.Усть-Каменогорску по подготовке и отводу аварийного потока воды.

При подходе к городу, поток воды будет двигаться по руслу и пойме реки, сольется с рекой Ульба, частично затопит дачные участки, где основные строения

это одноэтажные дачные постройки, далее поток продолжит движение по своему руслу и сольется с рекой Иртыш. Глубина воды на территории дачных участков и поймы реки, не превысит 1,0 м.

Таким образом, при чрезвычайной ситуации на каменно-набросной плотине и образовании прорана, возможен определенный материальный ущерб который будет представлен частичным подтоплением пригорода г.Усть-Каменогорска (дачные участки).

Предварительное предупреждение населения о чрезвычайной ситуации и принятие мер по эвакуации населения, позволит избежать человеческих жертв. Инженерные сети на данной территории представлены: автомобильной асфальтированной дорогой, электросетью и водопроводом.

## **16.ОРГАНИЗАЦИЯ НАДЗОРА ЗА СООРУЖЕНИЯМИ.**

Постоянный надзор и контроль за состоянием гидротехнических сооружений МУВ осуществляет 2 человека проживающих непосредственно на МУВ.

Инструментальные наблюдения за осадками и смещениями сооружений возобновлены с 1997 года и проводятся ежегодно в полном объеме с выполнением отчета.

Ведутся регулярные замеры фильтрационного расхода через каменно – набросную плотину с ежедневной передачей по радию в ПТО, где записываются в журнал регистрации расхода фильтрации на каждый.

**Наблюдения за состоянием гидротехнических сооружений** фиксируются в журнале. В журнале должны фиксироваться также инспекторские проверки вышеуказанных сооружений и принятые меры. Систематические наблюдения за состоянием гидротехнических сооружений и берегов водохранилища, а также своевременные ремонты и реконструкции гидросооружений поддерживают гидротехнические сооружения водохранилища в технически исправном состоянии .

**Инструментальные наблюдения за деформациями сооружений** заключаются в проведении плановых и высотных съемок сооружений, снятии и анализе показаний в установленных контрольно-измерительных приборах. Инструментальные наблюдения, осуществляют подрядные организации, имеющие лицензию на проведение этих работ, 1 раз в год, с оформлением отчета по РД 33-3.2.08-87.

**Инструментальные наблюдения за фильтрационным режимом сооружений** заключаются в определении:

- положения депрессионной поверхности фильтрационного потока в теле земляных сооружений и в обход их в береговых примыканиях;
- пьезометрических напоров в основаниях сооружений, в сопряжениях с берегами и встроенными сооружениями;
- величин фильтрационных расходов;
- очагов сосредоточенной и контактной фильтрации;



- скорости течения и выноса грунта фильтрационным потоком;
- химического состава фильтрационных вод.

Измерение общего фильтрационного расхода воды необходимо производить в нижнем бьефе напорных земляных сооружений и в местах сосредоточенного ее выхода, которые обозначаются на местности и фиксируются в журналах наблюдений.

Результаты измерений заносятся в журнал измерений расхода фильтрации.

К показателям неблагополучной работы сооружений относятся:

- значительные изменения положения депрессионных кривых;
- увеличение суммарного фильтрационного расхода при относительно постоянном напоре;
- возникновение новых очагов фильтрации и наличие взвешенных частиц грунта в фильтрующейся воде;
- образование просадок в зонах контакта земляных сооружений с бетонными и т.д

**Визуальные наблюдения** осуществляет эксплуатационный персонал водохранилища, с записью результатов в журналах визуальных наблюдений. Визуальные наблюдения (наблюдения за общим состоянием гидротехнических) сооружений заключаются в периодических осмотрах сооружений с описанием их состояния, зарисовками и обмерами замеченных нарушений, применением простейших инструментов.

При визуальных наблюдениях за состоянием металлических, в том числе и закладных, конструкций сооружений должны фиксироваться:

- наличие изломов, трещин и вмятин, а также расхождения шпунтин;
- состояние элементов крепления конструкций - болтовых соединений, сварки и клепки;
- состояние антикоррозионной защиты конструкций.

#### **Эксплуатационный уход и текущий ремонт элементов водохранилища**

Земляные плотины должны предохраняться от размыва. Крепления откосов и ливнеотводящая сеть должны поддерживаться в исправном состоянии.

Бермы необходимо регулярно очищать от грунта осыпей и выносов.

Не следует допускать наличия глубоких трещин и просадок на поверхности земляных сооружений. Трещины вскрываются на всю глубину, а затем заделываются аналогичным грунтом с применением послойной утрамбовки. Места просадок заполняются грунтом с тщательным уплотнением.

