

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЭО ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА РОГУНСКОЙ ГЭС

ФАЗА II: ВАРИАНТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ПРОЕКТА

Том 3: Инжиниринг и проектирование

Глава 3: Проектирование вариантов

Приложение 3: Управление Паводком во время Строительства

Август, 2014 г.

Отчет № P.002378 RP 41 ред. Г

Г	13/08/2014	Финальный – август 2014 г.	О. Клав	Л. Бузат	Л. Бузат
В	31/03/2014	Финальный	О. Клав	Н. Санс	Н. Санс
Б	15/09/2013	Комментарии ВБ, ГЭ и ПРТ	О. Клав	А. Лара	Н. Санс
А	02/04/2013	Первое издание	О. Клав	А. Лара	Н. Санс
Редакция	Дата	Тема редакции	Подготовлено	Проверено	Одобрено

СОДЕРЖАНИЕ

1	ЦЕЛИ И КОНТЕКСТ	5
2	Критерии проектирования	5
2.1	<i>Гидрологические данные</i>	5
2.2	<i>Паводки во время строительства</i>	7
2.2.1	Допустимая вероятность превышения	8
2.2.2	Период повторяемости расчетных паводков	8
2.2.3	Пик расчетного паводка	9
2.3	<i>Управление паводком</i>	11
2.4	<i>Структурные критерии</i>	12
2.4.1	Существующие туннели (СТ1 и СТ2)	12
2.4.2	Новые туннели	13
2.5	<i>Йонахиский разлом</i>	14
3	Проект перекрытия реки согласно ИГП	14
3.1	<i>Описание</i>	14
3.2	<i>Оценка</i>	17
4	описание предлагаемых отводящих сооружений	22
4.1	<i>Строительный туннель 1</i>	24
4.2	<i>Строительный туннель 2</i>	24
4.3	<i>Строительный туннель 3</i>	25
4.4	<i>Водосбросные сооружения среднего уровня 1 и 2</i>	25
4.5	<i>Верхние водосбросные туннели 1, 2 и 3</i>	26
4.6	<i>Перемычки верхнего и нижнего бьефа</i>	27
5	Гидротехнический расчет	28
5.1	<i>Перемычка</i>	28
5.2	<i>Первая очередь плотины</i>	30
5.3	<i>Окончательная плотина до завершения</i>	34
5.3.1	Этап А	34
5.3.2	Этап Б	40
5.3.3	Этап С	47
5.4	<i>Анализ чувствительности по допустимому максимальному напору в туннели</i>	49
6	заключениЕ	50
6.1	<i>Перемычка</i>	51
6.2	<i>Первая очередь плотины</i>	51
6.3	<i>До завершения окончательной плотины</i>	52
6.4	<i>Влияние расчетного паводка Рогуна на Нурек</i>	53
6.5	<i>Резюме</i>	54

РИСУНКИ

Рисунок 2.1: Кривая пропусков – Место измерений.....	6
Рисунок 2.2: Измерения кривой пропусков - год 2009/2010.....	7
Рисунок 2.3 : Ситуация критерий максимального напора среди существующих примеров.....	14
Рисунок 3.1 : Вид сверху – Стротельные и водосбросные сооружения – проект ИГП.....	16
Рисунок 3.2 : Пропускная способность относительно отметки – туннели водосброса ИГП.....	19
Рисунок 3.3 : Рабочий диапазонтуннели водосброса - ИГП.....	20
Рисунок 3.4 : Проект переброски стока ИГП.....	21
Рис 4.1 : Вид сверху – предложенные водосбросные сооружения.....	23
Рисунок 4.2 : Кривая пропускной способности - СТ1, СТ2 и СТ3.....	25
График 4.3 : Кривая пропускной способности - ВССУ 1 и ВССУ 2.....	26
График 4.4 : Кривая пропускной способности – Водосбросы верхнего уровня.....	27
Рисунок 4.5 : Расположение перемычек нижнего бьефа.....	28
Рисунок 5.1 : Результаты расчета трансформации стока в водохранилище СТ3 и ВССУ1 – НПУ=1290 мнум.....	35
Рисунок 5.2 : Результаты расчета трансформации стока в водохранилище СТ3 и ВССУ1 – НПУ=1255 мнум.....	38
Рисунок 5.3 : Результаты расчета трансформации стока в водохранилище СТ3 и ВССУ1 – НПУ=1220 мнум.....	39
Рисунок 5.4 : Результаты расчета трансформации стока в водохранилище –Этап Б – НПУ=1290 мнум	41
Рисунок 5.5 : Результаты расчета трансформации стока в водохранилище – Этап Б- НПУ =1255 мнум	43
Рисунок 5.6 : Результаты расчета трансформации стока в водохранилище – Этап Б- НПУ=1220 мнум	46
Рисунок 5.7 : Результаты расчета трансформации стока в водохранилище – Этап В НПУ =1290 мнум	48
Рисунок 6.1 : НПУ = 1290 мнум – Рабочий диапазон отводящих сооружений.....	56
Рисунок 6.2 : НПУ = 1290 мнум – Схема отвода по времени.....	56
Рисунок 6.3 : НПУ = 1255 мнум – Рабочий диапазон отводных сооружений.....	57
Рисунок 6.4 : НПУ = 1255 мнум – Схема отвода по времени.....	57
Рисунок 6.5 : НПУ = 1220 мнум - Рабочий диапазон отводных сооружений.....	58
Рисунок 6.6 : НПУ = 1220 мнум – Схема отвода по времени.....	58

ТАБЛИЦЫ

Таблица 2.1: Вероятность паводков.....	5
Таблица 2.2 : Объем водохранилища и последствия	9
Таблица 2.3 : Расчетные паводки. Исследуемые диапазоны (НПУ=1290 мнум)	10
Таблица 2.4 : Расчетные паводки. Исследуемые диапазоны (НПУ=1255 мнум)	11
Таблица 2.5 : Расчетные паводки. Исследуемые диапазоны (НПУ=1220 мнум)	11
Таблица 5.1 : Результаты гидравлического расчета– Перемычка.....	29
Таблица 5.2 : Результаты гидравлического расчета – Первая очередь плотины при НПУ 1100 мнум	31
Таблица 5.3 : Результаты гидравлического расчета – Первая очередь плотины с НПУ 1080 мнум.....	32
Таблица 5.4 : Результаты гидравлического расчета – Первая очередь плотины с НПУ 1065 мнум.....	33

1 ЦЕЛИ И КОНТЕКСТ

Настоящая записка рассматривает управление паводком во время строительства Рогунской плотины.

Сначала представлен рекомендуемый Консультантом ряд критериев проектирования, Затем оценивается проект отвода паводка во время строительства, предлагаемый ИГП в свете этих критериев.

И, наконец, представлены предлагаемые Консультантом изменения, и подробный полный проект отвода паводка для трех вариантов.

2 КРИТЕРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

2.1 Гидрологические данные

Вероятностный анализ паводков реки Вахш на створе Рогунской ГЭС (Отчет по гидрологии № P.002378 RP-07/C, январь 2013 г, Консультанта ИТЭО) представил следующие результаты ежедневного расхода и пика расхода (в таблице под названием «принятый») различных периодов повторения: см Таблица 2.1.

T	Результаты	
	Принятый	Ежедневный
2	2 360	2 250
5	2 780	2 650
10	3 070	2 930
20	3 360	3 200
50	3 750	3 580
100	4 030	3 840
200	4 310	4 110
500	4 660	4 440
1 000	4 950	4 720
2 000	5 260	5 010
5 000	5 640	5 380
10 000	5 970	5 690

Таблица 2.1: Вероятность паводков

Относительно кривых пропусков реки Вахш на участке плотины, несколько данных доступны в различных документах:

- В отчете 1861-2-II-2 (2009), 3 кривых (средн, мин и макс) определены для двух участков реки: одна рядом с входных оголовок строительных туннелей ("СТ"), а другой рядом с выходных оголовок строительных туннелей.
- В отчете 1861-2-II-1 (2009), измерения уровня воды и сброса в течение 2009 года доступны на 4 поперечных сечениях реки: один вниз по течению от окончательной плотины и три других на участке плотины (см. Рисунок 2.1 для расположений).
- В отчете 1861-03-001, те же измерения в течение 2010 года имеются.

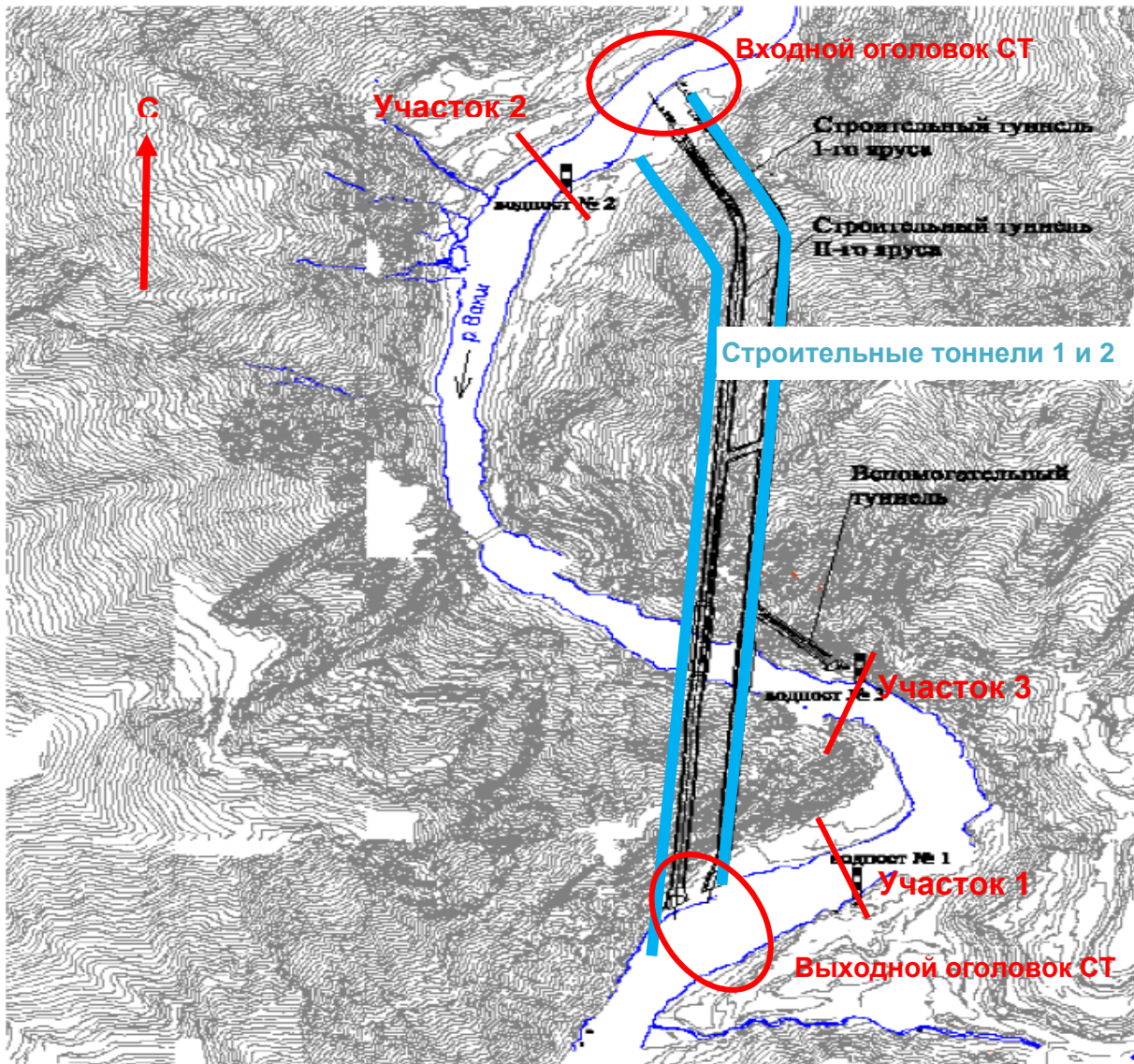


Рисунок 2.1: Кривая пропусков – Место измерений

Следующий график показывает измерения 2009 и 2010 для трех участков, расположенных на участке плотины. Их интерполированные кривые также нанесены.

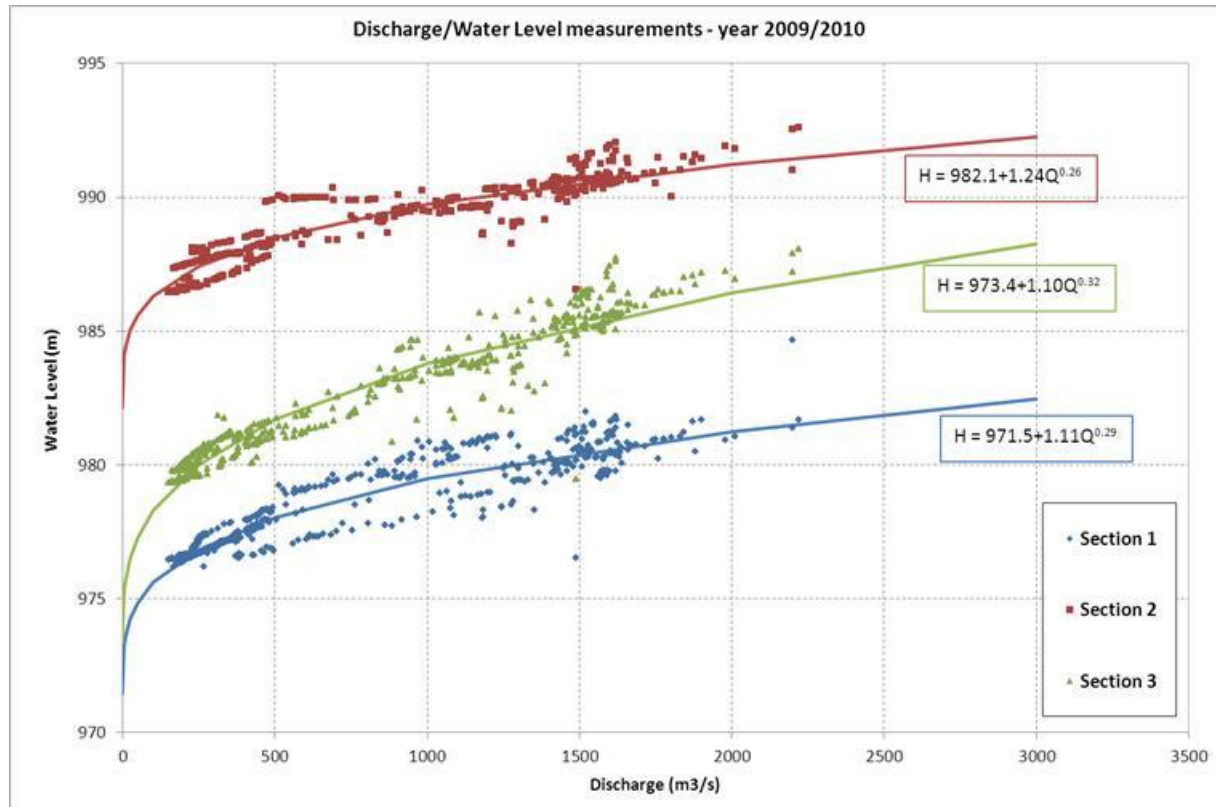


Рисунок 2.2: Измерения кривой пропусков - год 2009/2010

Интерполированные кривые были математически рассчитаны для аппроксимации всех точек, в лучшем случае, согласно тому же закону:

$$H = H_0 + aQ^b \quad \text{где } H_0 \text{ является нижней отметкой, а } H \text{ отметкой уровня воды.}$$

Похоже, что кривая пропусков участка более ровная, чем два других для высоких пропусков. Это означает, что существует особенность в реке (сокращение или крутизна дна), которая имеет тенденцию изменять "обычную" кривую пропуска.

Отметка гребня перемычек вниз по течению будет определяться на основе этих кривых пропусков.

2.2 Паводки во время строительства

Для того, чтобы определить расчетный паводок для каждой критической стадии строительства плотины, применяется следующая процедура:

2.2.1 Допустимая вероятность превышения

Необходимо предложить диапазон допустимых вероятностей превышения данного паводка (характеризуется его средним периодом повторяемости) в течение определенного периода подвергания сооружений на участке,

Вероятность превышения выражается, например, как «1/100» (читается: «один в сто» или «один случай из ста») или «1/50» и др. Это соотношение выражает готовность Владельца или Проектировщика к более высоким (1/50) или низким (1/100) вероятностям превышения.

Этот вероятность превышения может быть измерен как:

$$P_{occ} = (1 - (1 - \frac{1}{TMR})^{TE})$$

где:

“TE” представляет Время подвергания (т. е. число лет, в течение которых строительный участок может быть затоплен),

“TMR” представляет собой средний период повторяемости данного паводка.

При малых значениях TE / TMR, значение R близко к значению этого соотношения.

Принятая (или допустимая) вероятность возникновения должна быть обратно пропорциональна серьезности или важности последствий, если происходит в одном случае из ста (например).

Обычно говорится, что безоговорочно допустимая вероятность превышения в проекте плотины является 1/100, если срок жизни проекта составляет 100 лет, а срок повторяемости для разработки защитных сооружений составляет 10.000 лет.

Для того, чтобы запустить анализ, будут оцениваться вероятности превышения в диапазоне от 1/10 до 1/1000.

2.2.2 Период повторяемости расчетных паводков

Для заданной вероятности превышения и данного периода подверженности воздействию сооружений, расчетный период повторяемости может быть получен с помощью приведенного выше уравнения.

Однако, как упоминалось также выше, при малых значениях вероятности возникновения $\approx \frac{TE}{TMR}$. Период повторяемости расчетного паводка тогда будет рассчитана как: $\approx \frac{TE}{R}$. Если время подвергания составляет 8 лет и принятый вероятность превышения является 1/100, средний период повторяемости расчетного паводка составит 800 лет.

2.2.3 Пик расчетного паводка

Для данного расчета периода повторяемости (как определено в предыдущем пункте), пик паводка определяется с помощью данных, приведенных в Таблице 2.1.

Периоды подверженности воздействию на перемычке (П), плотине Стадии-1 (С1), и остального строительства до завершения основной плотины (ОП) приведены в Таблице 2.3, Таблице 2.4 и Таблице 2.5. Схожие расходы также показаны.

Времена строительства, указанные в этих таблицах соответствуют строительству данного объекта (например, С1), плюс время, чтобы поднять объект вниз по течению (например, ОП, вниз по течению от С1) до такого же уровня гребня первого. Это означает, что время воздействия объекта выше (например, С1) длится до того момента, когда объект вниз по течению (например, ОП) достигнет отметки гребня первого (С1) и становится истинным регулятором безопасности строительной площади от наводнений.

Объемы водохранилищ, создаваемые в любой момент, также показаны в следующей таблице для того, чтобы оценить уровень последствий, если произойдут паводки, и разрушения плотины. Следует отметить, что эти объемы воды могут быть сохранены в Нурекском водохранилище простым увеличением уровня водохранилища на 2 м (П) и 4 -6 м (С1) в зависимости от варианта плотины, но никак не могут быть сохранены для ОП.

	Перемычка	Первая очередь плотины	Основная плотина
НПУ=1290 мнум	$V = 190 \text{ км}^3$ ΔZ (Нурек)= 2 м	$Z_{\text{гребень}} = 1110 \text{ мнум}$ $V = 610 \text{ км}^3$ ΔZ (Нурек)= 6.3 м	$V = 13\,300 \text{ км}^3$ ΔZ (Нурек)= не соразмерно
НПУ=1255 мнум	$V = 190 \text{ км}^3$ ΔZ (Нурек)= 2 м	$Z_{\text{гребень}} = 1090 \text{ мнум}$ $V = 480 \text{ км}^3$ ΔZ (Нурек)= 5 м	$V = 8\,490 \text{ км}^3$ ΔZ (Нурек)= не соразмерно
НПУ=1220 мнум	$V = 190 \text{ км}^3$ ΔZ (Нурек)= 2 м	$Z_{\text{гребень}} = 1075 \text{ мнум}$ $V = 360 \text{ км}^3$ ΔZ (Нурек)= 3.7 м	$V = 5\,210 \text{ км}^3$ ΔZ (Нурек)= не соразмерно

Таблица 2.2 : Объем водохранилища и последствия

Эти факты объясняют, почему диапазон предлагаемых для исследования (эллипсы в таблицах) рассматривают более высокую вероятность превышения по мере увеличения высоты плотины.

