



ОАХК «БАРКИ ТОЧИК»

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЭО ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА РОГУНСКОЙ ГЭС



ОТЧЕТ ФАЗЫ II (ОКОНЧАТЕЛЬНОГО): ВАРИАНТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЕКТА

ТОМ 3: ИНЖЕНЕРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Глава 1: Критерии проектирования

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЭО ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА РОГУНСКОЙ ГЭС

ФАЗА II: ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВАРИАНТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ Том 3: Инженерия и проектирование

Глава 1: Критерии проектирования

Август 2014

Отчет №: P.002378 RP 6 ред. Д

Д	14/08/2014	Окончательная версия – Август 2014	Многосторонний	А. Лара	Л. Буза
Г	31/03/2014	Окончательная версия – Март 2014	Многосторонний	Н. Санс	Н. Санс
В	09/12	Окончательная версия	Многосторонний	Р. Алберт	Н. Санс
Б		Вторая версия	Многосторонний	Р. Алберт	Н. Санс
А		Первый проект	Многосторонний	Р. Алберт	Р. Алберт
Редакция	Дата	Тема редакции	Подготовлено	Проверено	Одобрено

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ	1
1.1	Применимость критериев проектирования	1
1.2	Существующие сооружения	1
1.3	Применимые общие рекомендации	1
2.	ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ	1
2.1	Классификация риска для плотины	1
2.2	Расчетные паводки	2
2.2.1	10,000 летный паводок	2
2.2.2	Вероятный Максимальный Паводок (ВМП)	2
2.2.3	Паводок во время строительства	3
2.3	Геологические/геотехнические данные	4
2.4	Сейсмические параметры проектирования, включая ускорение МСЕ (максимальное возможное землетрясение), движение разломов	4
2.5	Седиментация	5
3.	КРИТЕРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПЛОТИНЫ	6
3.1	Надводный борт	6
3.2.	6	
	Насып	6
3.3	Критерии проектирования для фильтров и переходных слоев	8
3.3.1	Критерии для фильтра	8
3.3.2	Критерии для предотвращения сегрегации	9
3.3.3	Анализ подстилающего слоя грунта	10
3.4	Критерии для проектирования плотины с учетом региональной сейсмичности	10
3.5	Критерий для пересечения разломов	11
3.5.1	Насыпь	11

3.5.2	Тоннели	11
3.6	Соляной пласт	12
3.7	Береговые откосы	12
4.	КРИТЕРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРОСООРУЖЕНИЙ	12
4.1	Введение	12
4.2	Критерии проектирования водоводов	12
4.3	Критерии проектирования для водосбросных сооружений	13
4.4	Специфические критерии проектирования для остальных сооружений	13
5.	КРИТЕРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ	14
5.1	Введение	14
5.2	Фаза I: Оценка существующих работ Рогунской ГЭС	15
5.3	Фаза II: Определение вариантов проекта Рогунской ГЭС	15
5.4	Воздействие землетрясений на устойчивость и целостность подземных сооружений.	16
6.	КРИТЕРИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОУЗЛА	16
6.1	Безопасные критерии эксплуатации плотины	16
6.2.	– Скорость наполнения и срабатывания водохранилища	16
6.2.1	Аварийные сработки	17
6.3.	– Водопользование	17
6.4	Выработка электроэнергии	17
7.	УПРАВЛЕНИЕ НАНОСАМИ	17

1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1.1 Применимость критериев проектирования

Данные критерии проектирования будут использованы для Фаз 0, I и II. Более подробные критерии проектирования будут детально разработаны для дальнейших Фаз исследований:

- Фаза 0: Оценка проблемы соляного купола на участке проекта
- Фаза I: Оценка существующего участка и работ Рогунской ГЭС
- Фаза II: Определение вариантов проекта Рогунской ГЭС

Эти критерии применимы ко всем компонентам Рогунского проекта спроектированные для долгосрочной эксплуатации.

1.2 Существующие сооружения

Эти критерии применимы ко всем компонентам Рогунского проекта, спроектированного для долгосрочной эксплуатации. Это значит, что если потребуется, затронутые существующие сооружения не только должны быть восстановлены, но также они должны быть подкорректированы, улучшены или укреплены, для того, чтобы соответствовать критериям проектирования.

1.3 Применимые общие рекомендации

В общем, мы будем следовать рекомендациям бюллетеней ICOLD для применения международных стандартов проектирования к большим плотинам для данного проекта.

2. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ

2.1 Классификация риска для плотины

Классификация риска для плотины будет выполнена в соответствии с рекомендациями ICOLD для определения Класса Риска, применимого к Рогуну. Эта классификация риска определит выбор расчетного паводка и землетрясения (Бюллетени ICOLD 148 и 82).