При обнаружении выноса грунта фильтрационной водой необходимо принять меры к его прекращению. Фильтрация через тело плотины должна устраняться путем кольматирования глинистой водой, цементации, нагнетания глинистого раствора. Дренажные каналы и дренажные трубы должны содержаться в чистоте.

Не следует допускать, выхода фильтрационных вод на низовой откос. Место выхода тщательно исследуется и прежде всего, выясняется наличие вымывания грунта, затем производится присыпка обратного фильтра или уполаживается откос.

### **Гидрометеорологическое обеспечение**

Службой эксплуатации водохранилища проводятся наблюдения на водомерных постах в створе каменно набросной плотины и створе водосброса рабочего водовыпуска.

### **17.ВЫВОДЫ ПО ДЕКЛАРАЦИИ**

- 1) Мало-Ульбинское водохранилище предназначено для повышения водообеспечённости г.Риддер в зимний период, во время прохождения по р.Громотухе низких меженных расходов воды, а также для регулирования расходов каскада ТОО «Компания ЛК ГЭС».
- 2) Деревянный экран Мало-Ульбинской каменно-набросной плотины оказался относительно маловодопроницаемым. Однако за более чем 60 –летний период эксплуатации фильтрация через экран по сравнению с начальным периодом эксплуатации водохранилища значительно возросла. Увеличение фильтрации вызвано, отчасти, расстройством экрана от восприятия осадок плотины, отчасти общим ухудшением его состояния из-за потери физико-механических свойств древесины и изоляции.
- 3) Осадки береговых участков плотины незначительны. Наибольшие деформации гребня плотины наблюдаются в её центральной части, где осадки марок достигают 0,68-1,12%. Такие величины суммарных осадок можно оценить как безопасные, так как для каменно-набросных плотин нормальной считается осадка до 1-2% от их высоты.
- 4) Анализ результатов за осадками плотины в течение 1-го периода приводит к следующим выводам. Осадки береговых участков плотины незначительны. Осадки носят равномерный характер, заметна их стабилизация, а для отдельных марок- затухание и небольшое уменьшение значений осадок.
- 5) В целом, подвижка тела плотины в нижний бьеф стабилизировались, что может быть объяснено положительным эффектом от частично выполненной пригрузки горной массой низового откоса плотины.
- 6) Высокую надежность плотин каменно-набросного типа (при эксплуатации более 50 каменно-набросных плотин, построенных в 30-50 годы прошлого века, не было ни одного случая их катастрофического разрушения под воздействием фильтрации или деформаций).
- 7) Положительное влияние частично выполненных работ по пригрузке низового откоса и отсыпки верховой пригрузочной призмы на уменьшение фильтрации через тело плотины, осадок и горизонтальных смещений плотины,
- 8) Необходимо продолжить систематические наблюдения за деформациями тела плотины (на основе надежной системы реперов и марок) и фильтрационными

процессами и на основе данных этих наблюдений, при необходимости корректировать правила и режимы эксплуатации плотины МУВ.

- 9) Выполнен 1 этап реконструкция каменно-набросной плотины, пригрузка верхнего откоса местным материалом. Будет осуществлена пригрузка вновь отсыпанного откоса, каменной наброской.
- 10) В целом устойчивость каменно-набросной плотины обеспечена, грунтовые плотины №1 и №2 в устойчивом состоянии.
- 11) Гидротехнические сооружения водохранилища имеют достаточный уровень безопасности и позволяют эксплуатировать водохранилище в соответствии с его назначением.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Паспорт Мало-Ульбинского водохранилища. 1998 г.
2. Правила эксплуатации Мало-Ульбинского водохранилища.
3. Технические отчёты на топографо-геодезические работы по наблюдению за деформациями каменно-набросной плотины Мало-Ульбинского водохранилища. С 1998 по 2018 гг.
4. Отчеты о результатах подводно-технического обследования и результатах выполненных подводно-технических работ Мало-Ульбинского водохранилища. 2009, 2010, 2013 гг.
5. Многофакторные обследования плотины Малоульбинского водохранилища, в 2012, 2013 гг.
6. Ежегодные весенние и осенние осмотры гидротехнических сооружений. Отчеты.
7. Анализ данных наблюдений за деформациями и фильтрацией каменно-набросной плотины Мало-Ульбинского водохранилища (ТОО Казгидро 2006).