Расчетный паводок для управления паводка во время строительства
Как функция вероятности разрушения и периода воздействия

Вероятность превышения	Период воздействия – НПУ = 1290 мнум					
	П: 2 лет		С1: 4,5 лет		ОП: 8 лет	
	MPR (лет)	Ежедневный расход	MPR (лет)	Ежедневный расход	MPR (лет)	Ежедневный расход
1/500	1000	4 750	2250	5 100	4000	5 300
1/200	400	4 400	900	4 700	1600	5 000
1/100	200	4 100	450	4 450	800	4 700
1/50	100	3 850	225	4 150	400	4 400
1/20	40	3 450	90	3 800	160	4 000
1/10	20	3 200	45	3 500	80	3 700

MPR – Средний возвратный период

П – Перемычка, С1 – Плотина первой очереди, ОП – Основная плотина

Таблица 2.3 : Расчетные паводки. Исследуемые диапазоны (НПУ=1290 мнум)

Расчетный паводок для управления паводка во время строительства

Как функция вероятности разрушения и периода воздействия

Вероятность превышения	Период воздействия – НПУ = 1255 мнум					
	П: 2 лет		С1: 4,5 лет		ОП: 5 лет	
	MPR (лет)	Ежедневный расход	MPR (лет)	Ежедневный расход	MPR (лет)	Ежедневный расход
1/500	1000	4 750	2250	5 100	2500	5 100
1/200	400	4 400	900	4 700	1000	4 750
1/100	200	4 100	450	4 450	500	4 450
1/50	100	3 850	225	4 150	250	4 200
1/20	40	3 450	90	3 800	100	3 800
1/10	20	3 200	45	3 500	50	3 500

MPR – Средний возвратный период

П – Перемычка, С1 – Плотина первой очереди, ОП – Основная плотина

Таблица 2.4 : Расчетные паводки. Исследуемые диапазоны (НПУ=1255 мнум)

Расчетный паводок для управления паводка во время строительства
 Как функция вероятности разрушения и периода воздействия

Вероятность превышения	Период воздействия – НПУ = 1220 мнум					
	П: 2 лет		С1: 3 лет		ОП: 3,5 лет	
	MPR (лет)	Ежедневный расход	MPR (лет)	Ежедневный расход	MPR (лет)	Ежедневный расход
1/500	1000	4 750	1500	4 900	1750	5 000
1/200	400	4 400	600	4 550	700	4 600
1/100	200	4 100	300	4 300	350	4 350
1/50	100	3 850	150	4 000	175	4 050
1/20	40	3 450	60	3 700	70	3 700
1/10	20	3 200	30	3 350	35	3 400

MPR – Средний возвратный период

П – Перемычка, С1 – Плотина первой очереди, ОП – Основная плотина

Таблица 2.5 : Расчетные паводки. Исследуемые диапазоны (НПУ=1220 мнум)

В последующем анализе, эти диапазоны уровня защиты будут изучены для оценки уязвимости конструкции сооружений (и их затраты) в отношении уровня защиты.

Заклучения по строительному паводку, рассматриваемые для каждой фазы строительства, будут представлены в §6 после представления полного анализа.

Учитываемый гидрограф является тем, что создан в RP07 для ВМП и периода повторяемости паводка в 10000 лет, и пропорционально уменьшен для небольших паводков.

2.3 Управление паводком

Пропускная способность турбин не учитывается в системе пропуска паводка. На самом деле, во время больших паводков, машинный зал может выйти из строя, вход в машинный зал может быть заблокирован, и т.д. Нет гарантий, что турбины будут работать во время больших паводков, поэтому они не рассматриваются как сооружения регулирования паводков.

Для этапа плотины первой очереди и этапа достройки окончательной плотины ослабление паводка учтена благодаря трансформации паводка в водохранилище. Предполагается, что уровень водохранилища будет на 10 метров ниже чем плотины и уровня гребня до возникновения паводка, и трансформации паводка в водохранилище учитывается между этой 10 м минус соответствующего сухого надводного борта.

2.4 Структурные критерии

Отвод паводка во время строительства обеспечивается туннелями. Критерии проектирования для этих трех туннелей, представлены в настоящем пункте.

2.4.1 Существующие туннели (СТ1 и СТ2)

Общая идея состоит в многократном использовании как можно больше существующих сооружений. Ниже приводятся ограничения существующих сооружений.

Как уже говорилось в отчете плотины первой очереди, гидравлическое поведение двух строительных туннелей не является полностью удовлетворительным, поскольку гидравлический прыжок происходит внутри нижнего участка туннелей, которые работают в резервах свободного потока.

Это связано с тем, что уровень воды в нижнем бьефе является сейчас выше на несколько метров, чем первоначально предусматривалось, за счет отложения материала, исходящего из разрушения перемычки и сели Оби Шур.

Гидравлические испытания, наблюдать которые представители Консорциума имели возможность в Москве, для потоков до 1600 м³/с/туннели, подтвердили, что если будет восстановлена исходная отметка нижнего бьефа, вода будет протекать в сверхкритическом режиме и не произойдет гидравлический прыжок.

Таким образом, остаток материалов от смывания перемычки и от селевых потоков сая Оби-Шур должны быть удалены до перекрытия реки.

Другое препятствие связано с ростом давления внутри туннеля на участке недалеко от соединения с коллекторами машинного зала.

Структура туннелей также вызывает беспокойство, что анализируются в Отчете по Фазе I и который не был принят соответствующим международно- признанным в настоящее время критериям проектирования для такого рода сооружений.

По всем этим выше приведенным причинам мы считаем, что использование двух строительных туннелей, как водосбросов должно быть ограничено как относительно времени, так и напора воды.

Поскольку им, вероятно, понадобится тяжелые восстановительные работы, в данном анализе уже учитывается, что их диаметр будет уменьшен на 30 см по всей длине, в качестве меры для восстановительных работ.

Эти туннели должны работать под максимальным напором 120 м.

2.4.2 Новые туннели

Максимальный напор, выдерживаемый строительными туннелями (временные сооружения) составляет 120 м. Это значение может быть превышено на 30 м, т.е. 150 м, в экстремальных условиях, таких как больших паводков или сейсмических событий.

Этот предел установлен для того, чтобы сохранить максимальную скорость воды через отверстия затворов в рамках пределов, предлагаемых ниже, и таким образом избежать кавитации, чрезмерного увлечения воздуха и явления неустойчивости течения.

На следующем рисунке представлены данные, полученные из книги Проектирование гидравлических затворов, написанной П. Эрбисти в 2004 году и представляющую расчетный напор и зону затворов существующих затворов высокого давления. Красная линия интерполирована из двух экстремальных точек: Тарбела (крупнейшие затворы) и Бивер (более высокий расчетный напор). Пунктирная линия интерполирована из всех данных.

Это показывает, что критерия проектирования в 120-150 м разумный, учитывая необходимый размер затворов.

Следует отметить, что:

- Тип рассмотренных затворов в случае Рогунской ГЭС являются сегментными затворами: на диаграмме можно увидеть, что такие затворы никогда не превышают напоры воды 140 м.
- Затворы показанные на данной диаграмме являются затворами донного выпуска (глубинными затворами) и они используются время от времени в течении короткого промежутка времени. В случае строительных тоннелей Рогунской ГЭС, затворы будут использованы для управления уровня водохранилище на весь период строительства на постоянной основе.

Больше обоснований для данного критерия представлено в отчете, автором которого является П. Эрбисти и оно представлено в приложении А.

- В любое время строительства, по крайней мере, два туннеля должны быть рабочими.

Анализ чувствительности по критериям максимального напора воды осуществляется также с учетом напора в 150 м вместо 120 м. Результаты этого анализа чувствительности приведены в § 5.4.

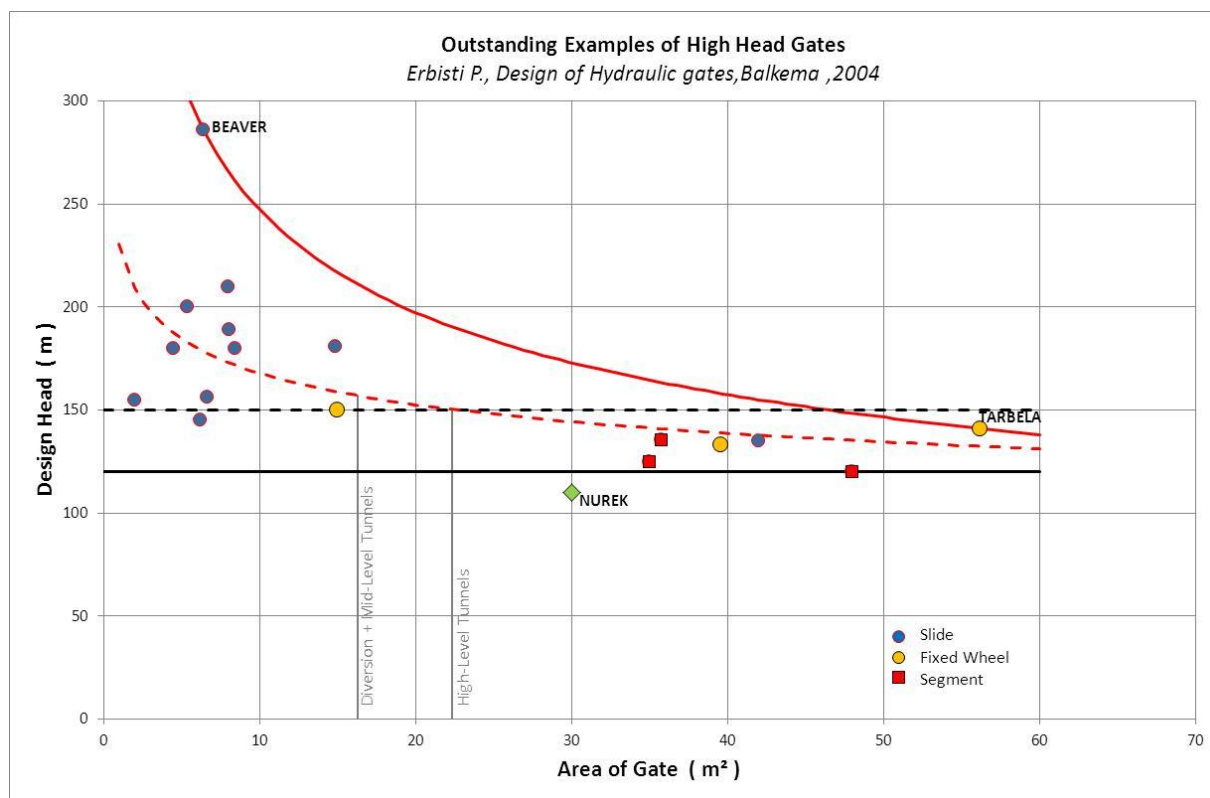


Рисунок 2.3 : Ситуация критерий максимального напора среди существующих примеров

2.5 Йонахшский разлом

Ко-сейсмические смещения в Йонахшском разломе могут быть порядка одного метра в случае сильного землетрясения (МВ3).

Никакая вероятность не может быть связана с этим случаем. Но объект должен выжить, несмотря на ее появление: защитное сооружение не должно разрушиться. Это должно рассматриваться как чрезвычайный сценарий.

3 ПРОЕКТ ПЕРЕКРЫТИЯ РЕКИ СОГЛАСНО ИГП

3.1 Описание

Согласно проекту ИГП, от отвода реки до завершения окончательной плотины, используется 6 различных сооружений, чтобы отводить и пропустить паводки:

- Строительный туннель 1-го уровня (СТ1)
- Строительный туннель 2-го уровня (СТ2)
- Строительный туннель 3-го уровня (СТ3)
- Эксплуатационный туннель 3-го уровня (ЭТ3)

- Глубинный водосброс (ГВ)
- Эксплуатационный шахтный водосброс (ЭШВ). Глубинный водосброс и эксплуатационный шахтный водосброс разделяют один и тот же туннель и выходной портал нижнего бьефа.

На следующем рисунке представлено расположение и отметка входного портала различных строительных и водосбросных сооружений. А в следующей таблице показаны их основные характеристики.

	Тип и размер	Отметка порога
СТ1	Напорный туннель, D-образный, 95.55м ²	989.60
СТ2	Напорный туннель, D-образный, 95.55м ²	1001.80
СТ3	Напорный туннель, круглого сечения Ø15 м	1035
ЭТ3	Напорный туннель, круглого сечения Ø15 м	1145
ГВ	Напорный туннель, круглого сечения Ø11 м	1145
ЭШВ	Водосливной туннель, L=40 м	1288

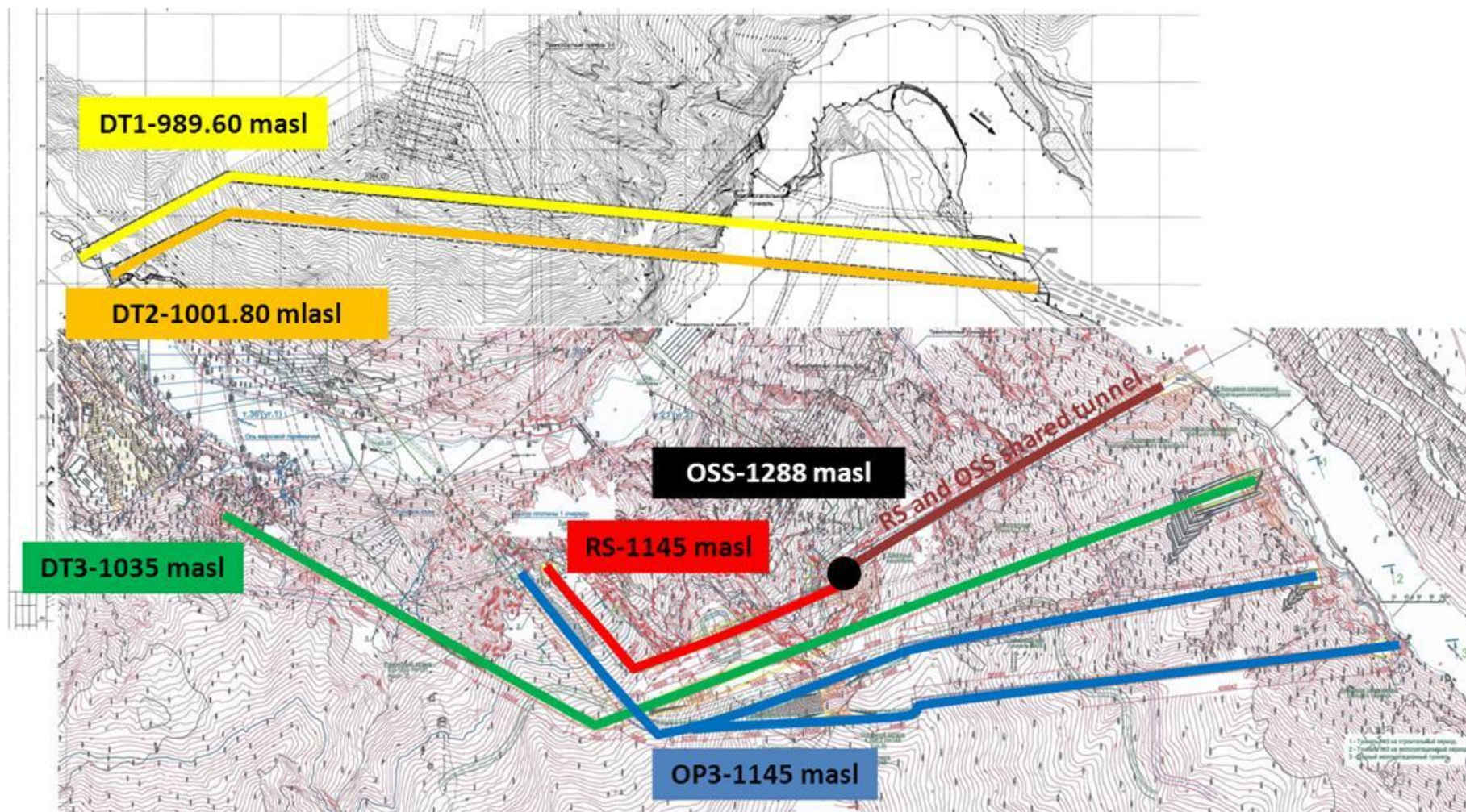


Рисунок 3.1 : Вид сверху – Строительные и водосборные сооружения – проект ИГП

В начале работы, участок защищен перемычкой с гребнем на отм. 1035 мнум. Только СТ1 и СТ2 отводят речной сток. Пропускная способность обоих туннелей показана, что должна быть в 2900 м³/с с отметкой воды в 1033 мнум на чертеже ИГП 2010 года.

В то время как плотина первой очереди защищает участок, СТ1 и СТ2 и СТ3 отводят реку. При данной отметке (уровень воды в 1100 мнум), суммарная пропускная способность трех туннелей составляет 7100 м³/с.

Между 1110 мнум and 1145 мнум, СТ2 и СТ3 обеспечивают отвод реки. Пропуск СТ2 ограничен до 1800 м³/с, путем закрытия некоторых из его затворов.

Между 1145 и 1185 мнум, СТ2, СТ3 и отдаленный водосброс обеспечивают отвод реки.

Выше 1185 мнум, отвод реки и пропуск паводка обеспечивается заключительными водосбросами: ЭТЗ; ОВ и ЭШВ. Они способны пропустить 7100 м³/с, при отметке воды 1290 мнум.

На рисунке 3.2 представлена кривая пропускной способности всех строительных туннелей и водосбросов.

Рисунок 3.3 представляет рабочий диапазон каждого строительного туннеля и водосброса вдоль оси отметки воды.

На рисунке 3.4 представлен проект переброски стока ИГП по оси времени: он представляет уровень воды в течение периода строительства, который предполагается, что составит 10 м ниже гребня, и пропускную способность. Также указано, какое сооружение работает в течение периода строительства.

3.2 Оценка

По фазе перемычки

В соответствии с проектом ИГП, пропускная способность во время этой фазы составляет 2900 м³/с, то есть период повторяемости паводка 7 лет.

Кроме того, учитывая состояние строительного туннеля 1 и 2, а также резерв для восстановительных работ, уровень защиты снижается до 2650 м³/с при отметке воды в 1035 мнум, то есть период повторяемости менее 5 лет. Учитывая срок службы перемычки, охватывающий два года, это приводит к вероятности превышения 1/2.5. Этот уровень защиты не подходит для перемычки.

На этапе первой очереди

В соответствии с проектом ИГП, первая очередь плотины защищена от ВМП. Такой уровень защиты был актуален, когда Первая очередь плотины рассматривалась в качестве отдельного проекта. Теперь, когда эта возможность была отброшена, уровень защиты первой очереди может быть снижен.

Между плотиной первой очереди и отметкой 1185 мнум

Когда уровень водохранилища поднимается до 1110 мнум, СТ2 и СТ3 в состоянии пропустить 4400 м³/с, если пропуск СТ2 ограничен как было сказано и 5200 м³/с, если он полностью открыт.

Когда уровень водохранилища составляет 1185 мнум, напор воды, использованный в водоприемнике СТ2 составляет 183 м, напор воды примененный на упорный брус затворов составляет 199 м. И напор воды, примененный в СТ3 составляет 150 м. Эти значения гораздо больше, чем то, установленное Консультантом в качестве предельного значения для нормальной работы во временном сооружении.

При 1185 мнум, суммарная пропускная способность СТ2, СТ3 и отдаленного водосброса составляет 6400 м³/с, и половина этого сброса фактически проходит через СТ3.

От плотины первой очереди до отметки водохранилища в 1185 мнум, безопасность во многом зависит от наличия СТ3 которая пересекает Йонахшский разлом.

Выше отметки 1185 мнум

Выше 1185 мнум, постоянные водосбросы обеспечивают отвод реки. На этой отметке, ЭТЗ и ГВ способны пропустить 4650 м³/с, то есть пропускная способность меньше, чем в предыдущей фазе. При переключении с СТ2 + СТ3+ ГВ на ЭТЗ + ГВ, уровень защиты снижается (см. рис 3,2).

После завершения плотины, ЭТЗ и ГВ будут управлять в нормальном режиме напором в 145 м, что выше предела, установленного Консультантом для сооружения этого типа.

Заключение

Согласно критерии Консультанта, некоторые пункты представляются не безопасными в полной мере:

- Степень защиты перемычки не является достаточным;
- Напор воды, что все сооружения (временные или постоянные) должны поддерживать, слишком высокий;
- Йонахшский разлом особо не упоминается и не предлагается никаких восстановительных мер, чтобы справиться с его смещениями, в то время как существует важный период строительства с большой зависимостью от СТ3.

Таким образом, Консультант предлагает другой проект управления паводком, который подробно описан в следующих пунктах.