2.2 Расчетные паводки

Расчетные паводки будут использоваться в исследованиях трансформации паводка водохранилища для определения соответствующей пропускной способности для проекта. Расчетные паводки будут определяться для промежуточных этапов строительства плотины с учетом графика работ для обеспечения соответствующей защиты от паводка, принимая во внимание ожидаемую продолжительность каждого этапа.

2.2.1 10,000 летный паводок

Проведены анализы частот для определения паводка с повторяемостью в 10 000 лет (и паводков для других периодов повторяемости) будет основываться на региональном подходе, проведенном в несколько этапов:

- Первый этап – Региональный образец на основе гидропостов на реке Вахш,
- Другие этапы – Первый региональный образец и транспонированные паводки от рек региона, имеющие такой же режим паводка.

2.2.2 Вероятный Максимальный Паводок (ВМП)

Вероятный максимальный паводок будет учитывать следующие критерии/руководства. Мы напоминаем, что не существует стандартного метода для расчета максимального вероятного паводка. Как отмечено Всемирной Метеорологической Организацией (ВМО) в ее публикации о расчете Вероятных Максимальных Осадков (РМР) (1986 г.), каждый случай специфичен из-за доступности информации и климатических условий.

Данные для расчета Вероятного Максимального Паводка

Подход будет приспособлен под имеющиеся данные. Эти данные должны включать в себя различные типы информации:

- Ежедневный приток на створе плотины Рогуна.
- Ежемесячные и сезонные осадки на выбранных станциях.
- Ежедневная средняя температура на выбранных станциях.

Расчет Вероятного Максимального Паводка (ВМП)

На первой стадии исследований, будет выяснена связь между ежедневным притоком и температурой. Эта связь будет оценена по ветви подъема гидрографа, до появления среднегодового дневного пика. Вероятно, что связь приведет к фактору «градус-день», который является обобщением плюсовой температуры дня, предшествующего появления дневного расхода.

Во второй стадии исследований, будет проведена связь дневного притока и фактора «градус-день» с двумя независимыми переменными, которыми являются:

- Сезонные атмосферные осадки, например осадки с октября по май, как пример источника возможной воды для таяния.
- Фактор «градус-день» при появлении годового максимального дневного пика.

Третья стадия исследования будет состоять в максимизации полученных результатов, для того, чтобы увеличить дневные максимумы до достижения уровня совместимого с моделью максимального вероятного паводка. Эта максимизация ограничивается тем фактом, что получаемый максимальный вероятный паводок должен быть значительно больше, чем паводка раз в 10 000 лет.

Гидрограф паводков будет получен путем определения обычного вида гидрографа основанного на исторических паводках.

Влияние изменения климата на максимального вероятного паводка

Изменение климата отразится на увеличении температуры. Прогнозы осадков по климатическим моделям противоречат друг другу. Будет использоваться температура, полученная при наблюдениях, для того, чтобы найти тренды в температуре, осадках и данных по расходу. Анализ исследовательских данных будут частью начальной проверки данных. Также, будет изучена литература об изменениях климата, для представления оценки на период 2000 – 2100.

Паводки, связанные с прорывом ледниковых озер (GLOFs)

Дополнительный надводный борт принимается во внимание для риска паводка от прорыва ледниковых озер, как описано подробно в разделе 3.1. Подробные критерии будут разработаны в ходе последующих Фаз исследований.

Оползни внутри водохранилища

Риски оползней, вызванные наполнением водохранилища, эксплуатацией водохранилища или землетрясениями будут изучены и учтены надлежащим образом в проектировании.

2.2.3 Паводок во время строительства

Для того, чтобы управлять гидрологический риск, важно, чтобы строительство плотины велась непрерывно выше уровня перемычки.

Будет разработан план непредвиденных обстоятельств для смягчения гидрологических рисков, в случае если это условие не будет возможным.

Средний период возврата паводка во время строительства будет выбран на основе вероятностного подхода, принятый вероятность должен быть адаптирован для графика строительства (время подвергания) и серьезность последствия в случае возникновения паводка.

Система пропуска паводка должна быть такой, чтобы на любом этапе строительства, уровень водохранилища остается ниже, чем высота плотины меньше приспособленной сухой высоты надводного борта.

Необходимо принять расчет на промежуточных стадиях строительства для надлежащего пропуска паводка/безопасности против паводка во время строительства, как определен в разделе 2.2.3 выше.

Соответствующая пропускная способность должна быть обеспечена для пропуска паводка во время строительства на любых этапах строительства.