## ПРИЛОЖЕНИЯ-ЧЕРТЕЖИ

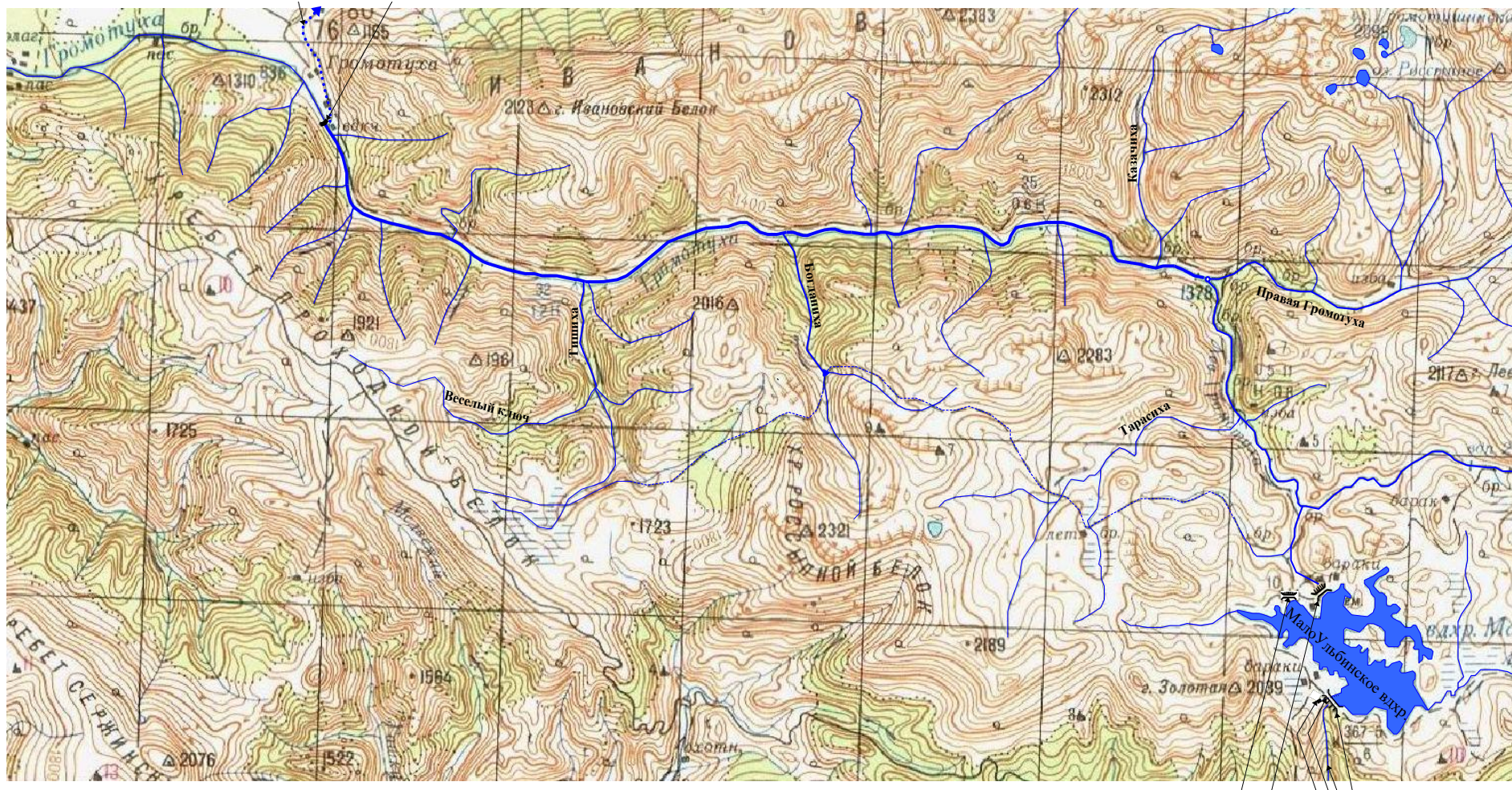


Рис.П1. Ситуационный план Мало-Ульбинского водохранилища.