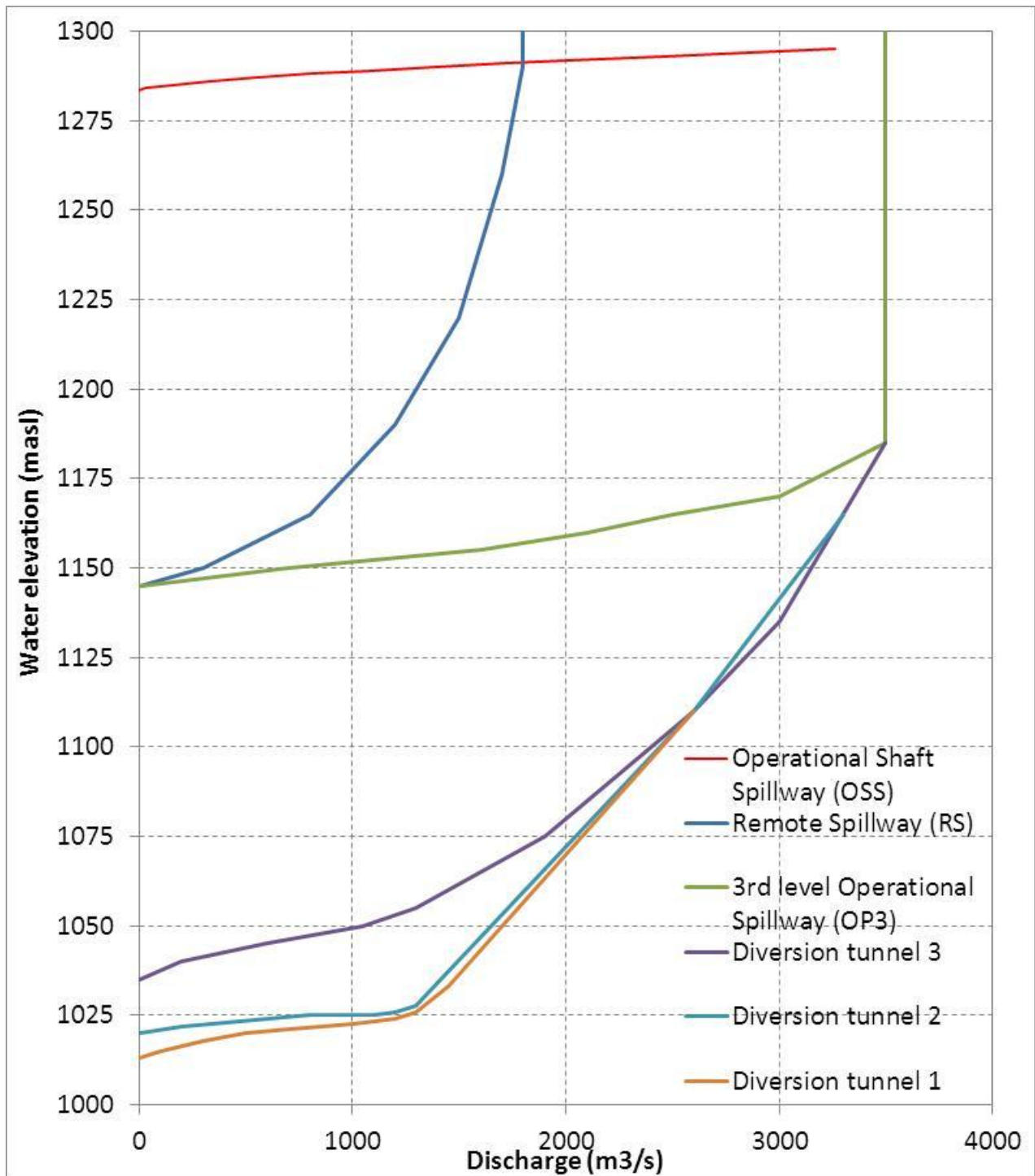


Рисунок 3.2 : Пропускная способность относительно отметки – туннели водосброса ИГП

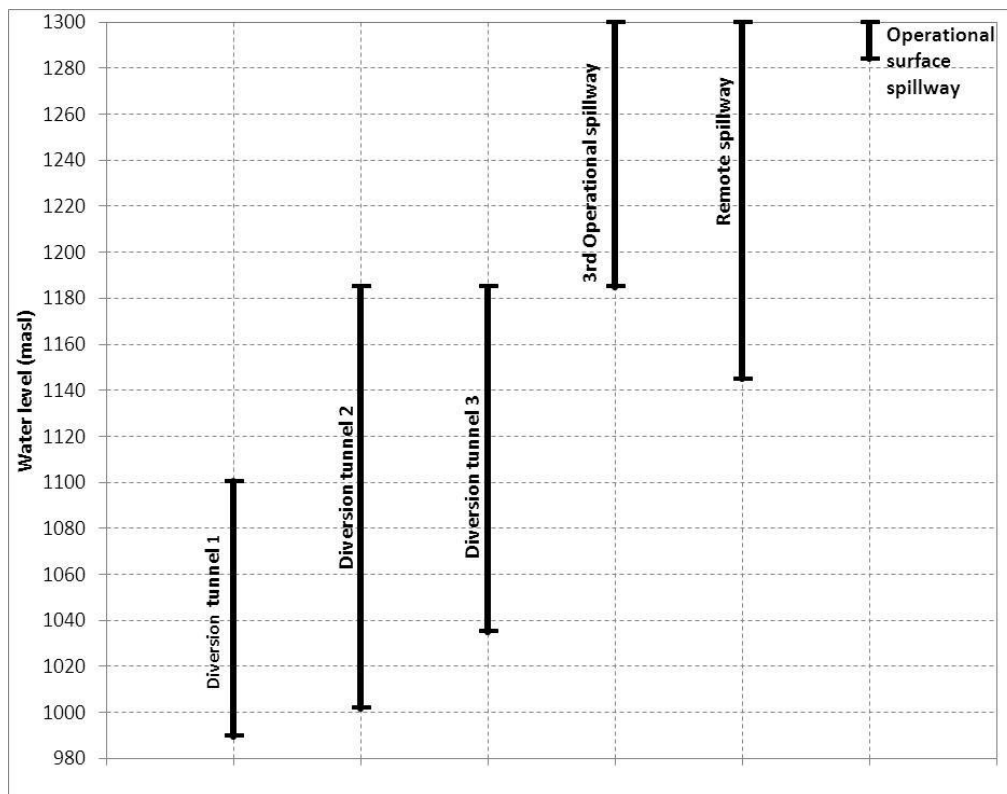


Рисунок 3.3 : Рабочий диапазон туннели водосброса - ИГП

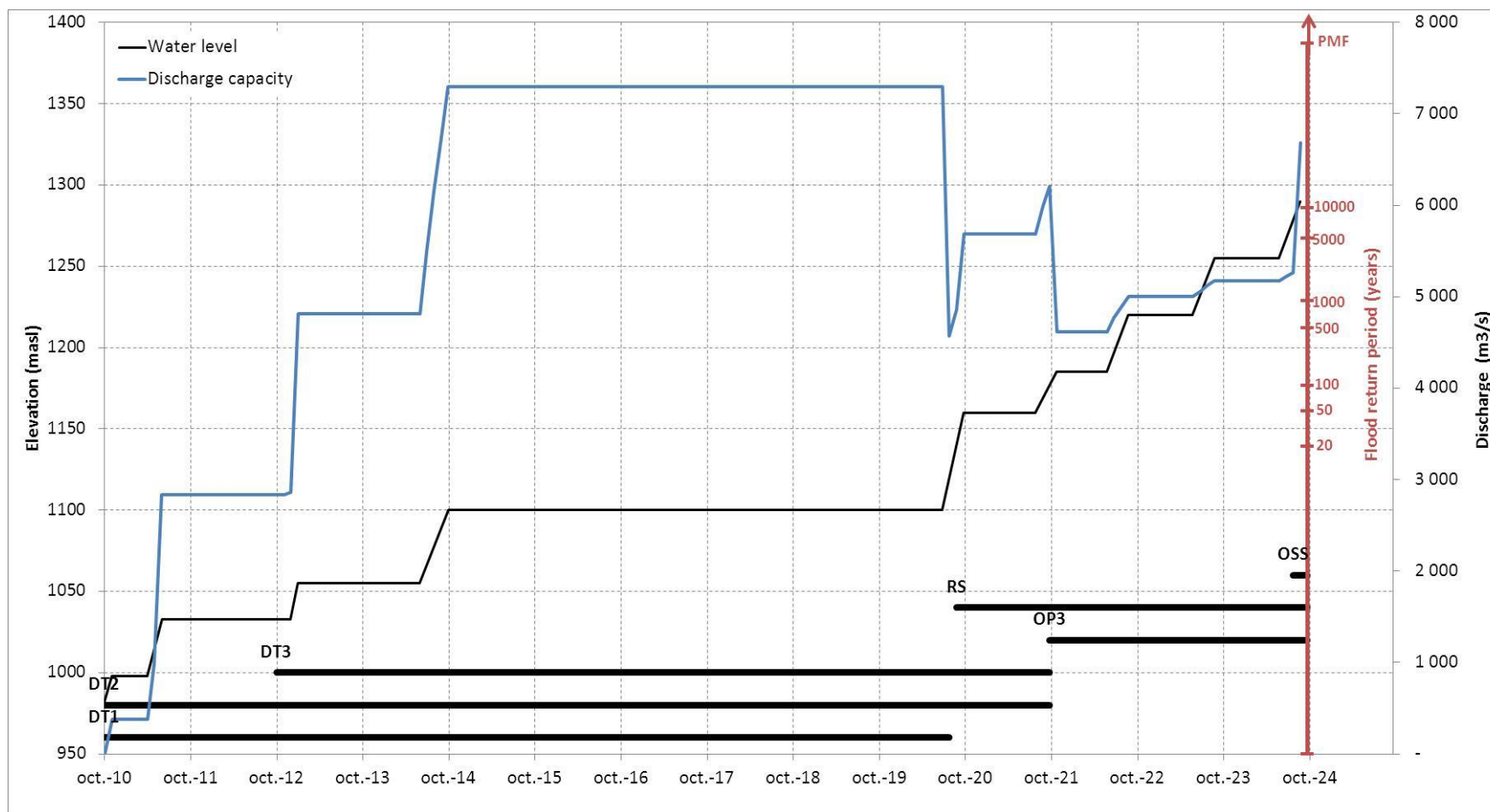


Рисунок 3.4 : Проект переброски стока ИГП

4 ОПИСАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМЫХ ОТВОДЯЩИХ СООРУЖЕНИЙ

Целью данного пункта является представление геометрических характеристик отводящих сооружений и кривой их пропускной способности, а также характеристик перемычек предлагаемых Консультантом.

Различными рассматриваемыми отводящими сооружениями являются:

- Строительные туннели 1 и 2 (СТ1 и СТ2);
- Строительный туннель 3 (СТ3);
- Водосбросные сооружения среднего уровня 1 и 2 (ВССУ 1 и ВССУ 2);
- Верхние водосбросные тоннели 1, 2 и 3 (ВСВУТ1, ВСВУТ2 и ВСВУТ3).

Вид сверху этих предложенных сооружений представлены на следующем рисунке.

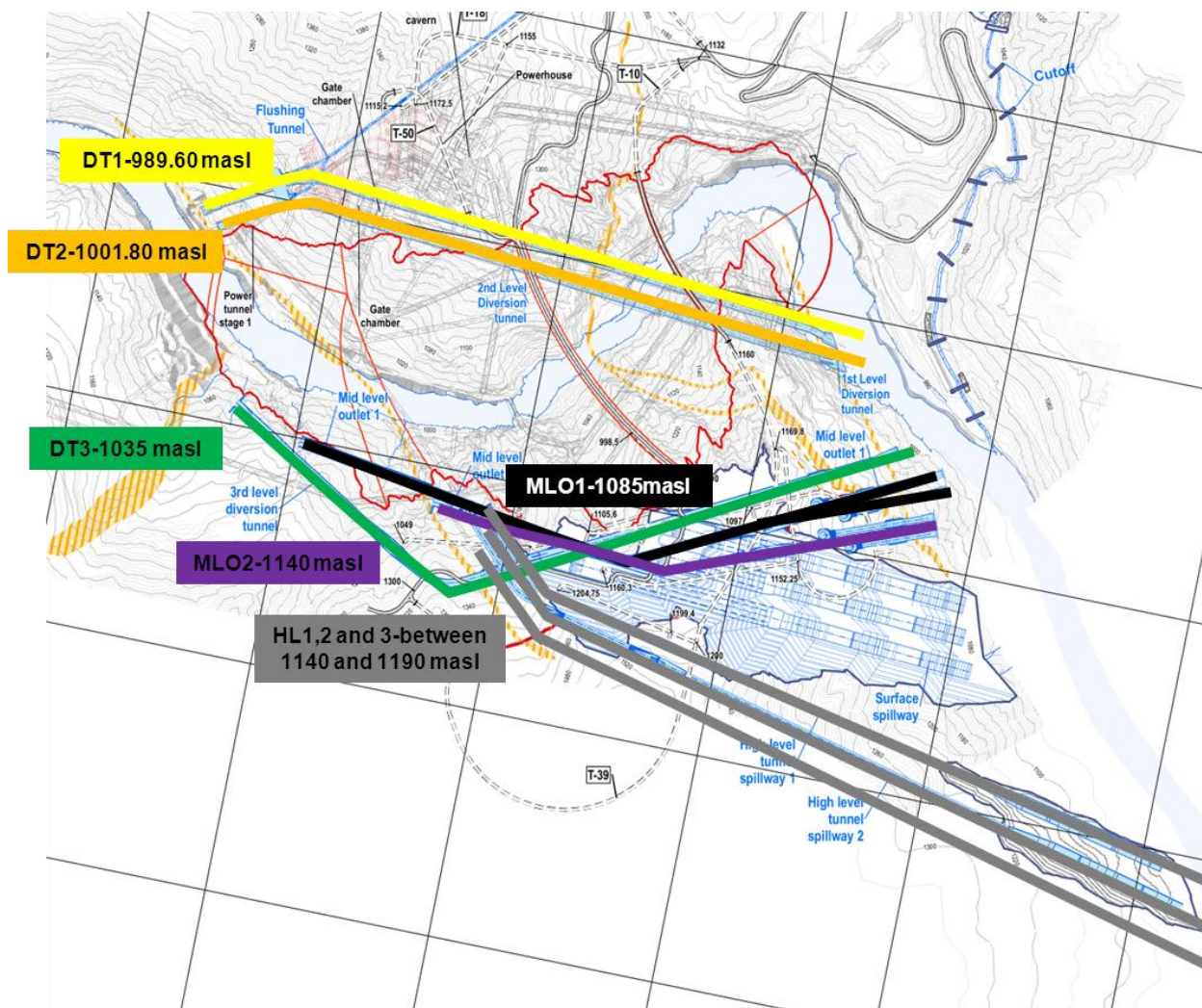


Рис 4.1 : Вид сверху – предложенные водосбросные сооружения

4.1 Строительный туннель 1

Этот существующий участок напорной туннели имеет форму D, с полезным сечением в 96,55 м². Это значение включает в себя сокращение на 30 см по всему ее периметру в качестве резерва для восстановительных работ.

Строительный туннель 1 расположен на левом берегу в нижней части долины. Это самый низкий туннель, используемый для отвода реки.

Два разных водоприемных сооружения используется в этом туннеле: сначала низкий водоприемник, затем высокий. Низкий водоприемник является классическим порталом туннели с порогом на отметке 989,60 мнум. Когда водоприемное сооружение закрыто с шандорными затворами, вода может переливаться через шандорные затворы и войти в тоннель. Высокое водоприемное сооружение затем состоит из безнапорного участка на отметке 1020 мнум, что сбрасывает воду в тот же туннель, как низкое водоприемное сооружение. Когда отметка воды даже выше, туннель работает как напорный туннель.

Низкое водоприемное сооружение используется в самом начале работы и отвода реки, когда уровень воды в реке низкий. Высокое водоприемное сооружение планируется для строительства, когда уровень водохранилища поднимается и, чтобы избежать транспортировки наносов в туннеле.

4.2 Строительный туннель 2

Этот существующий участок напорной туннели имеет форму D, с полезным сечением в 96,55 м². Это значение включает в себя сокращение на 30 см по всему ее периметру в качестве резерва для восстановительных работ.

Строительный туннель 2-го уровня расположен на левом берегу в нижней части долины.

Что касается СТ2, два водоприемных сооружения используется в этом туннеле: сначала низкий водоприемник, затем высокий. Низкий водоприемник является классическим порталом туннели с порогом на отметке 1001,80 мнум. Когда передняя часть водоприемного сооружения заглушен бетоном, она создает вертикальную стену перед входом туннели. Стена действует как плотина, которую переполняет вода; затем вода сбрасывается в туннель. Высокое водоприемное сооружение затем состоит из безнапорного участка на отметке 1020 мнум, что сбрасывает воду в тот же туннель, как низкое водоприемное сооружение. Когда отметка вода даже выше, туннель работает как напорный туннель.

Что касается СТ1, низкое водоприемное сооружение используется в самом начале работы и отвода реки, когда уровень воды в реке низкий. Высокое водоприемное

сооружение планируется для строительства, когда вода выше и, чтобы избежать транспортировки наносов в туннеле.

Рисунок 4.2 представляет пропускную способность СТ1+СТ2.

4.3 Строительный туннель 3

СТ3 был спроектирован ИГП. Его строительство началось во второй половине 2011 года и остановилось в июне 2012 года. Поэтому на данный момент он разработан частично.

Она круглая с внутренним диаметром в 15 м, ее высота порога составляет 1035 мнум.

На следующем графике представлена кривая пропускной способности СТ3 и объединенные СТ1 + СТ2.

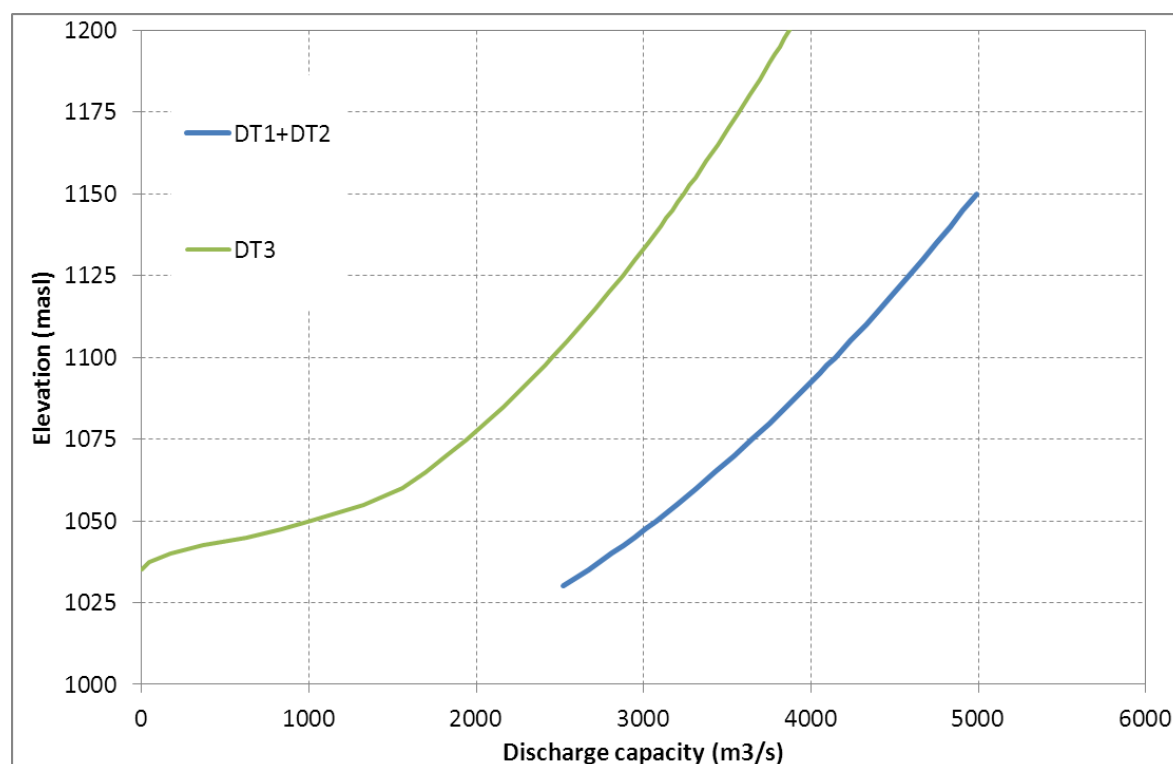


Рисунок 4.2 : Кривая пропускной способности - СТ1, СТ2 и СТ3

4.4 Водосбросные сооружения среднего уровня 1 и 2

Эти туннели не существуют, и их нет в проекте ИГП. Они включены здесь для обеспечения отвода паводка, когда уровень воды находится между Стадией 1 и отметкой рабочих водосбросов.

Для вариантов плотины при НПУ = 1290 мнум, ВССУ 1 и ВССУ 2 необходимы, для вариантов более низкой плотины (НПУ = 1255 и 1220 мнум), только необходим ВССУ1.

Они имеют круглую форму вдоль напорного участка с внутренним диаметром в 15 м.

Отметка порога ВССУ 1 составляет 1085 мнум, а ВССУ 2 находится на отметке 1140 мнум.

На следующем графике представлена кривая пропускной способности ВССУ 1 (MLO1) и ВССУ 2 (MLO2).