2.3 Геологические/геотехнические данные

В проектирование, в том числе в проектирование любых необходимых мер по устранению недостатков будут использованы существующие данные предыдущих геологических исследований, а также результаты дополнительных геологических исследований, проведенных в 2012.

2.4 Сейсмические параметры проектирования, включая ускорение МСЕ (максимальное возможное землетрясение), движение разломов

В общем, Консорциум будет следовать рекомендациям бюллетеня ICOLD 148 (2010 г.). Кратко:

- На этой стадии исследований, будут рассмотрены только два уровня землетрясений: ОВЕ и МСЕ, а МДЕ учитываться не будет.
- Максимальное возможное землетрясение (МСЕ) – самое крупное землетрясение, которое может иметь место на данном разломе при конкретных тектонических условиях. Это определяется региональными и местными исследованиями, которые включают обзор данных всех исторических землетрясений, которые происходили в непосредственной близости от объекта и обзор всех параметров местных разломов.
- Расчетное землетрясение при эксплуатации (ОВЕ) – такой уровень землетрясения, для которого принимается только незначительный ущерб. Возможность проявления ОВЕ должна быть около 50% во время периода эксплуатации (100 years); периодичность составляет примерно 150 лет.
- Коэффициент горизонтальных и вертикальных проектировочных ускорений, полученных для землетрясений МСЕ и ОВЕ будет выбран на основе результатов исследований по оценке сейсмического риска.
- Исследования по оценке сейсмического риска позволит определение спектры проектирования, принятые в анализах.

Так как активные разломы (Йонахшский, №35 и возможно другие) пересекают сооружения, должна быть сделана оценка их смещений связанные с землетрясениями МСЕ и ОВЕ и смещений, не вызванных землетрясениями.

2.5 Седиментация

На данном этапе исследований, так как недавно не были проведены измерения наносов в реке Вахш, компиляция будет сделана из данных, предоставленных в отчетах ИГП в 2009.

3. КРИТЕРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПЛОТИНЫ

3.1 Надводный борт

Надводный борт будет вычисляться на основе рекомендаций Бюро мелиорации США (USBR), данных в документе «Критерии надводного борта плотины и руководства для вычислений допусков надводного борта плотины для плотин водохранилищ», отредактированного в 1992 году.

Кроме того, для каменно-набросной плотины, сухой надводный борт должен осадку плотины, нагон волн и GLOF. Надводный борт для GLOF будет рассчитываться по следующей формуле:

$$\text{Дополнительный надводный борт } m = \frac{500}{S(\text{км}^2)},$$

$S(\text{км}^2)$ – это площадь водохранилища при максимальном уровне воды. Тем не менее, очень значительный дополнительный объем в 500 hm³ может быть принят для ослабления неожиданных искусственных паводков.

Адекватность предложенного надводного борта должны быть пересмотрены, когда будет собрано больше информации связанной с GLOF и рисками нестабильности склонов (дальнейшие фазы исследования).

3.2. Насып

Устойчивость

Для всех стадий проектирования, устойчивость насыпной плотины будет проверяться на основе двухмерного анализа, с использованием эффективных параметров силы и метода Бишопа. Обычные величины проектирования Бюро мелиорации США будут применены к статическим расчетам (см. таблицу ниже извлеченного из стандартов проектирования № 13 – Глава 4).

Условия нагрузки	Параметров прочности при сдвиге	Характеристики парового давления	Минимальный коэф. Запас
Конец строительства	1. Действующий	Образование избыточного парового давления в материалах насыпи и основания с лабораторным определением парового давления и мониторинга во время строительства	1.3
		Образование избыточного парового давления в материалах насыпи и основания без лабораторного определения парового давления и без мониторинга во время	1.4

		строительства	
		Образование избыточного парового давления в материалах насыпи и основания только с или без полевого мониторинга во время строительства и без лабораторного определения	1.3
	2. Неосушенная прочность		1.3
Установившиеся фильтрация	Действующий	Установившиеся фильтрация при активного водоема для сохранения запасы воды	1.5
При эксплуатации	Действующий или неосушенный	Установившиеся фильтрация при максимальном уровне водохранилище	1.5
		Быстрая сработка с нормального уровня воды до мертвого объема	1.3
		Быстрая сработка с максимального уровня воды до мертвого объема	1.3
Необычный	Действующий или неосушенный	Сработка на максимальную мощность водосбросного сооружения	1.2

Примечание:

Согласно Бюро мелиорации США условия необычной нагрузки являются неоперабельный внутренний дренаж и необычная сработка.