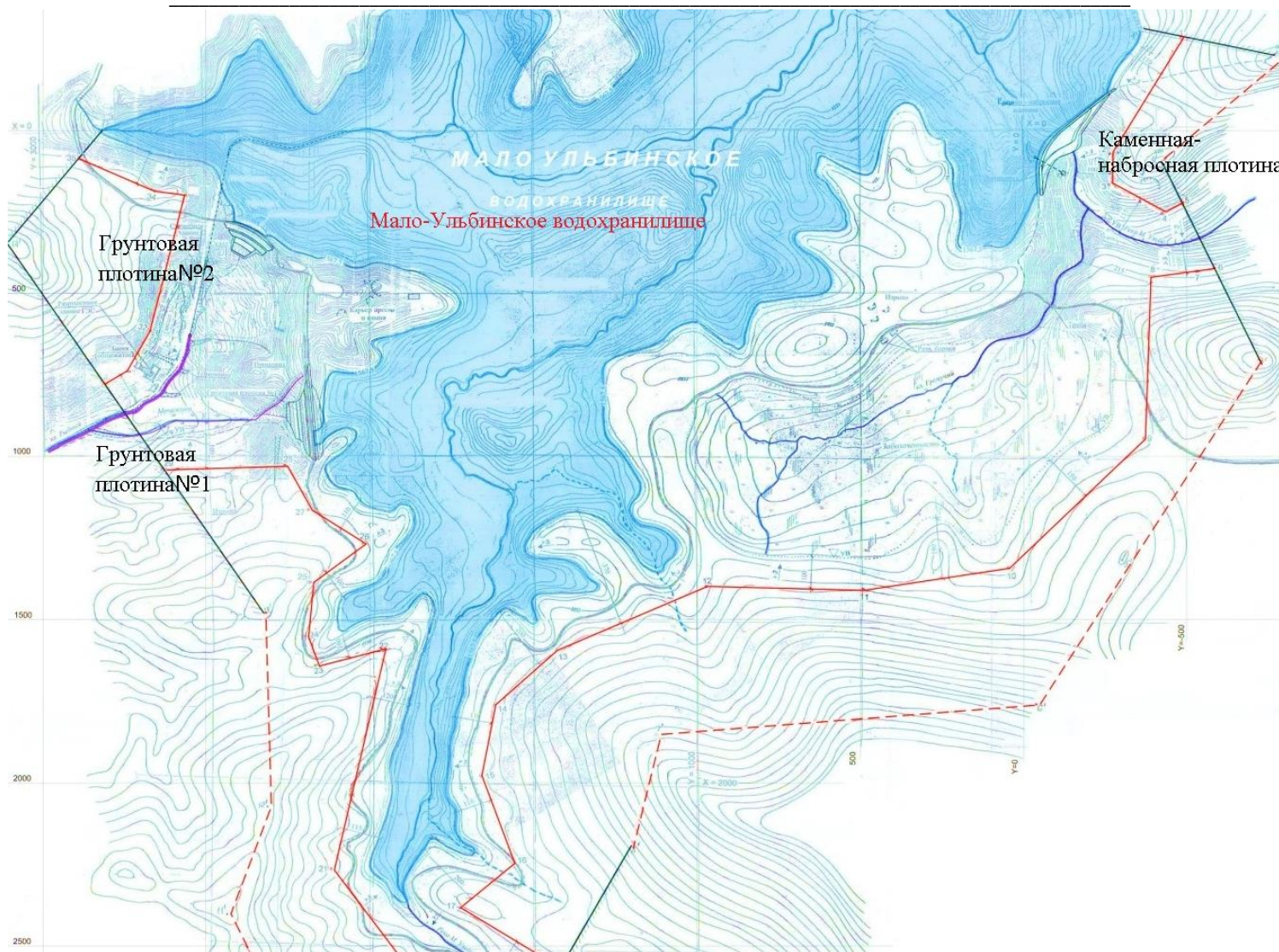


Рис.П2. План Мало-Ульбинского водохранилища

СХЕМАТИЧЕСКИЙ ЧЕРТЕЖ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ КАМЕННО НАБРОСНОЙ ПЛОТИНЫ  
МалоУльбинского водохранилища ( условно при горизонтальном основании и Н=32м.)