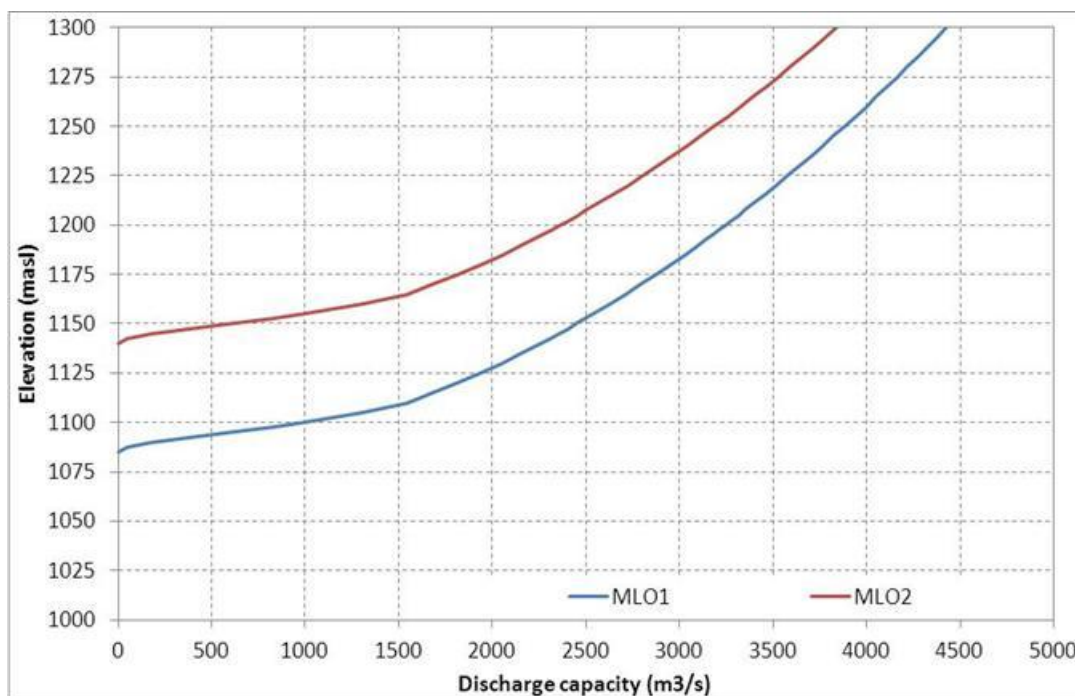


График 4.3 : Кривая пропускной способности - ВССУ 1 и ВССУ 2

4.5 Верхние водосбросные туннели 1, 2 и 3

Эти туннели не существуют, и их нет в проекте ИГП. Эти туннели размещаются на более высоких отметках и могут быть использованы в качестве эксплуатационных водосбросов после завершения плотины.

Эти туннели установлены на различных отметках в зависимости от варианта плотины.

Они все подковообразны, с внутренним диаметром в 10 м.

Количество и отметки верхних водосбросных тоннелей зависят от выбранного варианта. Для отвода во время работы, необходимые верхние водосбросы для различных вариантов являются следующие:

- НПУ =1290 мнум: 2 верхние водосбросы на отметке 1190 мнум;

- НПУ = 1255 мнум : 2 верхние водосбросы на отметке 1165 мнум и 1 на отметке 1145 мнум;
- НПУ = 1220 мнум : 1 верхний водосброс на отметке 1140 мнум.

Кривые пропускной способности всех этих туннелей одинаковы и представлены на следующем графике как уникальная кривая: пропуск относительно напора воды.

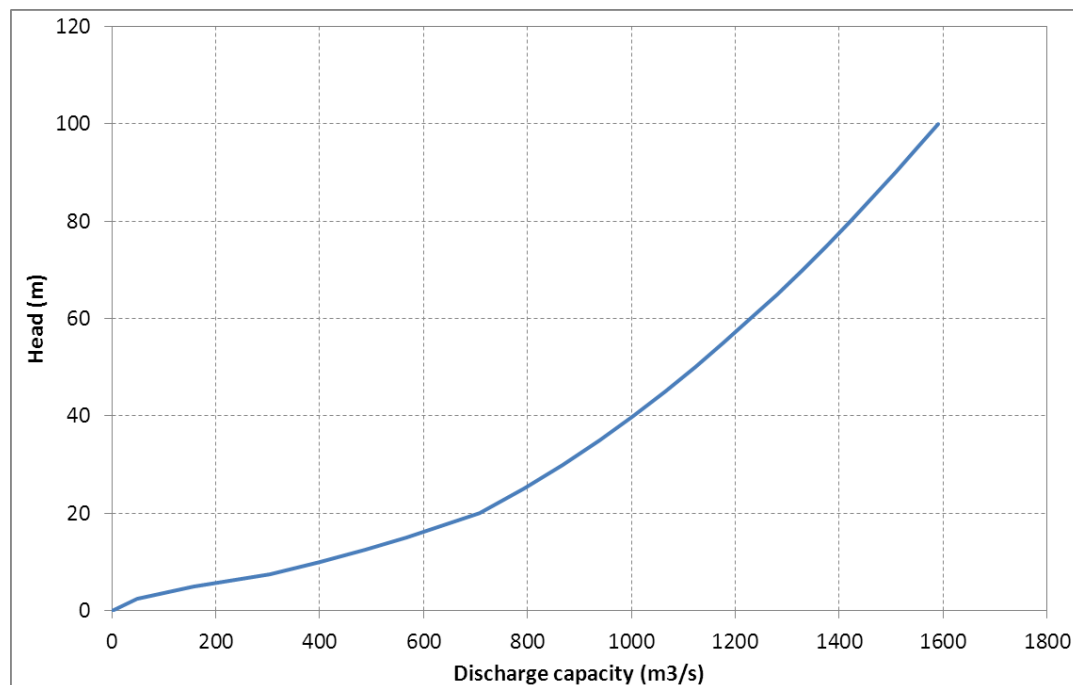


График 4.4 : Кривая пропускной способности – Водосбросы верхнего уровня

4.6 Перемычки верхнего и нижнего бьефа

Перемычка верхнего бьефа является частью окончательного плотины. Ее отметка гребня определяется на основе результатов гидравлического расчета в § 6. Когда плотина первой очереди возвышается над перемычкой, она используется в качестве защитного сооружения. Когда окончательная плотина достигает отметки гребня плотины первой очереди, она используется в качестве своего собственного защитного сооружения.

Существует две перемычки нижнего бьефа:

- Первая (перемычка 1 НБ) находится непосредственно ниже водовода СТ1 (см. рис 4.5). Она используется до завершения отрезков СТ1 и СТ2 на правом берегу и позволит пропуск воды далее вниз по течению; она используется только во время фазы "перемычки"; соответствующая кривая пропусков является той же упомянутой в " Разделе 3";
- Вторая (перемычка 2 НБ), чуть выше по течению от правобережного выходного портала СТ1 и СТ2 (см. рис 4.5). Это фактически часть пята окончательной плотины. Она используется с начала "фазы плотины первой очереди" до

завершения окончательной плотины. Соответствующая кривая пропусков является той называемой в "Разделе 1"

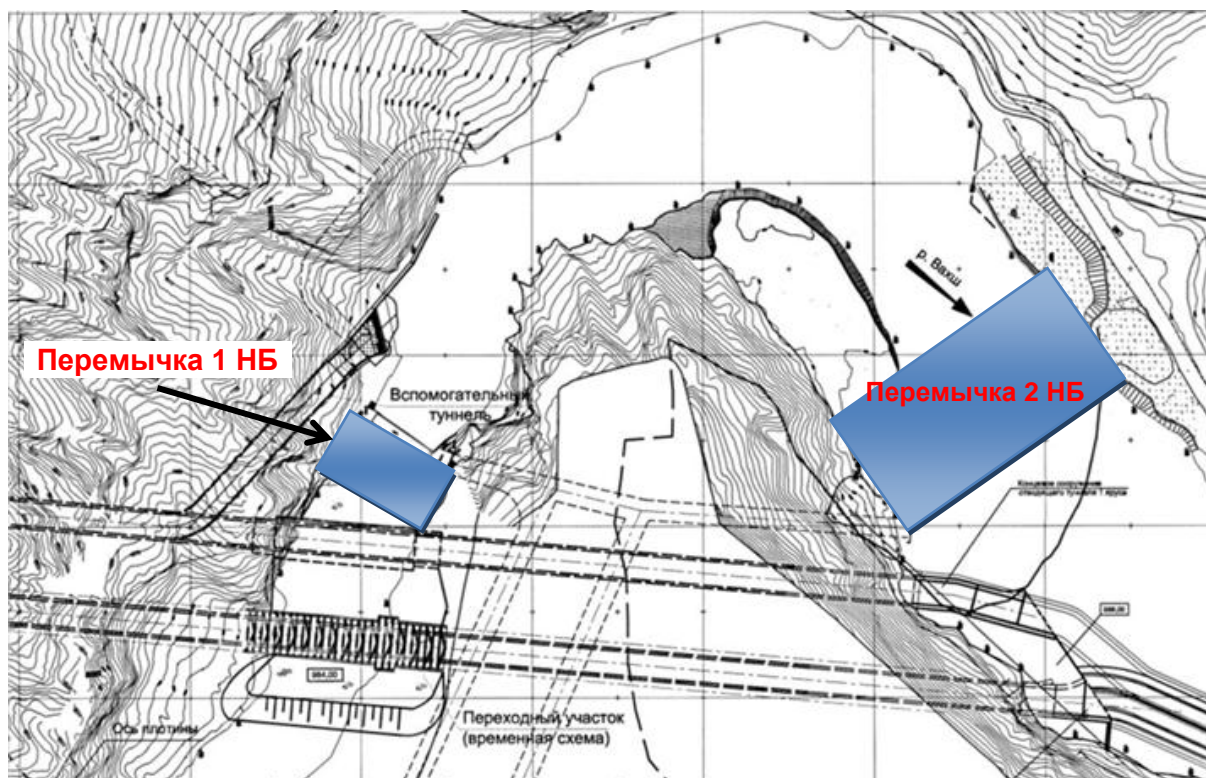


Рисунок 4.5 : Расположение перемычек нижнего бьефа

5 ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

В этом пункте представлены все результаты гидротехнических расчетов. Он включает в себя все фазы строительства, нормальные и исключительные сценарии и несколько уровней паводка.

Эти расчеты направлены на:

- Проверку того, отвечают ли предлагаемые сооружения критериев, установленных в §2 для всех фаз строительства, и всех сценариев (нормальные и исключительные);
- Выполнение анализа чувствительности на уровне строительного паводка в пределах допустимого диапазона, приведенного в § 2.2 и определения того, каковы воздействия на конструкцию сооружений.

5.1 Перемычка

Перемычка используется, пока водонепроницаемость плотины первой очереди, не достигнет отметки гребня перемычки. Согласно графику строительства данный этап продолжается 2 года.

Во время фазы перемычки, СТ1, СТ2 и СТ3 используются в качестве отводящих сооружений.

В следующей таблице представлена максимальная отметка воды для нескольких сценариев: различные конфигурации туннелей и различные уровни паводка.

Поскольку на данном этапе, ёмкость водохранилище ограниченная, смягчение паводка из-за трансформации паводка в водохранилище не учтена. Максимальный ежедневный расход рассмотрен без какого либо смягчения.

	Нормальное условие			Исключительное условие	
	1/50	1/100	1/20	1/50	1/50
Вероятность превышения паводка	1/50	1/100	1/20	1/50	1/50
Возвратный период паводка (годы)	100	200	40	100	100
Макс. Суточный пропуск (м ³ /с)	3850	4100	3450	3850	3850
СТ1 работает	Да	Да	Да	Нет	Да
СТ2 работает	Да	✓ Да	✓ Да	✓ Да	✓ Да
СТ3 работает	✓ Да	✓ Да	✓ Да	✓ Да	Да
Максимальная отметка воды (мнум)	1047.3	1050.4	1044.6	1076.4	1083.7

Таблица 5.1 : Результаты гидравлического расчета– Перемычка

Проверено, что объем, созданный разницей между пиковым и суточным пропуском, может быть сохранен в водохранилище: разница составляет 200 м³/с, т.е. 4,32 км³. Поверхность водохранилища при 1147 мнум составляет 3,1 км²; разница может быть сохранена в 1,4 м.

При нормальном режиме работы, т.е. когда все три туннеля имеются, защита обеспечивается от вероятности превышения 1/50 (паводок с периодом повторяемости в 100 для срока службы в два года) с гребнем перемычки в 1050 мнум,

При нормальном режиме работы, т.е. когда все три туннеля имеются, защита обеспечивается от вероятности превышения 1/20 (паводок с периодом повторяемости в 40 лет для срока службы в два года) с гребнем перемычки в 1047 мнум, Разница между двумя допустимыми уровнями паводка составляет 3 м на гребне перемычки.

Наличие трех туннелей может быть обеспечено соответствующим графиком работ, где туннели восстановлены и завершены до перекрытия реки.

Если СТ3 теряется из-за движений Йонахшского разлома, перемычка с гребнем на отметке 1050 мнум только защищена от пикового пропуска в 3030 м³/с (для этого пропуска уровень воды поднимается до гребня). Этот пропуск соответствует 10 летнему периоду повторяемости паводка. Если произойдет любой паводок по-больше, вода будет переливаться через перемычку, и она разрушится.

5.2 Первая очередь плотины

Первая очередь плотины используется, пока водонепроницаемость основной плотины не достигнет отметки гребня плотины первой очереди.

Во время этой фазы строительства, СТ1, СТ2 и СТ3 используются в качестве отводящих сооружений.

Для каждого варианта исходный уровень воды является на 10 м ниже отметки гребня плотины первой очереди. Трансформация паводка в водохранилище учитывается в пределах этих 10 метров.

В следующей таблице представлена максимальная отметка воды для нескольких сценариев: различные конфигурации туннелей и различный уровень паводка.

	Все тоннели доступны		Один тоннель не работает			
	1/100	1/200	1/100	1/200	1/100	1/200
Вероятность превышения паводка	1/100	1/200	1/100	1/200	1/100	1/200
Уровень паводка (годы)	400	800	400	800	400	800
Макс. Суточный пропуск (м ³ /с)	4400	4700	4400	4700	4400	4700
СТ1 работает	Да	Да	Нет	Нет	Да	Да
СТ2 работает	Да	Да	Да	Да	Да	Да
СТ3 работает	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет
Вода достигла максимальной отметки (мнум)	1100	1100	1100	1101.7	1102.2	1106.4
Максимальный пропуск вниз по течению (м ³ /с)	4400	4700	4400	4600	4220	4300

Таблица 5.2 : Результаты гидравлического расчета – Первая очередь плотины при НПУ 1100 мнум

С отметкой гребня плотины первой очереди в 1110 мнум, защита в значительной степени обеспечена. Даже в случае разрушения СТ3, плотина первой очереди защищена от паводка с периодом повторяемости в 900 лет, то есть вероятность превышения в 1/200 в течение строительного периода

Найденный предел защиты связан с тем, что СТ3 и Первая очередь плотины были спроектированы ИГП для регулирования ВМП.

Те же расчеты выполняются для вариантов плотины первой очереди: с ВУВ = 1065 и 1080 мнум, а отметка гребня при 1075 и 1090 мнум соответственно.

	Все тоннели доступны		Один тоннель не работает				
	1/100	1/200	1/100	1/200	1/100	1/200	1/90
Вероятность превышения паводка	1/100	1/200	1/100	1/200	1/100	1/200	1/90
Уровень паводка (годы)	300	600	300	600	300	600	400
Макс. Суточный пропуск (м ³ /с)	4300	4550	4300	4550	4300	4550	4400
СТ1 работает	Да	Да	Нет	Нет	Да	Да	Да
СТ2 работает	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
СТ3 работает	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет
Вода достигла максимальной отметки (мнум)	1080	1080	1084.1	1088,6	1087,5	1093	1090
Максимальный пропуск вниз по течению (м ³ /с)	4300	4550	4080	4220	3950	4051	3980

Таблица 5.3 : Результаты гидравлического расчета – Первая очередь плотины с НПУ 1080 мнум

	Все тоннели доступны		Один тоннель не работает				
	1/100	1/200	1/100	1/200	1/100	1/200	1/50
Вероятность превышения паводка	1/100	1/200	1/100	1/200	1/100	1/200	1/50
Уровень паводка (годы)	200	400	200	400	200	400	120
Макс. суточный пропуск (м ³ /с)	4100	4400	4100	4400	4100	4400	3960
СТ1 работает	Да	Да	Нет	Нет	Да	Да	Да
СТ2 работает	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
СТ3 работает	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет
Вода достигла максимальной отметки (мнум)	1065	1065	1077.6	1084.1	1078.7	1086.	1075
Максимальный пропуск вниз по течению (м ³ /с)	4100	4400	3875	4080	3765	3925	3680

Таблица 5.4 : Результаты гидравлического расчета – Первая очередь плотины с НПУ 1065 мнум

Для низкой плотины первой очереди, защита по-прежнему в полной мере обеспечивается при нормальном условии от вероятности превышения 1/200.

На данном этапе, проектирование сооружений не подвергаются влиянию выбранного уровня защиты.

В случае разрушения СТ3, первая очередь плотины с отметкой гребня в 1090 мнум по-прежнему защищена от паводка с периодом повторяемости в 400 лет, то есть вероятность превышения в 1/140 в течение строительного периода

В случае разрушения СТ3, первая очередь плотины с отметкой гребня в 1075 мнум по-прежнему защищена от паводка с периодом повторяемости в 120, то есть вероятность превышения в 1/50. Защита от вероятности превышения 1/50 в течение строительного периода.

5.3 Окончательная плотина до завершения

Когда самая высокая отметка ядра окончательной плотины превышает отметку Плотины первой очереди, окончательная плотина обеспечивает защиту от паводка сама.

Для ясности, эта фаза была разделена на 3 этапа:

- Этап А: отвод реки обеспечивается СТЗ и ВССУ 1;
- Этап В: СТЗ больше не используется и заменяется водосбросами верхнего уровня для двух низких вариантов плотины (НПУ = 1255 и 1220 мнум); и ВССУ 2 для высоких вариантов плотины;
- Этап С: этот этап необходим только для более высоких вариантов плотины, он совпадает с периодом, где ВССУ 1 больше не работает и заменяется водосбросами верхнего уровня.

Для каждого варианта и этапа, исходный уровень воды является на 10 м ниже гребня плотины. Трансформация паводка в водохранилище учтен в пределах этих 10 м.

5.3.1 Этап А

5.3.1.1 НПУ+1290 мнум

Когда ядро окончательной плотины превышает отметку Плотины первой очереди, окончательная плотина обеспечивает защиту от паводка сама.

При отметке 1100 мнум, напор в СТ1 и СТ2 составляет 120 и 100 м соответственно. Эти туннели не могут работать с более высокими напорами. Поэтому, другое сооружение должно их заменить.

На следующем рисунке представлена максимальная отметка воды, достигнутая после расчета трансформаций стока в водохранилище для нескольких сценариев (различные конфигурации туннелей, различные уровни паводка) относительно исходного уровня воды в водохранилище (10 м ниже гребня плотины).

Этот тип рисунка будет использоваться несколько раз в нижеследующих пунктах. На горизонтальной оси исходного уровня водохранилища. Каждая кривая представляет максимальную отметку воды, достигнутую водохранилищем в специфичной ситуации (специфичный паводок и специфические конфигурации туннелей) в зависимости от исходного уровня воды.

Когда водохранилище на низком уровне, кривая является ровной. На самом деле, в этом случае исходный напор воды не достаточен, чтобы сбросить максимально паводок, поэтому уровень водохранилища повышается, чтобы достичь достаточной пропускной способности. В этом случае расчет трансформации стока в водохранилище является максимальным.

Когда водохранилище находится на высоком уровне, кривая склоняется к склону 1H/1V. На самом деле, когда исходный уровень водохранилища достаточно высок, пропускная способность туннеля равна или выше, чем максимальный пропуск паводка. В этом случае, нет расчета трансформации стока в водохранилище.

Серая линия представляет собой отметку всегда на 10 м выше исходного уровня воды. Это означает, что, когда максимальная отметка воды выше этой линии, плотина затоплена (красная область)

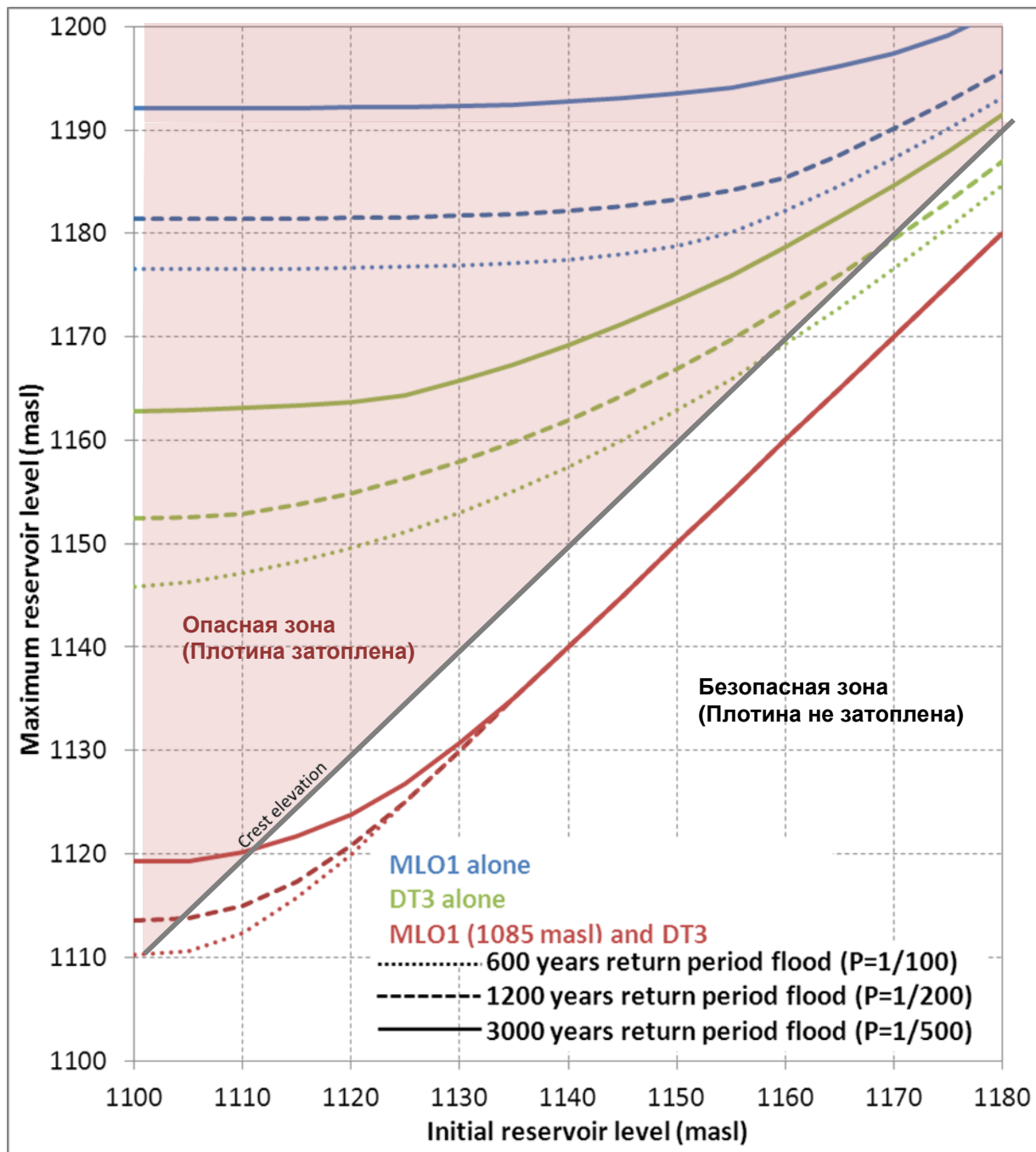


Рисунок 5.1 : Результаты расчета трансформации стока в водохранилище СТ3 и ВССУ1 – НПУ=1290 мнум

При исходной отметке водохранилища в 1115 мнум, напор воды достаточный для СТ3 и ВССУ 1 для отвода паводка с периодом повторяемости в 4000 лет (вероятность превышения в 1/500) без затопления плотины (предполагая надводный борт в 10м).