Рассмотрение о 3D-эффектах, связанных с особенностями должно будет включено в Фазе II исследований. Однако трехмерный анализ будет проводиться на следующих Фазах исследований.

Для анализа поведения плотины в случае МСЕ, вычисления необратимых сдвигов на земляной и каменно-набросной плотине из-за сейсмической активности будет подсчитана. Первым шагом вычислений будет определение различных кругов сдвигов и связанные с ними пределов акселерации относящиеся к фактору безопасности 1. Затем, используя различные осциллограммы, полученные в ходе сейсмических исследований, будут вычислены сдвиги вдоль каждого критического круга.

Порядок магнитуды сдвигов, полученных из этого анализа должен использоваться только в качестве справочной информации, так как он не может рассматриваться как показатель реального поведения плотины во время землетрясения. Результаты будут сравнены с результатами вычислений проведенных Гидропроектом Москвы для плотины на отметке 1300, которые требуют пересмотра в любом случае.

Во время МСЕ, общая устойчивость плотины должна гарантировать, что гребень плотины выше максимального уровня воды в водохранилище. Должна быть обеспечена общая устойчивость плотины при любых обстоятельствах (в особенности следует обеспечить целостность ядра).

Фильтрация

Внимание будет уделено, обеспечению того что фильтрация содержится в допустимых пределах относительно выполняемые противофильтрационные меры, особенно в

отношении соляного купола плотины и основания перемычки/плотины и примыканий. Утечки в обход через обратную сторону правого устоя и продолжение Йонахшского разлома может привести к растворению соли/гипса и соответствующие меры такие, как расширение противодиффузионной завесы должны быть рассмотрены.

Принципы для противодиффузионной завесы под плотинной должны быть разработаны как для глубины его модели и во внутрь правого бортового примыкания (в зависимости от гидравлического градиента, замеченного в прилегания)

Возможность линейного пути утечки, вниз по течению, вдоль разломов связанных с проникновением соли, такие как Гулизинданский разлом (если горизонт грунтовых вод позволяет), или инверсия маршрутов родников будут изучены. При необходимости будут разработаны меры по уменьшению фильтрации.

Осадка плотины

Будут учтены в долгосрочной перспективе осадка насыпи плотины и его основания для обеспечения адекватного надводного борта.

3.3 Критерии проектирования для фильтров и переходных слоев

3.3.1 Критерии для фильтра

Мы предлагаем использовать рекомендации Бюро мелиорации США от 1994 года.

Критерии для фильтра

Категория подстилающего слоя грунта	Описание подстилающего слоя грунта, и процент меньше чем 0.075мм (1)	Критерии для фильтра (2)
1	Мелкий алеврит и глина; Более чем 85% более мелкие фракции	$D_{15}(F) \leq 9 \times d_{85}(B)$ (3)
2	Пески, алевриты, глины и глиняно-алевроитовые пески; от 40 до 85% более мелкие фракции	$D_{15}(F) \leq 0.7 \text{ mm}$
3	Глиняно-алевроитовые пески и галечники; от 15 до 39% более мелкие фракции	$D_{15} \leq \frac{40-A}{40-15} (4 \times d_{85} - 0.7 \text{ mm}) + 0.7 \text{ mm}$ (4) (5)
4	Пески и галечники; меньше чем 15% более мелкие фракции	$D_{15} \leq 4 \times d_{85}$ (6)

Примечания:

D = Фильтр; d = Подстилающий слой грунта

(1) – Обозначение категории для почвы содержащей фракции больше чем 4.75 мм, определяется по гранулометрической кривой подстилающего слоя грунта, которая настроена на 100% прохождение сита №4 (4.75 мм).

(2) – Фильтры должны иметь максимальный размер фракции в 3 дюйма (75 мм) и максимум 5% прохождения сита №200 (0.074 мм), после уплотнения, с показателем пластичности мелких фракций равным 0. Показатель пластичности определяется по прохождению материала через сито №40 (0.425 мм) в соответствии с Бюро мелиорации США 5360, Земляное руководство. Для обеспечения достаточной водопроницаемости, фильтры должны иметь размер равный D15 или больше чем 5 x d15, но не меньше чем 0.1 мм.

(3) - Когда $9 \times d_{85}$ меньше чем 0.2 мм, используйте 0.2 мм.

(4) - A = процент прохождения сита № 200 после любой пересортировки.

(5) - Когда $4 \times d_{85}$ меньше чем 0.7 мм, используйте 0.7 мм.

(6) – В категории 4, d_{85} может быть определено исходя из первоначальной гранулометрической кривой подстилающего слоя грунта без поправок на фракции больше чем 4.75 мм, представляющей, что почва не отсортирована с пропуском некоторых фракций или грубо отсортирована.