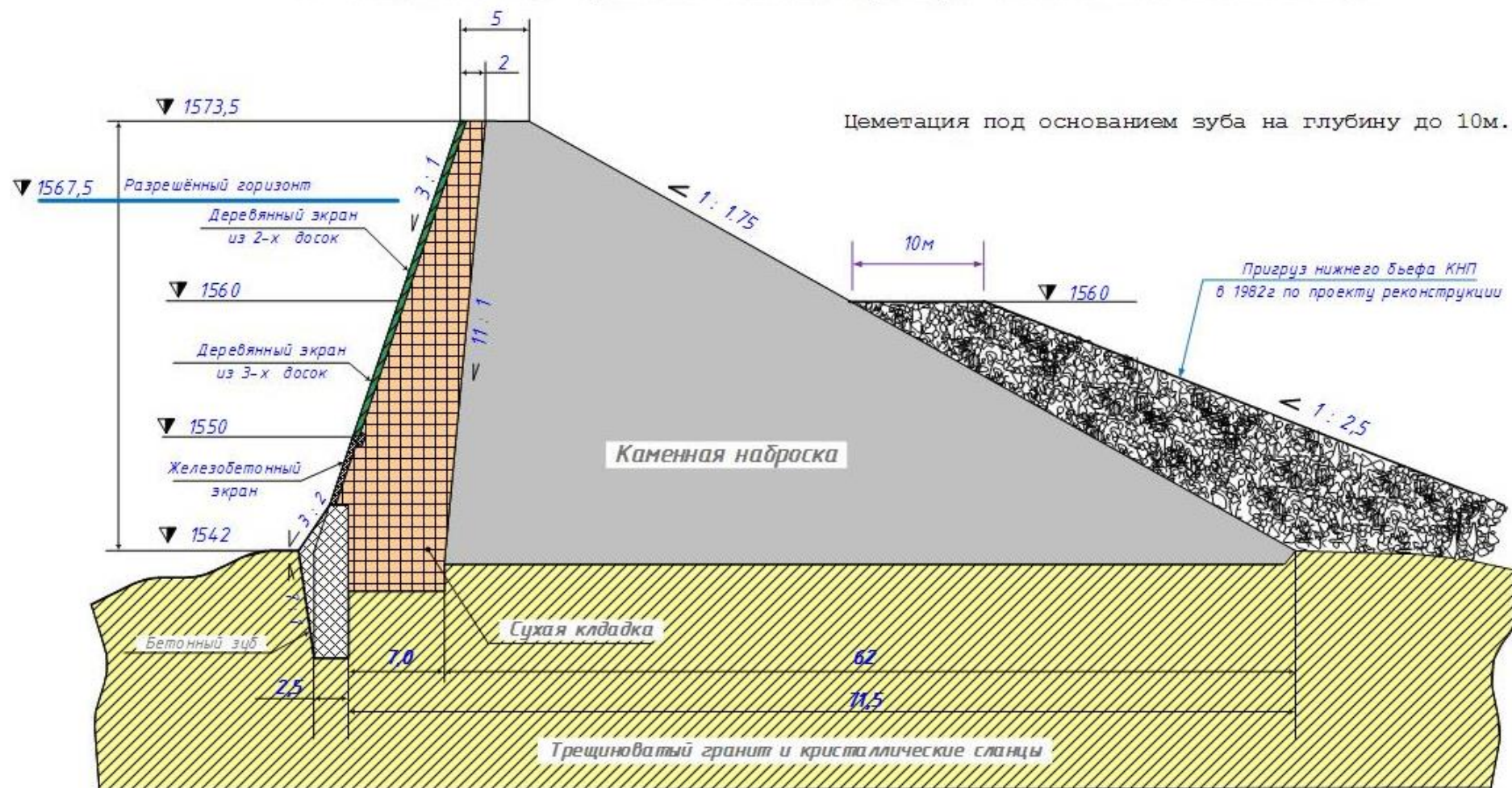


Рис. ПЗ. Поперечное сечение каменно-набросной плотины.