При исходной отметке водохранилища в 1110 мнум, напор воды достаточный для СТ3 и ВССУ 1 для отвода паводка с периодом повторяемости в 1600 лет (вероятность превышения в 1/200) без затопления плотины (предполагая надводный борт в 10м).

При исходной отметке водохранилища в 1105 мнум, напор воды достаточный для СТ3 и ВССУ 1 для отвода паводка с периодом повторяемости в 800 лет (вероятность превышения в 1/100) без затопления плотины (предполагая надводный борт в 10м).

Это означает, что до отметки водохранилища в 1115, 1110 и 1105 мнум, СТ1 и СТ2 должны быть доступны в случае паводка с периодом повторяемости в 4000, 1600 и 800 лет. В таком случае, напор воды в СТ1 и СТ2 составит 125, 120 и 115 м соответственно, в зависимости от выбранного уровня защиты. Оба являются приемлемыми в соответствии с критерием проектирования.

Выше этих отметок, при нормальном режиме работы, когда два туннеля доступны (ВССУ 1 и СТ3), защита от паводка обеспечивается за 1/500, 1/200 и 1/100 вероятности превышения. На самом деле, отметка водохранилища не поднимется выше гребня.

На данном этапе, характеристики сооружений (размер, количества, и расположение) не подвергаются влиянию выбранного уровня защиты.

Если один из двух туннелей вышел из строя, защита не обеспечивается больше: уровень водохранилища будет расти на 30-60 метров в зависимости от сценария.

5.3.1.2 НПУ=1255 мнум

Тот же анализ выполнен для вариантов плотины НПУ = 1255 мнум. На следующем рисунке представлена достигнутая максимальная отметка воды после расчета трансформации стока в водохранилище для нескольких сценариев (различные конфигурации туннелей, различный уровень паводка) относительно исходного уровня воды в водохранилище.

При исходной отметке водохранилища в 1110 мнум, напор воды достаточный для СТ3 и ВССУ 1 для отвода паводка с периодом повторяемости в 2500 лет (вероятность превышения 1/500), без превышения плотины (предполагая надводный борт в 10 м).

При исходной отметке водохранилища в 1105 мнум, напор воды достаточный для СТ3 и ВССУ 1 для отвода паводка с периодом повторяемости в 1000 лет (вероятность превышения 1/200) без превышения плотины (предполагая надводный борт в 10 м).

При исходной отметке водохранилища в 1100 мнум, напор воды достаточный для СТ3 и ВССУ 1 для отвода паводка с периодом повторяемости в 500 лет (вероятность превышения 1/100) без превышения плотины (предполагая надводный борт в 10 м).

Это означает, что до отметки водохранилища в 1110, 1105 и 1100 мнум, СТ1 и СТ2 должны быть доступны в случае паводка с периодом повторяемости в 2500, 1000 и 500

лет. В таком случае, напор воды в СТ1 и СТ2 составит 120, 115, и 110 м соответственно, в зависимости от выбранного уровня защиты. Оба являются приемлемыми в соответствии с критерием проектирования.

Выше этих отметок, при нормальном режиме работы, когда два туннеля доступны (ВССУ 1 и СТ3), защита от паводка обеспечивается для 1/500, 1/200 и 1/100 вероятности превышения. На самом деле, отметка водохранилища не поднимется выше гребня.

На данном этапе, характеристики сооружений (размер, количества, и расположение) не подвергаются влиянию выбранного уровня защиты.

Если один из двух туннелей вышел из строя, защита не обеспечивается больше: уровень водохранилища будет расти на 30-60 метров в зависимости от сценария.

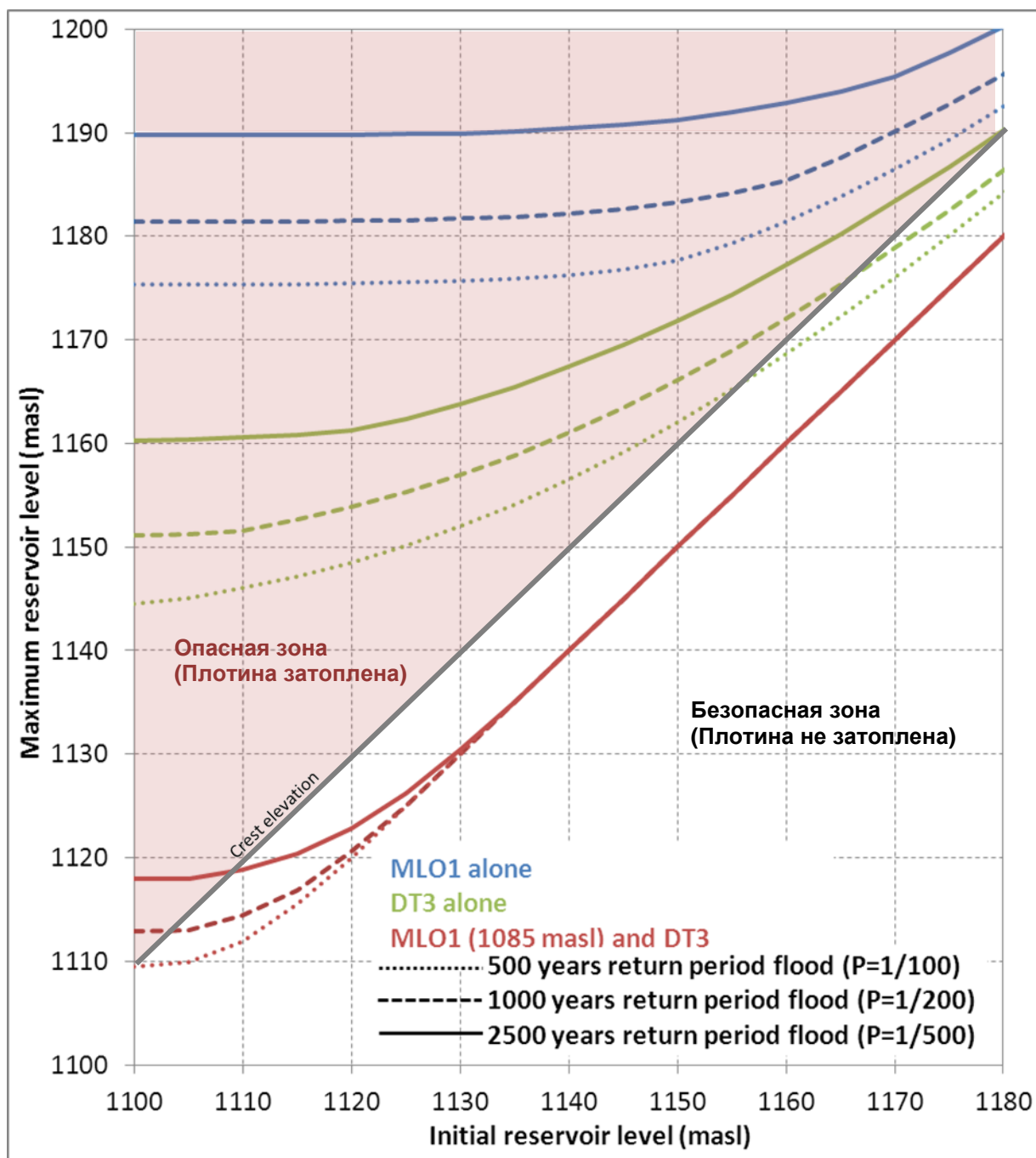


Рисунок 5.2 : Результаты расчета трансформации стока в водохранилище СТ3 и ВССУ1 – НПУ=1255 мнум

5.3.1.3 НПУ=1220 мнум

Тот же анализ выполнен для вариантов плотины НПУ = 1255 мнум. На следующем рисунке представлена достигнутая максимальная отметка воды после расчета трансформации стока в водохранилище для нескольких сценариев (различные конфигурации туннелей, различный уровень паводка) относительно исходного уровня воды в водохранилище.

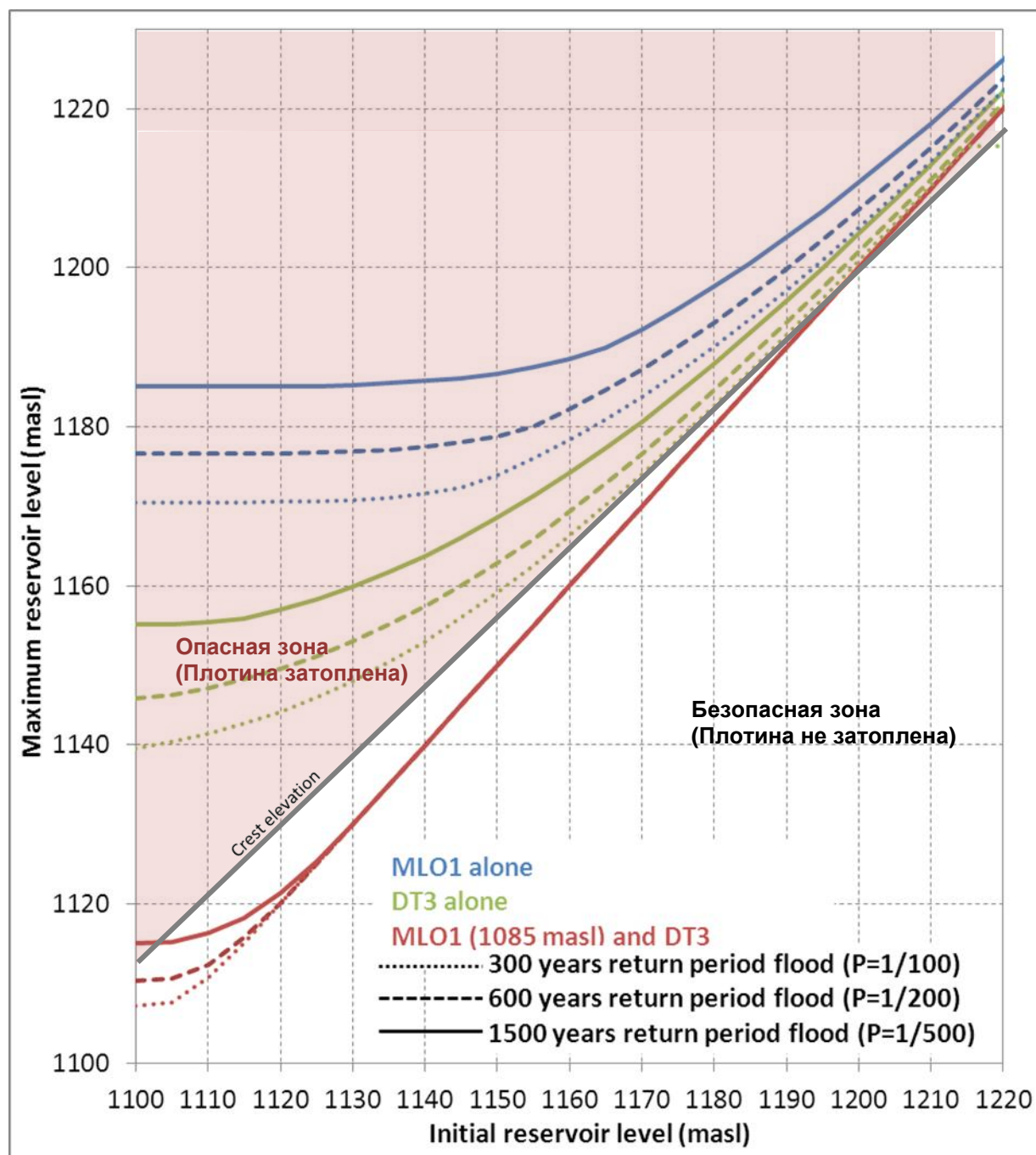


Рисунок 5.3 : Результаты расчета трансформации стока в водохранилище СТ3 и ВССУ1 – НПУ=1220 мнум

При исходной отметке водохранилища в 1110 мнум, напор воды достаточный для СТ3 и ВССУ1 для отвода паводка с периодом повторяемости в 1750 лет (вероятность превышения 1/500) без превышения плотины (предполагая надводный борт в 10 м).

При исходной отметке водохранилища в 1105 мнум, напор воды достаточный для СТ3 и ВССУ1 для отвода паводка с периодом повторяемости в 600 лет (вероятность превышения 1/200) без превышения плотины (предполагая надводный борт в 10 м).

При исходной отметке водохранилища в 1100 мнум, напор воды достаточный для СТ3 и ВССУ1 для отвода паводка с периодом повторяемости в 300 лет (вероятность превышения 1/100) без превышения плотины (предполагая надводный борт в 10 м).

Это означает, что до отметки водохранилища в 1110, 1105 и 1100 мнум, СТ1 и СТ2 должны быть доступны в случае паводка с периодом повторяемости 1500, 600 и 300 лет. В таком случае, напор воды в СТ1 и СТ2 будет 120, 115 и 110 м соответственно, в зависимости от выбранного уровня защиты. Оба являются приемлемыми в соответствии с критериями проектирования.

Выше этих отметок, при нормальном режиме работы, когда два туннеля доступны (ВССУ1 и СТ3), защита от паводка обеспечивается для 1/500, 1/200 и 1/100 вероятности превышения. На самом деле, отметка водохранилища не поднимется выше гребня.

На данном этапе, характеристики сооружений (размер, количества, и расположение) не подвергаются влиянию выбранного уровня защиты.

Если один из двух туннелей вышел из строя, защита не обеспечивается больше: уровень водохранилища будет расти на 30-60 метров в зависимости от сценария.

5.3.2 Этап Б

Отметка порога СТ3 составляет 1035 мнум, согласно созданному критерию, он должен прекратить работу когда отметка воды составляет 1155 мнум. Поэтому, другое сооружение должно заменить его при этой отметке.

Для более высокого варианта (НПУ = 1290 мнум), необходим ВССУ 2.

Для самого низкого варианта (НПУ = 1220 мнум), туннели также необходимы на данной отметке, но они могут быть постоянными водосбросами, а не только временными сооружениями. Они будут около 90 метров ниже НПУ, который допустим согласно критерию проектирования.

Для промежуточного варианта (НПУ = 1255 мнум), туннели также необходимы при данной отметке. Для облегчения переключения между СТ3 и постоянными водосбросами, один установлен на отметке 1145 мнум и два других на отметке 1165 мнум.

5.3.2.1 НПУ=1290 мнум

Для данного варианта необходимо ВССУ 2.

На следующем рисунке представлена достигнутая максимальная отметка воды после трансформации стока в водохранилище для нескольких сценариев (различные конфигурации туннелей, различный уровень паводка) относительно исходного уровня воды в водохранилище.

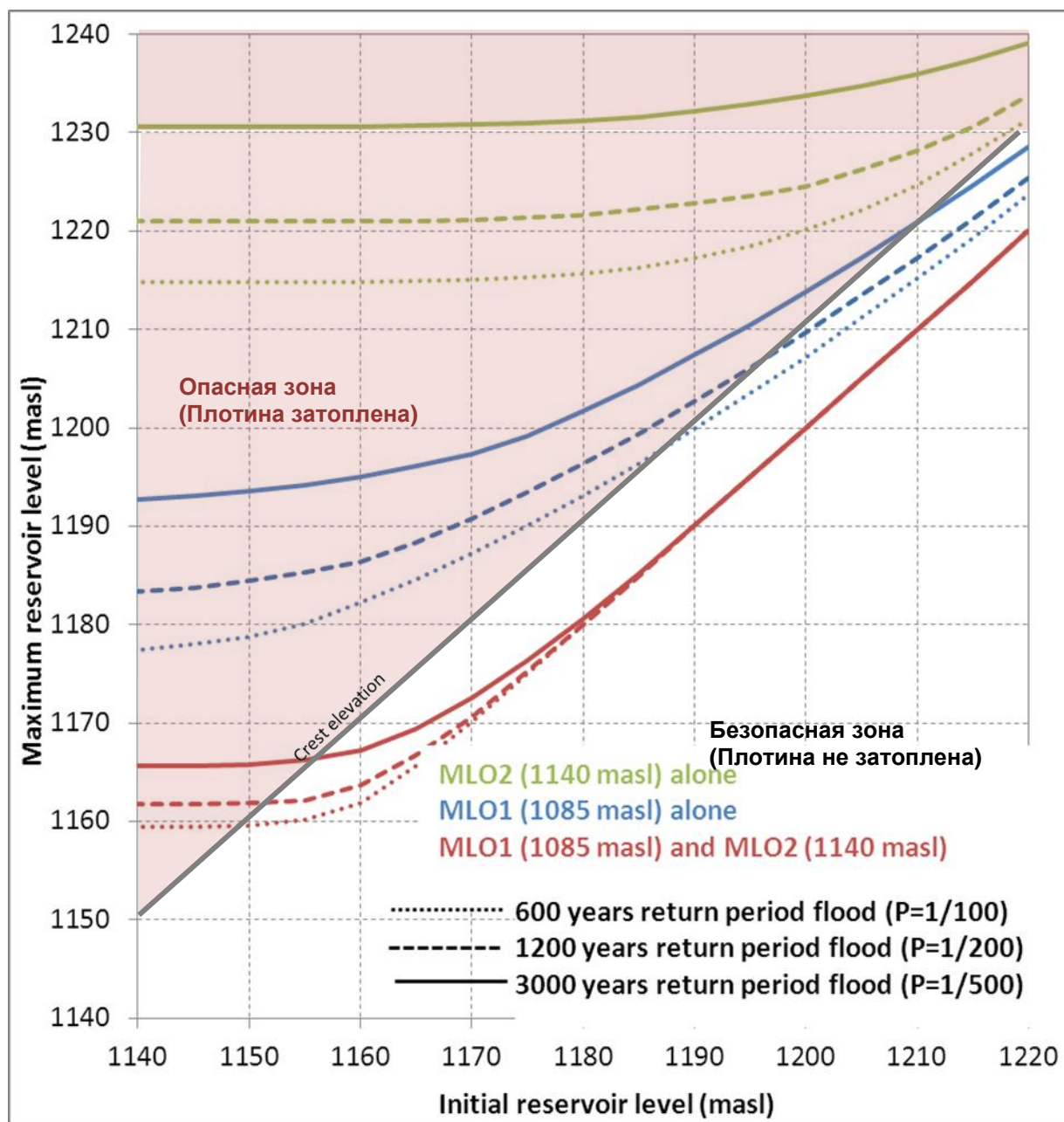


Рисунок 5.4 : Результаты расчета трансформации стока в водохранилище –Этап Б – НПУ=1290 мнум

При исходной отметке водохранилища 1160 мнум, напор воды достаточный для ВССУ1 и ВССУ2 для отвода паводка с периодом повторяемости в 3000 лет (вероятность превышения 1/500) без затопления плотины (предполагая надводный борт в 10 м).

При исходной отметке водохранилища в 1155 мнум, напор воды достаточный для ВССУ1 и ВССУ2 для отвода паводка с периодом повторяемости в 1200 лет (вероятность превышения 1/200) без превышения плотины (предполагая надводный борт в 10 м).

При исходной отметке водохранилища в 1152.5 мнум, напор воды достаточный для ВССУ1 и ВССУ2 для отвода паводка с периодом повторяемости в 600 лет

(Вероятность превышения 1/100), без затопления плотины (предполагая надводный борт в 10 м).

Это означает, что до отметки водохранилища в 1160, 1155 и 1152.5 мнум, СТЗ должен быть доступен в случае паводка с периодом повторяемости в 3000, 1200 и 600 лет. В таком случае, напор воды в СТЗ составит 125, 120 и 117,5 м соответственно, в зависимости от выбранного уровня защиты. Оба являются приемлемыми в соответствии с критерием проектирования.

Выше этих отметок, при нормальном режиме работы, когда два туннеля доступны (ВССУ1 и ВССУ2), защита от паводка обеспечивается для 1/500, 1/200 и 1/100 вероятности превышения от 1160 мнум и выше. На самом деле, отметка водохранилища не поднимется выше гребня.

На данном этапе, характеристики сооружений (размер, количества, и расположение) не подвергаются влиянию выбранного уровня защиты.

Если один из двух туннелей вышел из строя, защита не обеспечивается больше: уровень водохранилища будет расти на 15-40 метров в зависимости от сценария.

5.3.2.2 НПУ = 1255 мнум

Для данного варианта нет необходимости ВССУ2. Водоприемник верхнего уровня (ВСВУ1), установленный на отм. 1145 мнум обеспечивает часть отвода когда СТЗ закрыт.

На следующем рисунке представлена достигнутая максимальная отметка воды после трансформации стока в водохранилище для нескольких сценариев (различные конфигурации туннелей, различный уровень паводка) относительно исходного уровня воды в водохранилище.

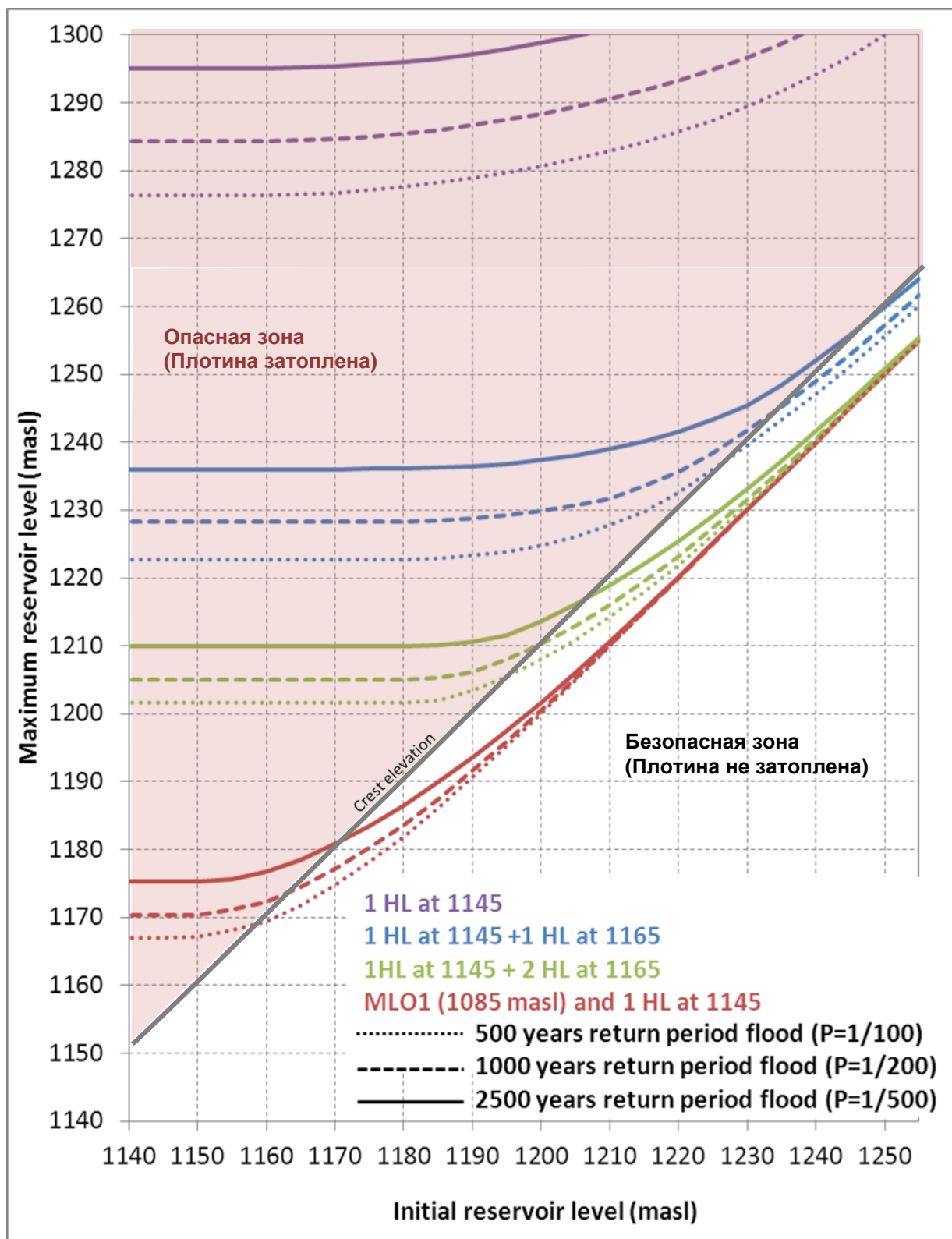


Рисунок 5.5 : Результаты расчета трансформации стока в водохранилище – Этап Б- НПУ =1255 мнум

При отметке водохранилища в 1175 мнум, напор воды достаточный для ВССУ1 и ВСВУ1 для пропуска паводка с периодом повторяемости в 2500 лет, предполагая надводный борт в 10 м.

При отметке водохранилища в 1170 мнум, напор воды достаточный для ВССУ1 и ВСВУ1 для пропуска паводка с периодом повторяемости в 1000 лет, предполагая надводный борт в 10 м.

При отметке водохранилища в 1165 мнум, напор воды достаточный для ВССУ1 и ВСВУ1 для пропуска паводка с периодом повторяемости в 500 лет, предполагая надводный борт в 10 м.

Это означает, что до отметки водохранилища в 1175, 1170 и 1165 мнум, СТЗ должен быть доступен в случае паводка с периодом повторяемости в 2500, 1000 и 500 лет. В таком случае, напор воды в СТЗ составит 140 м, 135 м и 130 м соответственно. Это приемлемо, поскольку это временное и чрезвычайное условие.

Выше этих отметок, при нормальном режиме работы, когда два туннеля доступны (ВССУ1 и ВССУ2), защита от паводка обеспечивается для 1/100, 1/200 и 1/500 вероятности превышения. На самом деле, отметка водохранилища не поднимется выше гребня.

На данном этапе, характеристики сооружений (размер, количества, и расположение) не подвергаются влиянию выбранного уровня защиты.

В случае разрушения ВССУ1, уровень водохранилища может подняться на 100 м в случае паводка с периодом повторяемости в 500 и 2500 лет.

Необходимо отметить, что даже, если доступны 2 верхних туннеля, разрушение ВССУ1 приведет к росту на 50 м в водохранилище и росту на 25 м, если доступны 3 верхних туннеля.

При отметке водохранилища в 1210 мнум, напор воды достаточный для ВСВУ1, ВСВУ2 и ВСВУ3 для отвода паводка с периодом повторяемости в 2500 лет, предполагая надводный борт в 10 м.

При отметке водохранилища в 1205 мнум, напор воды достаточный для ВСВУ1, ВСВУ2 и ВСВУ3 для отвода паводка с периодом повторяемости в 1000 лет, предполагая надводный борт в 10 м.

При отметке водохранилища в 1205 мнум, напор воды достаточный для ВСВУ1, ВСВУ2 и ВСВУ3 для отвода паводка с периодом повторяемости в 500 лет, предполагая надводный борт в 10 м.

Это означает, что до отметки водохранилища в 1210, 1205 и 1200 мнум, ВССУ1 тогда должен быть доступен в случае паводка с периодом повторяемости в 2500, 1000 и 500 лет соответственно. В таком случае, напор воды в ВССУ1 составит 125, соответственно 120 м и 115 м. Это приемлемо согласно критерию проектирования.

Выше этих отметок, при нормальном режиме работы, когда три туннеля доступны (ВСВУ1, ВСВУ2 и ВСВУ3), защита от паводка обеспечивается для 1/100, 1/200 и 1/500 вероятности превышения. На самом деле, отметка водохранилища не поднимется выше гребня.

Если доступны только ВСВУ1 и ВСВУ2, должен быть доступен ВССУ1 пока отметка водохранилища не достигнет 1250 мнум, т.е. напор в 165 м. Согласно критерию

проектирования, это не допустимо. Поэтому, 3 верхних водосбросных туннелей необходимы для обеспечения защиты 1/100, 1/200 или 1/500 в конце строительства.

На данном этапе, характеристики сооружений (размер, количества, и расположение) не подвергаются влиянию выбранного уровня защиты.

5.3.2.3 НПУ = 1220 мнум

Для данного варианта нет необходимости ВССУ2. Водосбросное сооружение верхнего уровня №1 (ВСВУ1), установленное на отм. 1140 мнум обеспечивает часть отвода когда СТЗ закрыт.

На следующем рисунке представлена достигнутая максимальная отметка воды после трансформации стока в водохранилище для нескольких сценариев (различные конфигурации туннелей, различный уровень паводка) относительно исходного уровня воды в водохранилище.

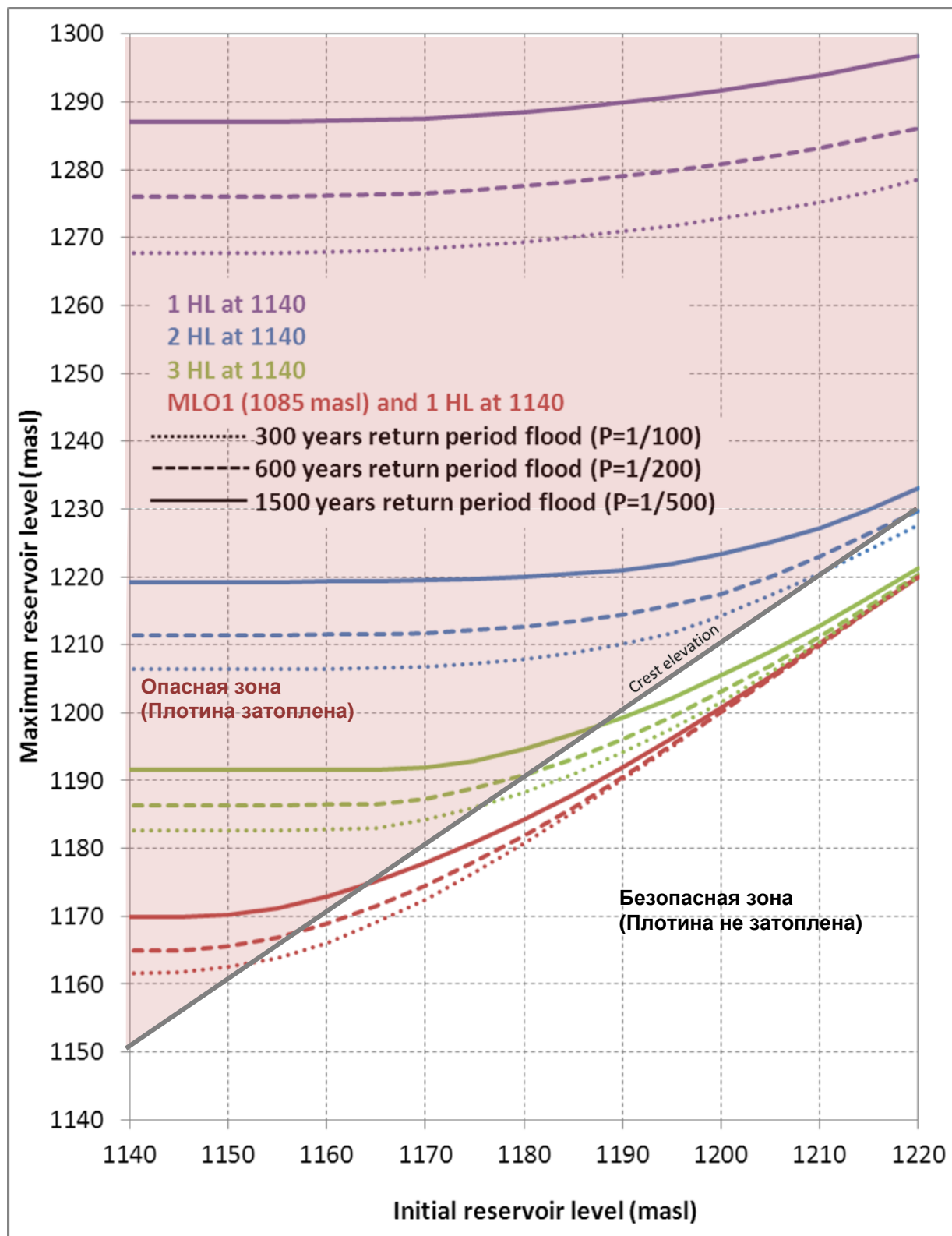


Рисунок 5.6 : Результаты расчета трансформации стока в водохранилище – Этап Б-НПУ=1220 мнум

При отметке водохранилища в 1170 мнум, напор воды достаточный для ВССУ1 и ВСВУ1 для пропуска паводка с периодом повторяемости в 1500 лет, предполагая

надводный борт в 10 м. При отметке водохранилища в 1165 мнум, напор воды достаточный для ВССУ1 и ВСВУ1 для пропуска паводка с периодом повторяемости в 600 лет, предполагая надводный борт в 10 м. И при отметке водохранилища в 1155 мнум, напор воды достаточный для ВССУ1 и ВСВУ1 для пропуска паводка с периодом повторяемости в 300 лет, предполагая надводный борт в 10 м.

Это означает, что до отметки водохранилища в 1170, мнум, 1165 и 1155 мнум, СТЗ должен быть доступен в случае паводка с периодом повторяемости в 1500, 600 и 300 лет соответственно. В таком случае, напор воды в СТЗ составит 135м, соответственно 130 м и 120 м. Оба приемлемы, поскольку это временное и чрезвычайное условие.

Выше этих отметок и до завершения плотины, при нормальном режиме работы, ВССУ1 и ВСВУ1 способны обеспечить защиту от вероятности превышения случая в 1/500, 1/200 или 1/100.

На данном этапе, характеристики сооружений (размер, количества, и расположение) не подвергаются влиянию выбранного уровня защиты.

В случае разрушения ВССУ1 (зона поперечного сдвига), остается только один верхний водосбросной туннель и уровень водохранилища поднимается на 100 м. Необходимо отметить, что если даже доступны 2 высоких водосбросов, уровень воды поднимается на 40 м. Для полной компенсации потери ВССУ1, необходимы 3 ВСВУ уровень водохранилища в 1195 мнум.

Если можно избежать риска разрушения ВССУ1, только необходим 1 верхний водосбросной туннель для отвода во время строительства.

5.3.3 Этап С

Этот этап необходим только для самого высокого варианта (НПУ = 1290 мнум), а два других уже работают с их окончательными водосбросами.

Водоприемники верхнего уровня 1 и 2 (ВСВУ1 и ВСВУ2), установленные на отметке 1190 мнум обеспечивают часть отвода когда, сначала закрыт ВССУ1, а затем когда закрыт ВССУ2.

На следующем рисунке представлена достигнутая максимальная отметка воды после расчета трансформации стока в водохранилище для нескольких сценариев (различные конфигурации туннелей, различный уровень паводка) относительно исходного уровня воды в водохранилище.

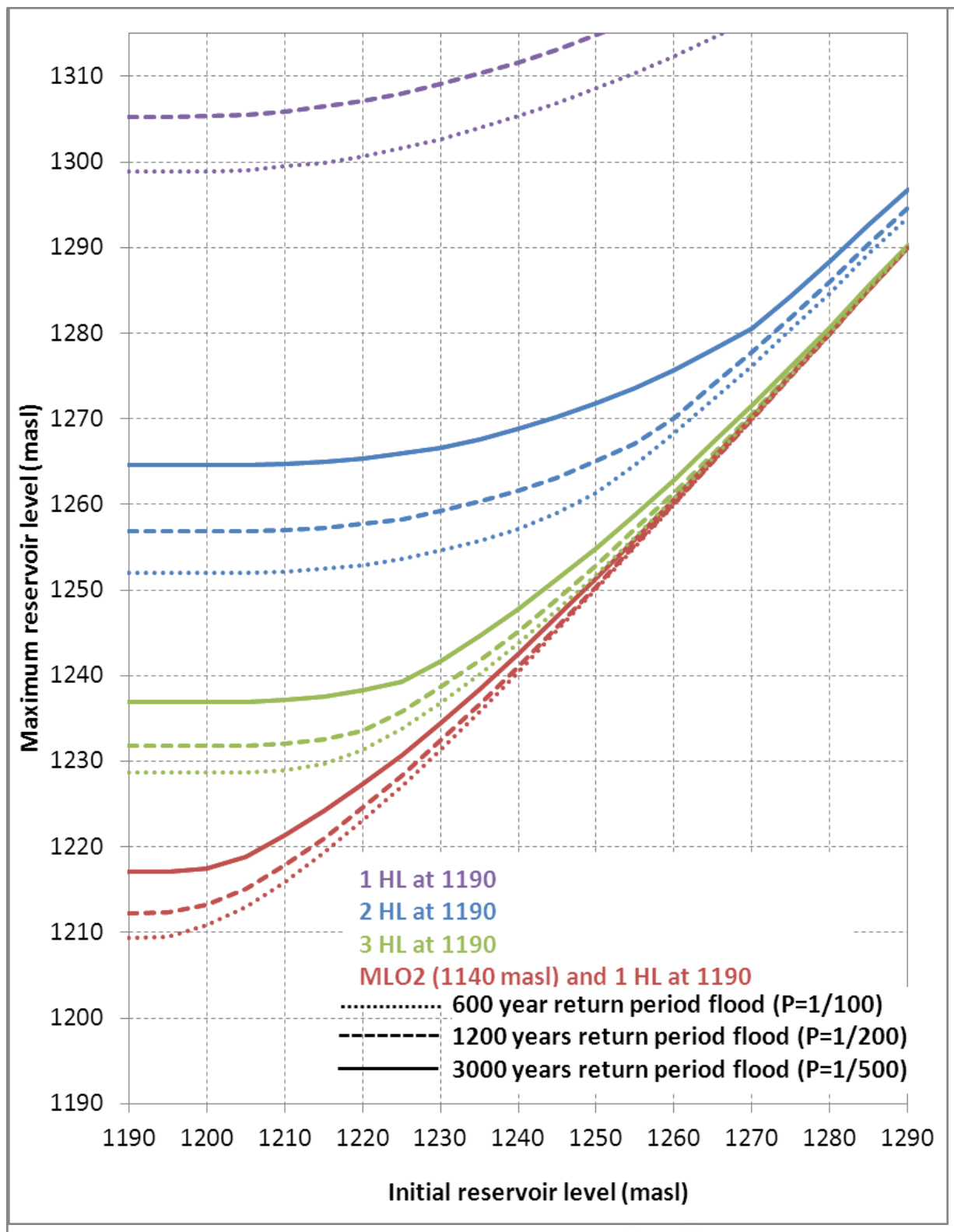


Рисунок 5.7 : Результаты расчета трансформации стока в водохранилище – Этап В НПУ =1290 мнум

При отметке водохранилища в 1220 мнум, напор воды достаточный для ВССУ2 и ВСВУ1 для пропуска паводка с периодом повторяемости в 3000 лет, предполагая

надводный борт в 10 м. При отметке водохранилища в 1215 мнум, напор воды достаточный для ВССУ2 и ВСБУ1 для пропуска паводка с периодом повторяемости в 1200 лет, предполагая надводный борт в 10 м. При отметке водохранилища в 1210 мнум, напор воды достаточный для ВССУ2 и ВСБУ1 для пропуска паводка с периодом повторяемости в 600 лет, предполагая надводный борт в 10 м.

Это означает, что до отметки водохранилища в 1220, мнум 1215 и 1210 мнум, ВССУ1 должен быть доступен в случае паводка с периодом повторяемости в 4000, 1600 и 800 лет соответственно. В таком случае, напор воды в ВССУ1 составит 135м, соответственно 130 м и 125 м. Оба приемлемы, поскольку это временная и чрезвычайная ситуация.

Выше этих отметок, при нормальном режиме работы, ВССУ2 и ВСБУ1 способны обеспечить защиту от вероятности превышения в 1/100, 1/200 и 1/500.

На данном этапе, характеристики сооружений (размер, количества, и расположение) не подвергаются влиянию выбранного уровня защиты.

Тогда, при отметке водохранилища 1260 мнум, напор воды достаточный для ВСБУ1 и ВСБУ2 для пропуска паводка с периодом повторяемости в 600 лет, предполагая надводный борт в 10 м.

И при отметке водохранилища 1270 мнум, напор воды достаточный для ВСБУ1 и ВСБУ2 для пропуска паводка с периодом повторяемости в 1200 лет, предполагая надводный борт в 10 м.

И при отметке водохранилища 1280 мнум, напор воды достаточный для ВСБУ1 и ВСБУ2 для пропуска паводка с периодом повторяемости в 3000 лет, предполагая надводный борт в 10 м.