Мало-Ульбинское водохранилище в Восточно-Казахстанской области Казахстана

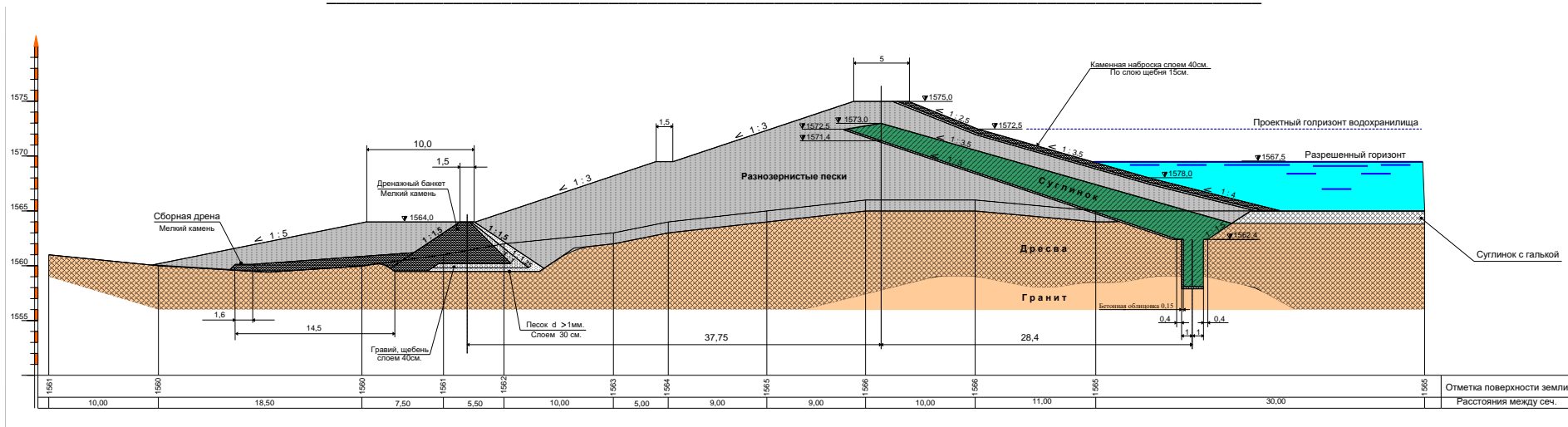


Рис.П4. Поперечное сечение плотины №1

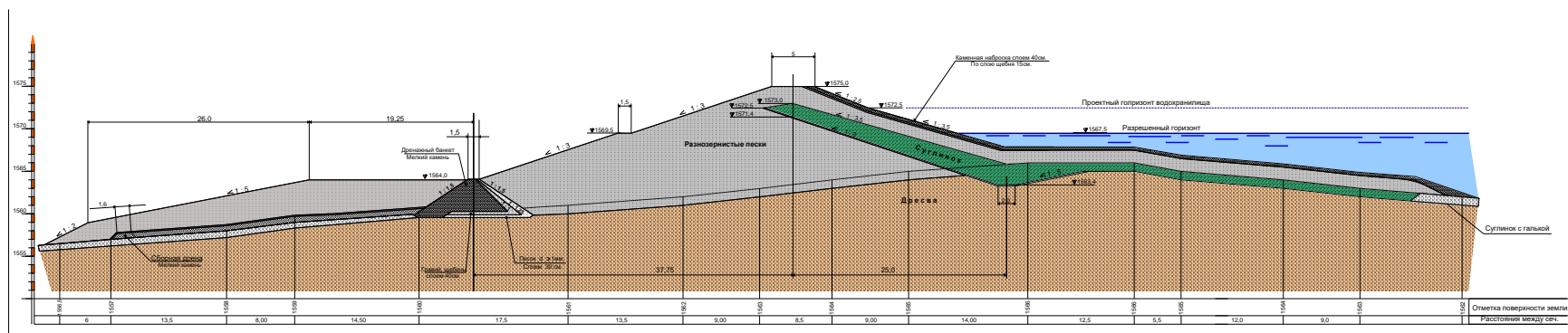


Рис.П5. Поперечное сечение плотины №2

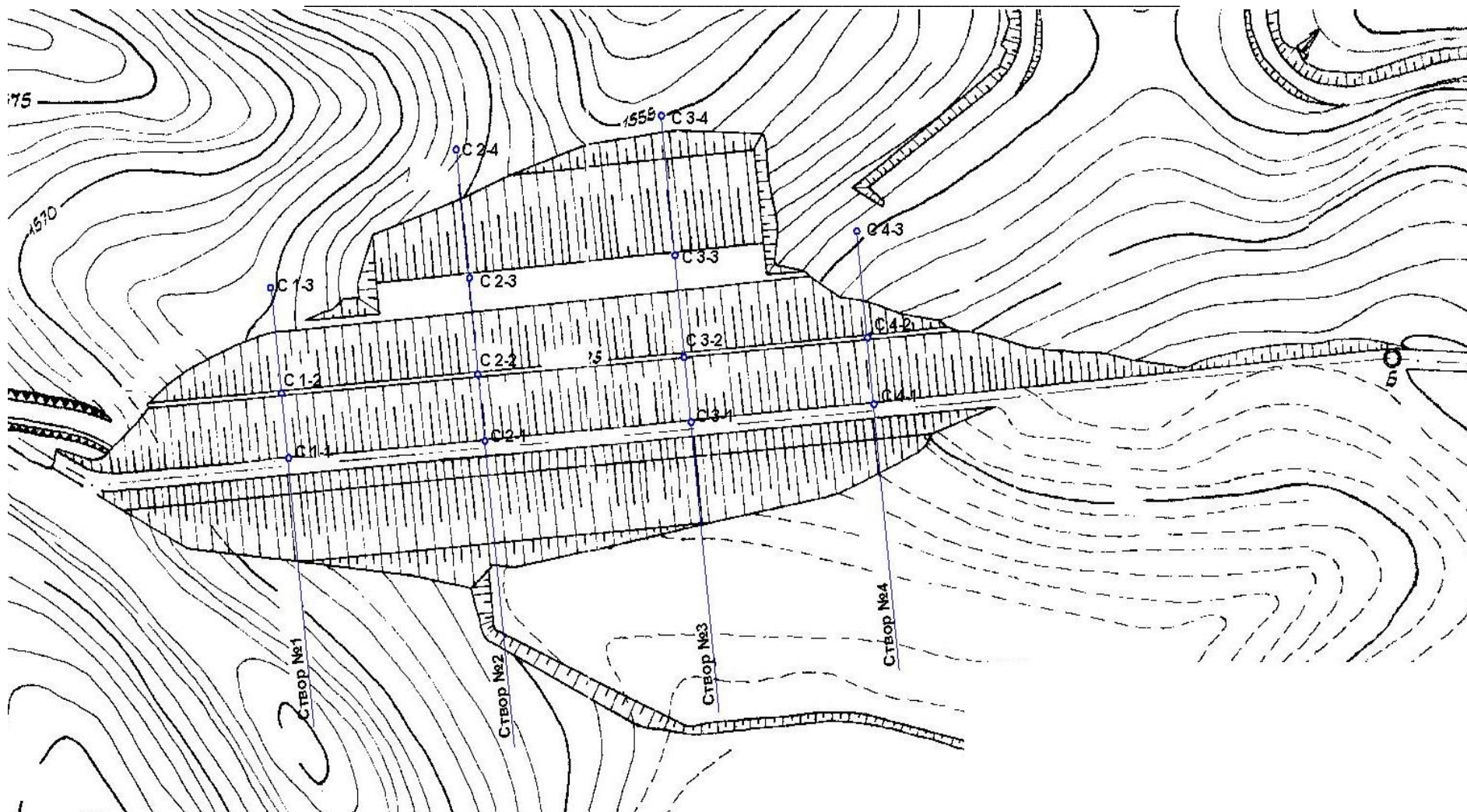


Рис. П6. План установки пьезометров плотины №1





Рис.П7.План установки пьезометров плотины №2.

**Продольный профиль тоннельного строительного водовыпуска Мало-Ульбинского водохранилища**

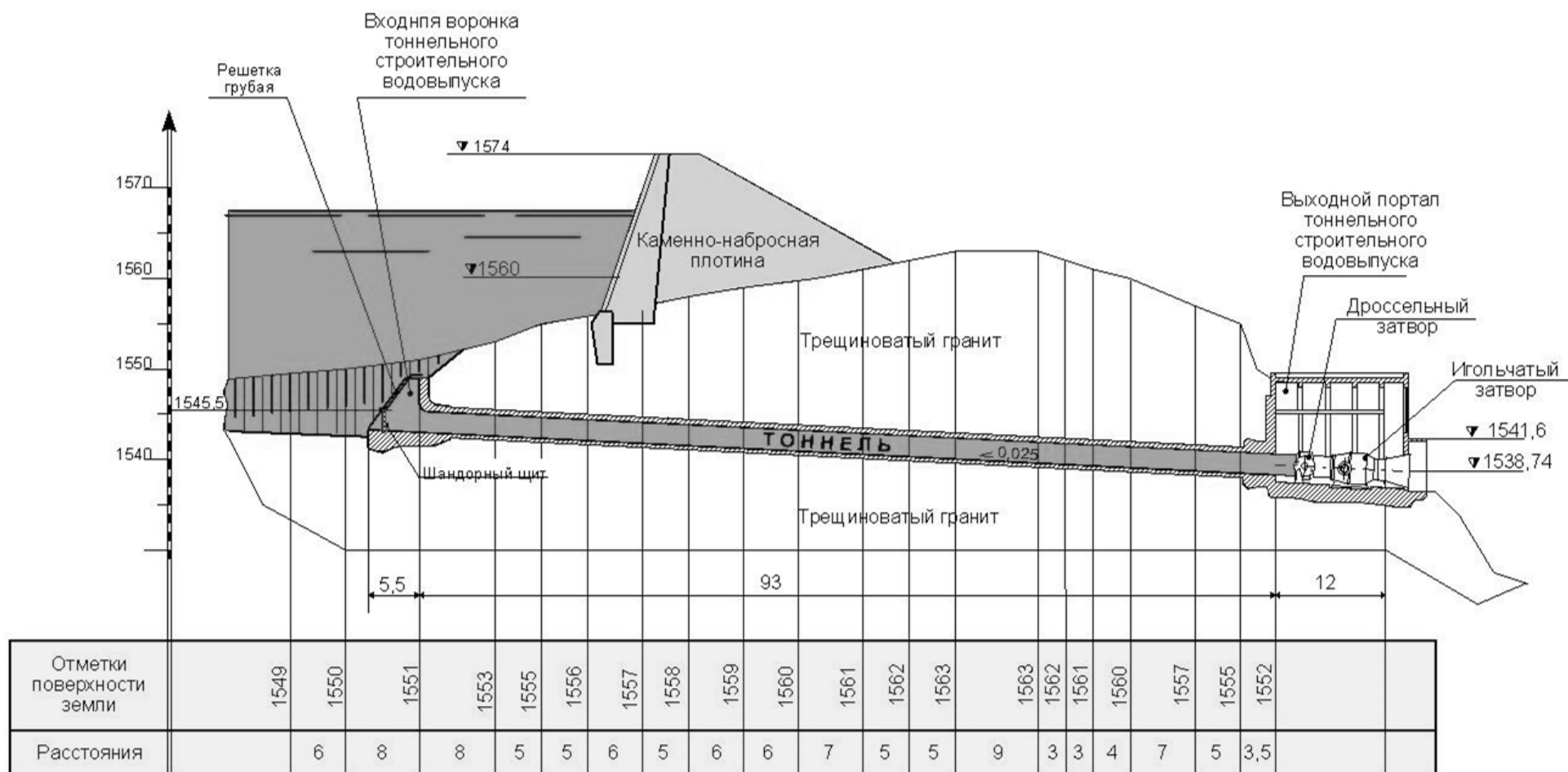
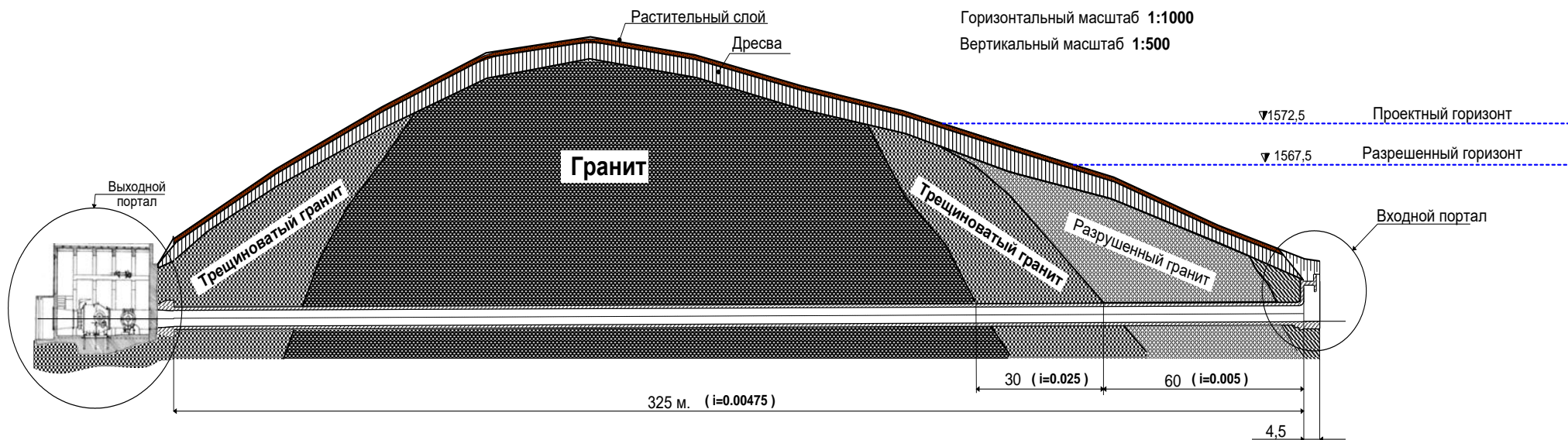