Это означает, что до отметки водохранилища в 1260, мнум, 1270 и 1280 мнум, ВССУ2 должен быть доступен в случае паводка с периодом повторяемости в 600, 1200 и 3000 лет соответственно. В таком случае, напор воды в ВССУ2 составит 120м, соответственно 130 м и 140 м. Это приемлемо, поскольку это временная и чрезвычайная ситуация.

Выше этих отметок и до завершения плотины, при нормальном режиме работы, ВСБУ1 и ВСБУ2 способны обеспечить от вероятности превышения в 1/100, 1/200 и 1/500.

5.4 Анализ чувствительности по допустимому максимальному напору в туннели

Тот же анализ, как и в предыдущем пункте, осуществляется с критерием напора в 150 м, как максимальный приемлемый напор воды в новых туннелях (ВССУ1, ВССУ2 и различные ВСБУ).

Отметка ВССУ1 не меняется, так как это зависит от максимального напора воды СТ1 и СТ2, он остается на отметке 1085 мнум.

Отметка ВСВУ может быть изменена: для варианта плотины при НПУ = 1290 мнум, они могут быть установлены на 1145 мнум, для варианта плотины НПУ = 1255 мнум, они могут быть установлены на отметке 1110 мнум, а для варианта плотины при НПУ1220 мнум, они могут быть установлены на отметке 1075 мнум.

Последовательность отводящих сооружений тогда следующая:

- Для НПУ = 1290 мнум: до отметки воды 1115 мнум, отвод паводка обеспечивается СТ1 + + СТ2+СТ3. Между 1115 и 1175 мнум, используются СТ3 и ВССУ1, между 1175 и 1250 мнум, ВССУ1 и 1 ВСВУ могут справиться с отводом паводка (при 1250 мнум исключительный напор на ВССУ1 составляет 165 м) и, наконец, выше 1250 мнум, 2 ВСВУ обеспечили отвод реки.
- Для НПУ = 1255 мнум: до отметки воды 1115 мнум, отвод паводка обеспечивается СТ1 + + СТ2+СТ3. Между 1115 и 1170 мнум, используются СТ3 и ВССУ1, между 1170 и 1230 мнум мнум, ВССУ1 и 1 ВСВУ могут справиться с отводом паводка и, наконец, выше 1230 мнум, 2 ВСВУ обеспечили отвод реки.
- Для НПУ = 1220 мнум: до отметки воды 1110 мнум, отвод паводка обеспечивается СТ1 + + СТ2 СТ3. Между 1110 и 1205 мнум, используются СТ3 и 2 ВСВУ (при 1205 мнум исключительный напор на СТ3 составляет 170 м), и, наконец, выше 1205 мнум, 2 ВСВУ обеспечили отвод реки.

По сравнению с предыдущим анализом:

- для самого высокого варианта плотины, ВССУ2 не требуется (87 млн. долларов США сэкономлено);
- для среднего варианта, 1 ВСВУ не требуется (60 млн. долларов США сэкономлено);
- Для самого низкого варианта, ВССУ1 заменен одним ВСВУ, которая является туннелю с меньшим диаметром (60 млн. долларов США сэкономлено).

От 60 до 87 млн. долл. США, что составляет лишь 1,5% от общей стоимости Рогунской ГЭС, может быть сохранен с учетом напора воды в 150 м вместо 120 м.

Экономия весьма ограничена по сравнению с увеличением риска:

- рабочие осложнения в связи с напором в постоянных водосбросах (ВСВУ);
- большая зависимость от СТ3, который пересекает Йонахшский разлом.

Таким образом, Консультант рекомендует продолжать рассмотрения 120 м в качестве критерия проектирования в этом технико-экономическом обосновании. Оптимизация схемы будет проведена в любом случае в дальнейшем этапе исследования.

6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов расчета, подробно описанного в предыдущем пункте, выводы по управлению строительным паводком представлены ниже для каждой фазы.

6.1 Перемычка

С перемычкой на отметке 1050 мнум, и работающими СТ1, СТ2, СТ3, уровень защиты в 1/100, т.е. с периодом повторяемости в 100 лет. И с перемычкой на отметке 1047 мнум, обеспечивается защита от вероятности превышения в 1/50.

Эти 3 метра заполняющего материала, должны быть добавлены на гребень перемычки для достижения более высокого уровня защиты, будут в любом случае помещены в плотине, а перемычка встроена в Плотине плотины первой очереди и окончательной плотине. Таким образом, защита перемычки от вероятности превышения 1/100 вместо 1/50 не приводит ни к каким дополнительным затратам.

Кроме того, эти 3 метра заполняющего материала не изменят период строительства для перемычки.

Учитывая все вышесказанное, строительный паводок, рассчитанный для перемычки, является паводком с периодом повторяемости в 100 лет, то есть вероятность превышения в 1/100. Отметка гребня перемычки тогда составляет 1050 мнум. Строительный паводок тогда сбрасывается через СТ1, СТ2 и СТ3.

Было доведено до внимания Консультанта, что ИГП разработала новые кривые расходов для СТ1 и СТ2, позволяя немного больше пропуска. Если это улучшение оказывается эффективным, небольшое снижение отметки гребня перемычки можно предвидеть на Фазе 3.

Перемычка нижнего бьефа данной фазы является перемычкой НБ 1; соответствующая кривая расходов является «участок 2». Для рассматриваемого строительного паводка (с периодом повторяемости паводка в 100 лет), отметка воды составляет 992,7 мнум, и, следовательно, **гребень перемычки нижнего бьефа будет 994 мнум.**

Если СТ3 вышел из строя из-за поперечного сдвига Йонахшского разлома, перемычка будет защищена только от паводка с периодом повторяемости в 10 лет (вероятность превышения 1/5). В случае более большого паводка, перемычка будут перелита. Таким образом, разрушение СТ3, скорее всего, приведет к разрушению перемычки. Это разрушение будет сброшено в Нуреке, так как объем водохранилища перемычки ограничен (примерно 55 м³) и представляет собой 50 см Нурекского водохранилища.

Случай ко-сейсмического смещения в течение двух годов срока службы перемычки в дополнение к паводку выше, чем паводок с периодом повторяемости в 10 лет, маловероятен. И последствием будет разрушить перемычку и все идущие сооружения позади, но не будет иметь никаких последствий ниже Нурека. Это рассматривается Консультантом как приемлемый риск.

6.2 Первая очередь плотины

Если все туннели доступны (СТ1, СТ2, СТ3), плотина первой очереди в своих трех вариантах защищена от вероятности превышения в 1/100 и 1/200.

Нет никакой разницы по проектированию сооружений, если вероятность превышения ограничена до 1/100 или 1/200.

Строительный паводок, рассматриваемый для плотины первой очереди, является паводком с вероятностью превышения в 1/100. Это соответствует паводку с периодом повторяемости в 400 лет для плотины первой очереди при отметке 1110 мнум, паводку с периодом повторяемости в 300 лет для плотины первой очереди при 1090 мнум, и паводку с периодом повторяемости в 200 лет для плотины первой очереди при 1075 мнум. Те, строительные паводки сбрасываются с СТ1, СТ2 и СТ3.

Перемычка нижнего бьефа данной фазы является вторым; соответствующей кривой расходов является "участок 1". Для рассматриваемого строительного паводка, отметка воды составляет 984,2 мнум, и, следовательно, **гребень перемычки нижнего бьефа будет 986 мнум.**

Если СТ1, СТ2 или СТ3 вышли из строя, защита по-прежнему обеспечена самой высокой плотины первой очереди. Для двух нижних, массивные переполнения были бы ожидаемы в случае вероятности превышения паводка в 1/100.

Тем не менее, в случае разрушения СТ3, Первая очередь плотины с гребнем в 1090 мнум по-прежнему защищена от паводка с периодом повторяемости в 400 лет, (вероятность превышения в 1/140), что является приемлемым, поскольку это исключительная ситуация: сочетание двух редких событий.

Для плотины первой очереди с гребнем в 1075 мнум, а в случае разрушения СТ3, плотина по-прежнему защищена от паводка с периодом повторяемости в 120 лет (вероятность превышения в 1/40). Это не приемлема и следовательно для данного варианта гребень надежной отметки в 4 м должна быть спроектирована для обеспечения защиты от случая с вероятностью превышения в 1/50.

6.3 До завершения окончательной плотины

Расчет, выполненный в предыдущем пункте показывает, что в условиях нормальной эксплуатации предлагаемые отводящие сооружения обеспечивают защиту от вероятности превышения в 1/100, 1/200 и 1/500 для всех вариантов и всех этапов строительства.

Единственное различие между тремя уровнями защиты является то, что туннели, должны быть в состоянии обрабатывать различные напоры воды в максимальном диапазоне в 20 м. Это не значительная разница проектирования. **Таким образом, рассматриваемый строительный паводок для последнего периода строительства имеет вероятность превышения в 1/200.** Это соответствует паводку с периодом повторяемости в 600 лет для вариантов плотины при НПУ = 1220 мнум, паводок с периодом повторяемости в 1000 лет, для вариантов плотины при НПУ = 1255 мнум и паводок с периодом повторяемости в 1200 лет для вариантов плотины при НПУ = 1290 мнум.

От отметки воды в 1100 мнум, строительный паводок сбрасывается благодаря сбросам СТ3 и ВССУ1.

Для варианта плотины выше (1290 мнум), СТ3 отключен на отметке воды в 1160 мнум. От 1160 мнум до 1215 мнум, строительный паводок сбрасывается через ВССУ1 и ВССУ2. От 1215 мнум до 1270 мнум, строительный паводок сбрасывается ВССУ2 и ВСВУ1. Выше 1270 мнум и до завершения плотины, строительный паводок сбрасывается через ВСВУ1 и ВСВУ2.

Для среднего варианта плотины (1255 мнум), СТЗ отключен на отметке воды 1170 мнум. От 1170 мнум до 1210 мнум, строительный паводок сбрасывается через ВССУ1 и ВСВУ1. Выше 1210 мнум и до завершения плотины, строительный паводок сбрасывается через ВСВУ1, ВСВУ2 и ВСВУ3.

Для низкого варианта плотины (1220 мнум), СТЗ отключен на отметке воды 1165 мнум. От 1165 мнум до завершения плотины, строительный паводок сбрасывается через ВССУ1 и ВСВУ1.

Перемычка нижнего бьефа данной фазы является перемычкой НБ 2, соответствующей кривой расходов является "Раздел 1". Для рассматриваемого строительного паводка (паводка с периодом повторяемости в 700, 1000 или 1600 лет в зависимости от варианта), отметка воды составляет 984,4 мнум, 984,5 мнум, или 984,6 мнум в зависимости от варианта, и, следовательно, **гребень перемычки нижнего бьефа будет 986 мнум.**

В случае ко-сейсмического движения Йонахшского разлома, туннели СТЗ и ВССУ1 могут быть отключены.

Риск разрушения ВССУ1 можно избежать путем разработки специфического водоприемника, который не пересекает Йонахшский разлом: туннель входит в берега ниже разлома, и водовод, который пересекает плотину, выталкивает поток из водохранилища в туннель (см. чертеж № 40 114). Внутреннее сечение водовода имеет форму D, 18 м в диаметре, с более низкими фасками и будет разработан таким образом, чтобы противостоять максимальному заполнению плотины выше его кровли (около 35 м) и сильным сейсмическим воздействиям. Сооружение разделено на сегменты длиной около 25-30 м, первая из которых лежит на Йонахшском разломе. В случае смещении разлома, сегмент также может быть смещен как по отношению к портала туннели, надлежаще входящий в правый берег, так и в отношении прилегающего сегмента выше него, выпираясь из разлома, но не разрушится и гидравлическая связь между впуском и надлежащим порталом туннели будет сохранен.

Не существует никакой осуществимой схемы, чтобы избежать пересечения Йонахшского разлома с СТЗ. Некоторые меры по смягчению могут быть введены на участке разлома, чтобы столкнуться, по крайней мере, с эффектом ползучести и перемещений умеренного объекта (см. отчет по геотехнике и отчет по гидротехническим тоннелям). Вероятность иметь и большой паводок, и важный сейсмический случай может вызвать разрушение СТЗ в течение срока службы СТЗ, ограничен. Этот риск считается приемлемым Консультантом.

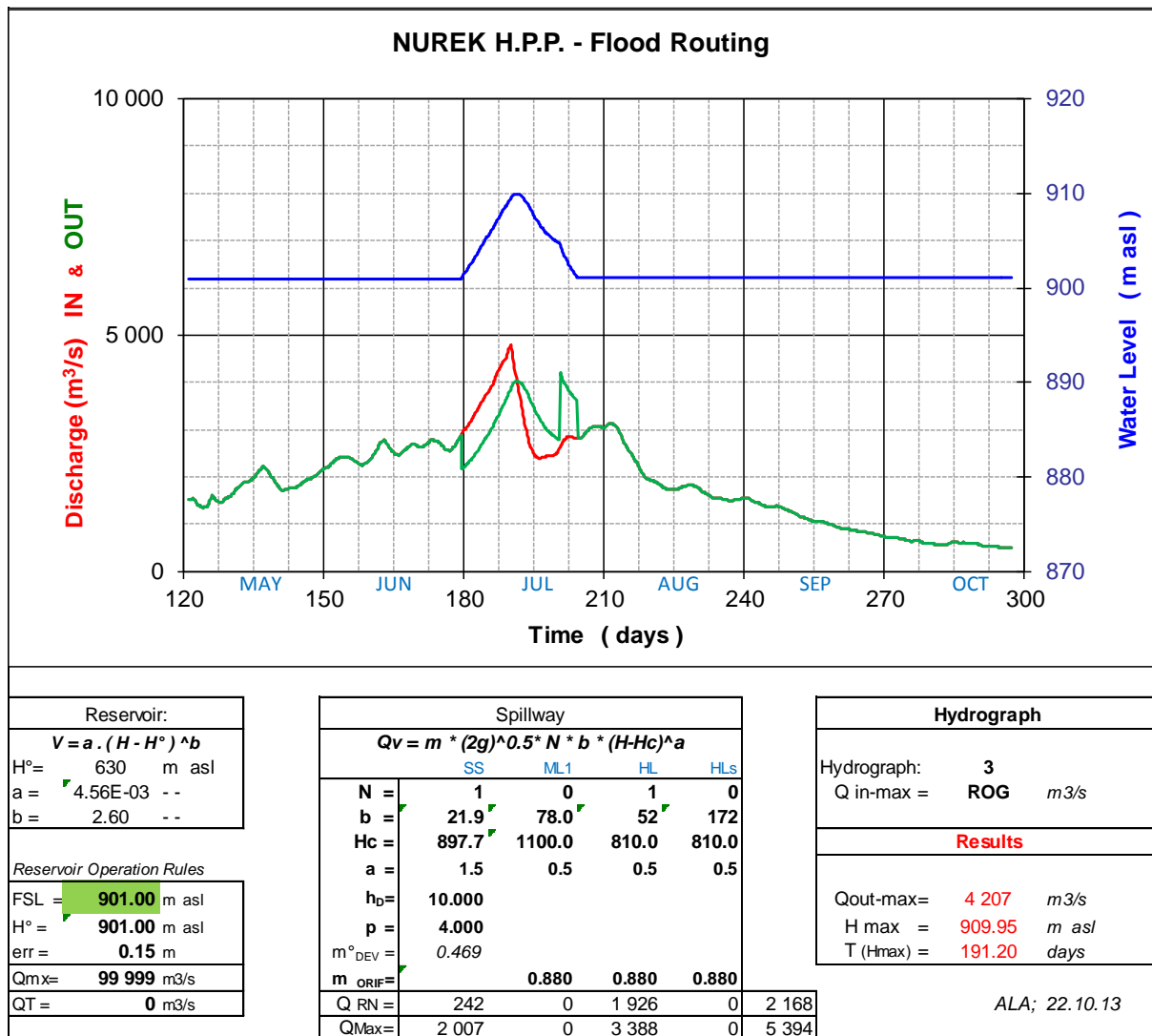
6.4 Влияние расчетного паводка Рогуна на Нурек

Максимальный строительный паводок для всех вариантов и строительных стадий имеет максимальный дневной расход 4800 м³/с.

Предполагая, что паводок входит в Нурекское водохранилище незатухающим, он может быть принят тоннельным и поверхностным водосбросом без превышения их проектного расхода, если уровень воды находится на отм. 901 м.н.у.м., как можно увидеть ниже, на графике.

Поэтому какими бы не были варианты плотины или строительные периоды, Нурек может пропустить эти строительные паводки с такими же критериями проектирования,

что были представлены в отчет по управлению МВП, т.н. «Вашингтонские предположения».



6.5 Резюме

Все это в настоящее время синтезированы в двух следующих иллюстративных схемах для каждого варианта плотины.

Первая из них представляет рабочий диапазон каждого сооружения вдоль оси уровня воды. Черные линии показывают нормальный рабочий диапазон, а пунктирные линии представляют исключительный дополнительный рабочий диапазон. Это указывает отметку воды, для которой каждый туннель должен быть включен (конечность нижней линии) и выключен (конечность высокой линии).

Вторая представляет уровень защиты, рабочие сооружения, и максимальный уровень воды на протяжении всего периода строительства.

Для отобранных вариантов на следующих этапах проектирования будут проведены уточнения по водосбросным сооружениям для отвода реки. Также в соответствии с

системой предупреждения для управления паводками во время строительства, представленной в этом разделе, включая меры безопасности, такие как ограничение напора воды на затворах и дублирование сооружений, должны быть разработаны система прогнозирования паводков и система оповещения, которые должны работать в течение всего строительства Рогунской ГЭС.