Рис. П8. Продольный профиль тоннельного строительного водовыпуска.

Рис. П9. Продольный профиль рабочего водовыпуска.



## ПРИЛОЖЕНИЯ-ФОТОГРАФИИ



Рис.1. Каменно набросная плотина. Нижний бьеф.



Рис.2. Каменная набросная плотина. Верхний бьеф.  
Крепление деревянными щитами 3 слоя.



Рис.3. Вид на водохранилище.



Рис.4. Каменно набросная плотина. Геодезические марки, для контроля за осадками на нижнем откосе плотины.



Рис.5. Каменно набросная плотина. Геодезические марки, для контроля за осадками на нижнем откосе плотины.



Рис.6. Геодезические марки на гребне каменно набросной плотины.



Рис.7. Геодезические марки на гребне каменно набросной плотины.



Рис.8. Гидрометрический лоток для замера дренажного стока в нижнем бьефе ПЛОТИНЫ.



Рис.9. Плотина №2. Гребень плотины и верховой откос, каменное крепление.





Рис.10. Плотина №2. Гребень плотины и низовой откос с посевами трав на откосе.



Рис.11. Геодезические марки на гребне плотины №1.



Рис.12. Рабочий водовыпуск.



Рис.13. Водосбросной лоток рабочего водовыпуска.



Рис.14. Затворы рабочего водовыпуска.



Рис.15. Проведение работ по реконструкции каменно-набросной плотины.  
Отсыпка верхового откоса.



Рис.16. Проведение работ по реконструкции каменно-набросной плотины.  
Отсыпка верхового откоса.



Рис.17. Проведение работ по реконструкции каменно-набросной плотины.  
Отсыпка верхового откоса.

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_
8. \_\_\_\_\_
9. \_\_\_\_\_
10. \_\_\_\_\_