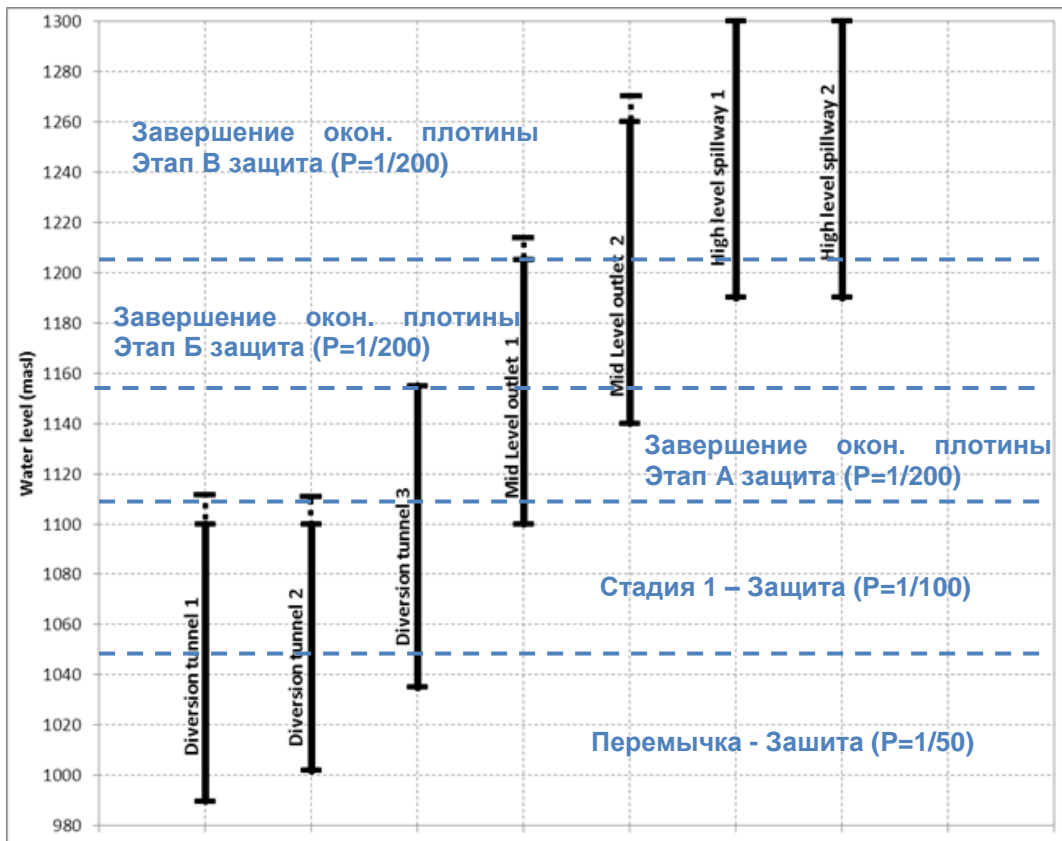


Рисунок 6.1 : НПУ = 1290 мнум – Рабочий диапазон отводящих сооружений

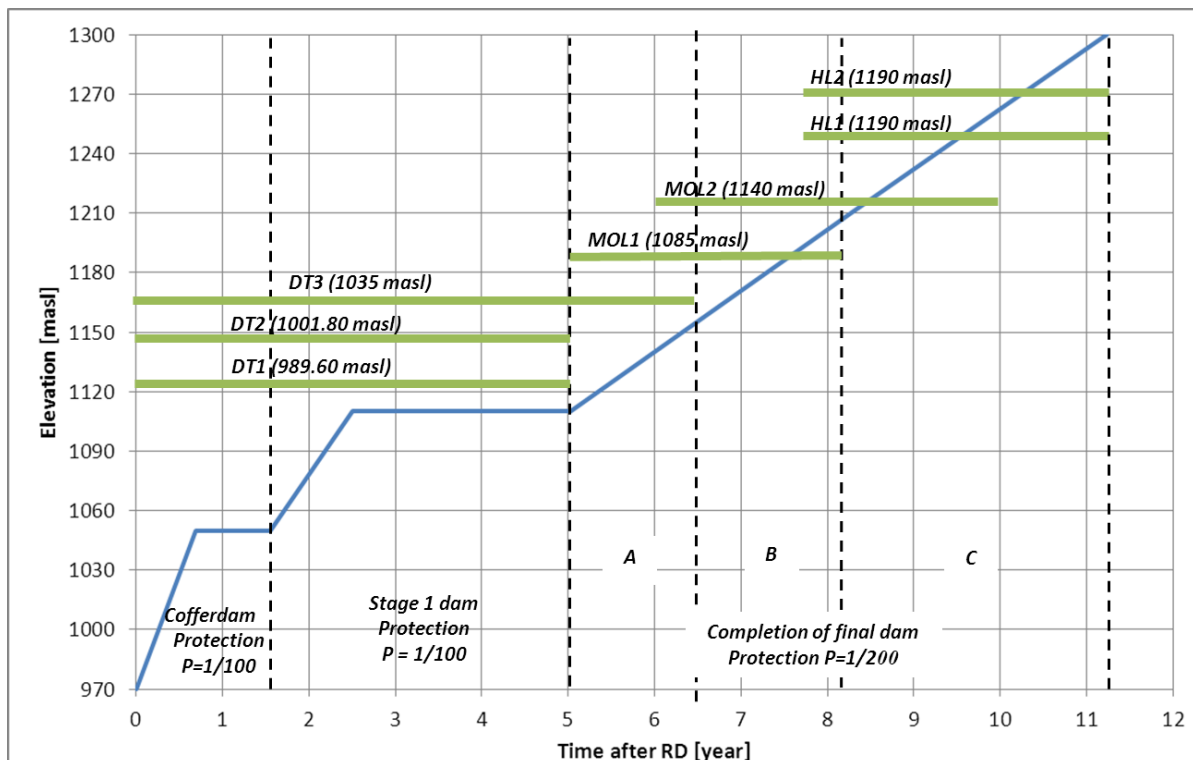


Рисунок 6.2 : НПУ = 1290 мнум – Схема отвода по времени

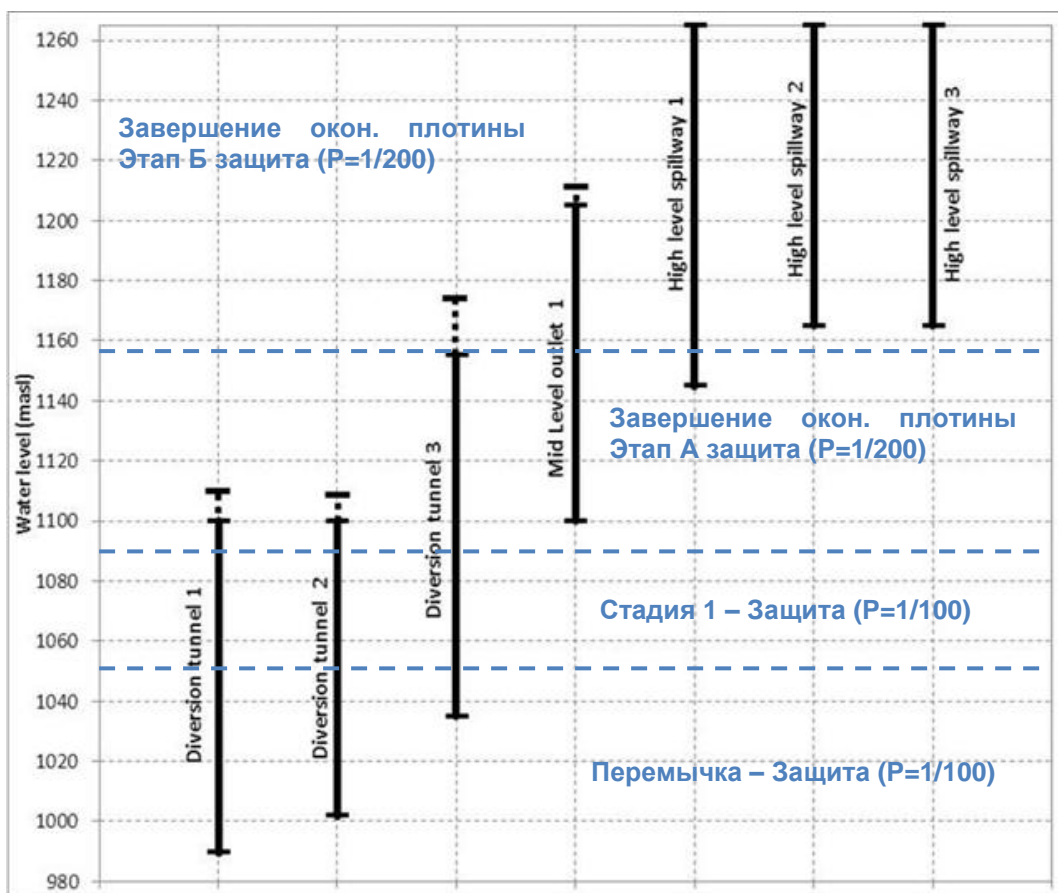


Рисунок 6.3 : НПУ = 1255 мнум – Рабочий диапазон отводных сооружений

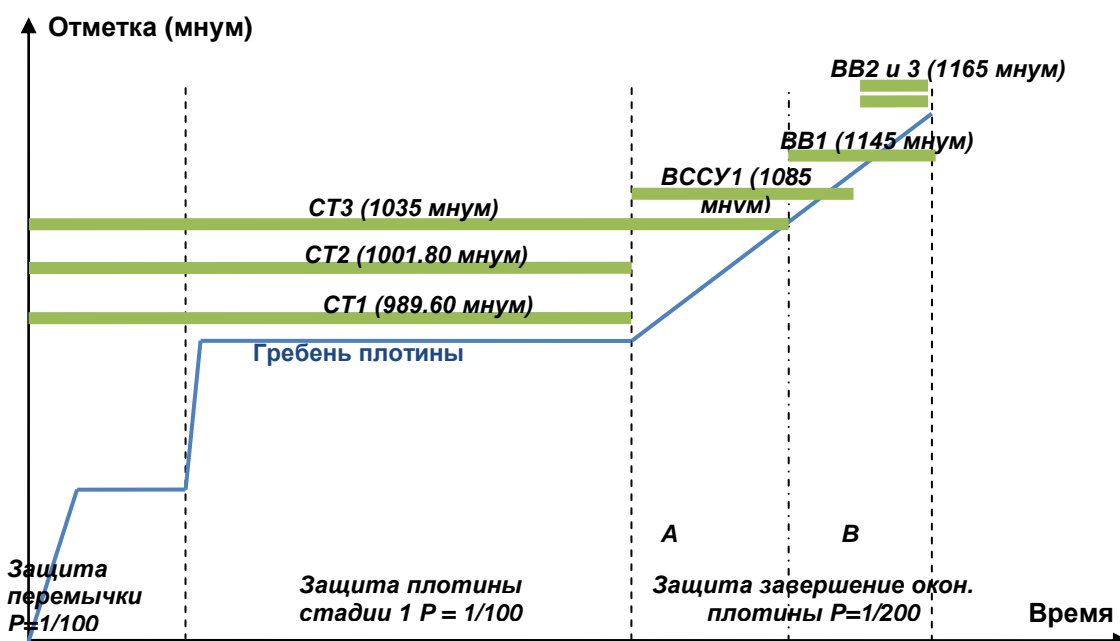


Рисунок 6.4 : НПУ = 1255 мнум – Схема отвода по времени

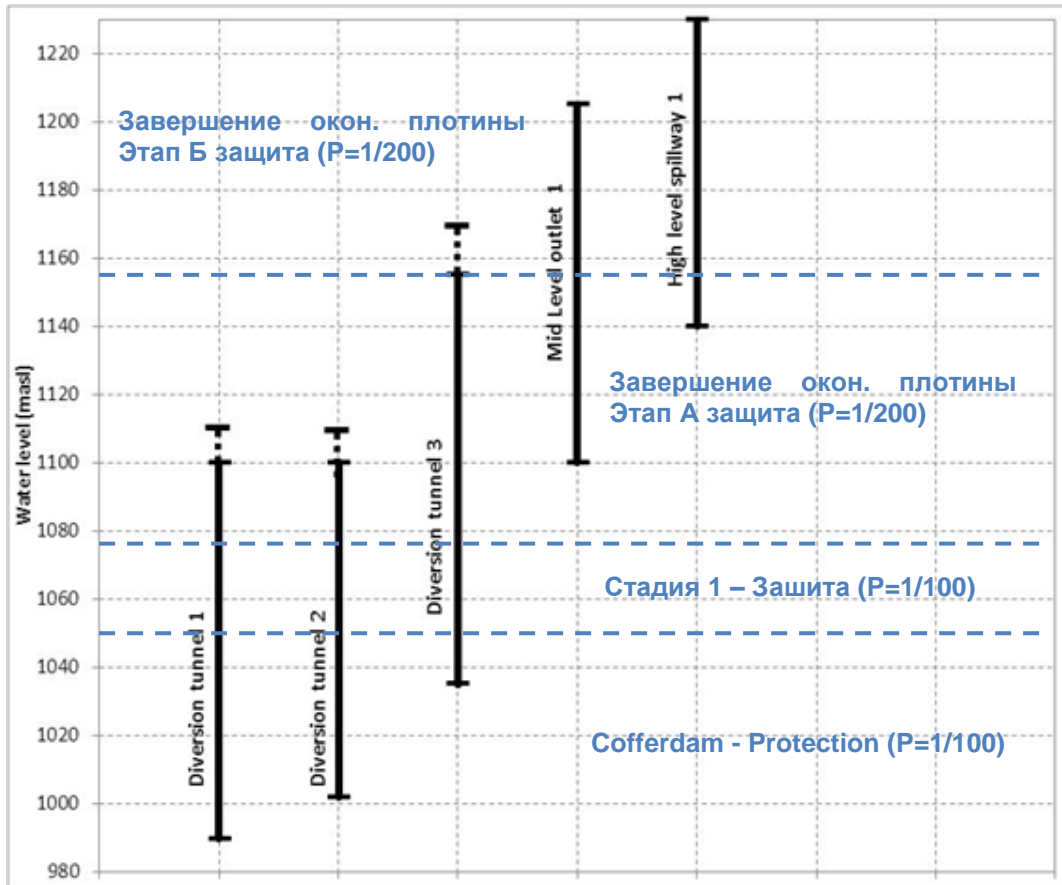


Рисунок 6.5 : НПУ = 1220 мнум - Рабочий диапазон отводных сооружений

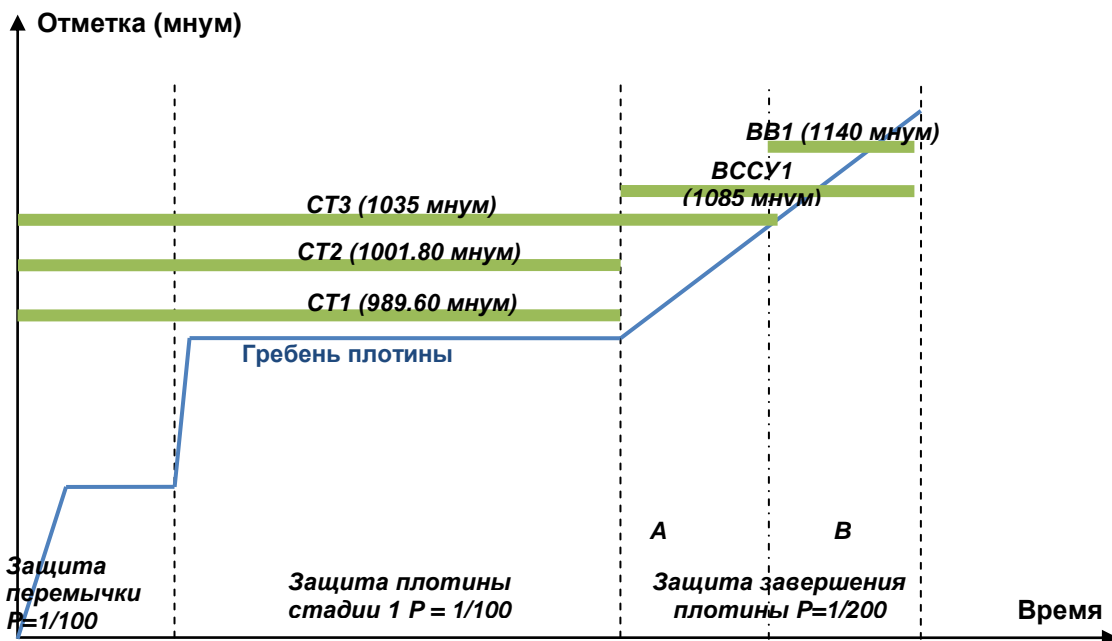


Рисунок 6.6 : НПУ = 1220 мнум – Схема отвода по времени

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Затворы тоннелей – Отчет о максимальных эксплуатационных условиях

ОЦЕНКА РИСКА ПО ЗАТВОРАМ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТОННЕЛЕЙ – ОБЗОР

Существует достаточно доказательств отказа и неисправности затворов высоконапорных тоннелей и подъемников, чтобы быть включены в оценку рисков плотины. Определение надежности должна включать в себя потенциальную ответственность в связи с проектирования, эксплуатации и технического обслуживание, обучение операторов, контроль и надзор и учет инцидентов. Техническое обслуживание может быть недостаточным или переменной на разных станциях одного и того же органа, в основном из-за отсутствия адекватного бюджета для техобслуживания.

По словам Левина [1], существует ряд научно-исследовательских работ по проблемам, которые имели место в затворах высоконапорных тоннелей. Комплексное обследование работы затворов высоконапорных туннелей на 50 крупных плотин было проведено в Румынии. Повреждение произошло в 38 установок затворов. 60% инцидентов и разрушений были из-за проблем с вибрацией, в том числе два структурных разрушений, которые произошли после 8 и 20 лет работы. Четыре события засорения водоприемников сделали высоконапорных туннелей недоступными, а девять проблем с вибрацией были классифицированы как серьезные. Случаи самопроизвольного срабатывания затворов под автоматическим управлением также сообщалось в литературе.

Отказы по общей причине, которая влияет на работу системы, являются наиболее серьезными рисками. В электроустановках, обычно предоставляется резервирование для трансформаторов, сетевые коммутаторы и кабели питания. Резервная генераторная установки почти всегда предоставляется, либо постоянного типа или мобильного типа.

Имеется мало информации о влиянии на затворов высоконапорных туннелей в связи с землетрясениями. Повреждение и отключение ворот после землетрясения не являются единственными факторами, которые следует рассматривать, блокирование доступа к установке в связи с оползнем или повреждению дорог может ингибировать аварийные работы. Боковое перемещение затворов следует ожидать, как следствие сейсмических толчков. Затворы и боковые закладные детали должны быть сконструированы так, чтобы смогли заглушить боковое движение затворов и поддерживать соответствующие поперечные силы, вызванных землетрясением.

Для высоконапорных радиальных затворов и подъемными механизмами, основными причинами неисправности являются:

- = Отсутствие или недостаточность системы аэрации;
- = Неисправность конструкции верхних уплотнителей радиальных затворов, которые могут привести к утечке и неожиданное поднятие затворов;
- = Проблемы опорных подшипников (наиболее частый источник неисправности);
- = Вибрации затворов;
- = Вибрации гидравлического цилиндра;

- = Кавитации и эрозии стальных вкладышей и бетоны, подвергающие воздействиям на поверхности;
- = Ослабления болтов крепления затворов и сальников цилиндра;
- = Утечка масла в гидравлических цилиндрах;
- = Неисправность концевого выключателя;
- = Проблемы, связанные со льдом (замораживания уплотнение гидротехнического затвора, засорения воздушных вентиляторов льдом, и т.д.);
- = Утечки из уплотнения гидротехнического затвора;
- = Неисправность систем отопления;
- = Потеря связи;

К этому следует добавить:

- = Неуправляемость затвора в поднятом положении;
- = Засорение водоприемника и заилиения гидравлических затворов.

Из проблем с наименьшей частотой являются:

- = Неисправность системы управления;
- = Неконтролируемый спуск затвора, из-за отказа или сбоя подъемника.

С точки зрения проектирования, в обязательном порядке необходимо иметь тщательный проект всего оборудования (затворы, лебедки, системы аэрации и стальные облицовки тоннелей), для того, чтобы избежать ошибок, которые могут поставить под угрозу операцию. Для этого необходимо:

- = Эффективное участие специализированных инженеров в выборе оборудования, определения расположения и детали строительных конструкций (шахты затворов и сбоек, системы аэрации) на всех этапах проекта;
- = Подготовка технических спецификаций и чертежей для тендера с помощью опытных профессионалов в этом типе оборудования;
- = Найм производителей гидротехнических затворов, имеющих опыт в этом типе оборудования;
- = Полный обзор подробных документов поставщика (листы расчетов, общие и детальные чертежи, ведомости материалов) консалтинговой фирмой с признанным опытом в такого рода услуг;
- = Выполнение модельные испытания затворов на знание всех гидравлических явлений, связанных с работой органов эвакуации (распределение давления, кавитации, вибрации и эрозии, мощностей воздушных вентиляторов и т.д.);
- = Контроль всех этапов производства затворов посредством компании с признанным опытом такого рода услуг и оборудования;
- = Мониторинг затворов, подъемников и монтаж стальных вкладышей посредством компании с признанным опытом такого рода услуг и оборудования.

Периодические проверки и обслуживание всего оборудования, в том числе тоннелей и стальные облицовки, является обязательным. Водосбросные сооружения Рогунской ГЭС должна быть спроектирована с двумя затворами параллельно в каждый туннель,

чтобы позволить осмотр и обслуживание одного затвора время от времени в сухих условиях.

Полное и надлежащее плана техобслуживания должны быть установлены для периодической проверки из следующих пунктов:

- = Структура затворов и опор (перекос, деформации, неисправных сварных швов и т.д.);
- = Защита от коррозии (точки появления коррозии, очистка, уменьшенную толщину красочного слоя и т.д.);
- = Уплотнения гидротехнического затвора - замена старых, изношенных или вышедших из строя деталей;
- = Гидравлические цилиндры (утечки масла, качание, необычный шум, стабильность и т.д.);
- = Болты и гайки уплотнителей затворов;
- = Втулки и соединения подвески гидроцилиндра;
- = Прокладки и уплотнения цилиндра;
- = Техническое обслуживание энергоблоков цилиндра для очистки и замены фильтров и масла;
- = Электрические кабели, концевые выключатели и элементы управления.

Заказчик должен вести полный учет инцидентов, в том числе:

- = Перебои с подачей электроэнергии;
- = Неисправности;
- = Утечка масла;
- = Ненормальных шумов;
- = Неисправность команды, устройства управления и защиты;
- = Неисправности индикаторов положения затворов и концевые выключатели.

Все эти проблемы будут усугубляться в случае работы гидромеханических оборудования в течение длительных периодов времени. Кроме того, чем выше напоры, тем выше риски.

Становится очевидным, что работы высоконапорных радиальных затворов представляет много рисков, особенно в случае большой продолжительности, как требуется для затворов строительных тоннелей Рогунской ГЭС (10-12 лет).

В технической литературе есть несколько примеров того, радиальные ворота подвергаются исключительным напорам. Например, в таблице 3.2 книги «Проектирование гидравлических затворов» [2] перечислены крупнейшие высоконапорные радиальные затворы уже построенные. И такое установлено только в проекте Тарбела в Пакистане, с четырьмя радиальными затворами 4,88м x 7,3 м, подвергаются в максимальном расчетном напоре 135.6 м. В исследованиях, проведенных автором, это единственный радиальный затвор, который подвергается напором больше, чем 120 метров.

На вышеупомянутой таблице также приведены некоторые примеры затворов, которые подвергаются напорами между 100 и 120 м:

- = Тверивьерен, 8.38м x 5.18м, напор 103.48м;
- = Токтогуль, 5 м x 6 м, напор 112.2 м;
- = Нурек, 5 м x 6 м, напор 110 м;
- = Саяно-Шушенский, 5м x 5,5 м, напор 116.7м.

Таким образом, рекомендуется:

- а) Спроектировать затворы строительных тоннелей проекта Рогунской ГЭС для максимального напор около 120 – 130м, для того, чтобы ограничивать риски, гидравлические нагрузки и скоростей потока до приемлемых значений;
- б) Спроектировать не менее двух независимых тоннелей, с тем чтобы позволить осмотр и техническое обслуживание затворов, подъемников, тоннелей и стальных облицовок.

Ссылки

[1] Левин, Дж., *Опасности и надежность гидравлического оборудования для плотин*, Перспектива водохранилищ в 21-м Веке, Британское общество по плотинам, под редакцией Пола Тедд 1998 года.

[2] Эрбисти, П.К.Ф., *Проектирование гидравлических затворов*, Издательство А. А. Балкема, Лиссе , Нидерланды , 2003 год.