3.3.2 Критерии для предотвращения сегрегации

Мы также предлагаем использовать рекомендации Бюро мелиорации США от 1994 г.

Пределы классификации для предотвращения сегрегации (Бюро мелиорации США, 1994)
Минимум D_{10} (мм) максимум D_{90} (мм)

Минимум D_{10} мм	Максимум D_{90} мм
< 0.5	20

0.5-1.0	25
1.0-2.0	30
2.0-5.0	40
5.0-10	50
10-50	60

3.3.3 Анализ подстилающего слоя грунта

Как рекомендуется в бюллетене ICOLD'a 1995 года, перед началом проектирования фильтра необходимо проверить подстилающий слой грунт, насколько он стабилен. Мы предлагаем использовать метод Кенни и Лая (Kenney and Lau method): он состоит из разделения кривой гранулометрического состава на грубые и высокодисперсные фракции, затем использовать критерии Терзаги для сравнения между D15 грубой фракции с d85 высокодисперсной фракции; если отношение меньше, чем 5, то материал само-фильтрующийся и поэтому стабильный.

Если подстилающий слой грунта нестабилен, тогда необходимо проектировать фильтр для мелкодисперсной фракции.

3.4 Критерии для проектирования плотины с учетом региональной сейсмичности

Мы будем следовать рекомендациям бюллетеня ICOLD 120: «Особенности проектирования плотин для сопротивления сейсмическому колебанию грунта» (2001 г.).

Основные рекомендации применимые для проектирования каменно-набросной плотины Рогуна приведены ниже:

- Выемка под основание должна быть сделана до плотного скального грунта,
- Будет оцениваться необходимость возведения ж/б фундаментной плиты для ядра плотины
- Поперечный склон (откос) основания вокруг зоны ядра должен быть или горизонтальным или склон постепенно повышается на 30 метров вдоль примыкания к высоким плотинам, для обеспечения водонепроницаемого контакта после тряски и/или предотвращения чрезмерного осадки материалов насыпи.
- Формирование контакта основание/ядро должно быть плавным и без острых и входящих углов. Поперечный склон основания вокруг зоны ядра должен быть менее крутым отношения 4h:1v от верхнего бьефа к нижнему.
- Должны быть предоставлены фильтры на скальном, фракционном основании для предотвращения просадки насыпи в основание, если фракции открываются после землетрясения.
- Шире чем обычный фильтр, а также зоны дренажа должны быть использованы для обеспечения целостности, если возникнет зона смещения и для

исправления любых поперечных трещин, появившихся в результате землетрясений.

- Переходные слои на верхнем и/или нижнем бьефе должны быть самозаполняющимися, и такой градации, чтобы заполнять трещины в зоне ядра.
- Контакт ядра вдоль верхних частей примыканий должны быть расширены для обеспечения длинного пути фильтрации через трещины в примыканиях, вызванных землетрясениями.
- Должно избегаться использование нестабильной почвы в качестве барьера для воды и/или она должна быть заменена более пластичным материалом в тех местах, где вероятнее всего будет напряженное состояние во время землетрясений.
- Так как усадка и поперечные трещины при сильных землетрясениях возможны, плотина должна иметь больший надводный борт, чем обычно, для увеличения площади водохранилища при максимальном уровне воды. Достаточный надводный борт плотины должен быть построен для покрытия усадки, которая вероятнее всего произойдет при землетрясении.

Эти рекомендации не являются стандартами; мы будем, в общем, придерживаться их; если, по какой-либо причине, одна из них не будет выполняема, она будет заменена альтернативным решением. Например, одной из рекомендаций этого бюллетеня является то, что продольное ядро склона основания должно быть крутизну меньше 2h:1v. Форма долины не позволяет выполнить данную рекомендацию. Используемым критерием теперь будет использование расположение 4 м пластичного материала напротив берега, с содержанием воды намного большим, чем в OPS (около 4%).

3.5 Критерий для пересечения разломов

3.5.1 Насыпь

Проектирование плотины должно учитывать сдвиги разломов на основании. В пределах 50 м активного разлома, толщина любого слоя в направлении движения активного разлома должна быть, по крайней мере, в 1.5 раза больше перемещения разлома.

3.5.2 Тоннели

Необходимо провести измерения, чтобы убедиться, что долгосрочные перемещения разломов не подверг опасности характеристику гидравлических работ туннелей. Необходимо изучать трассы туннелей, чтобы избежать или минимизировать пересечение активных разломов с участками давления; специальные сооружения (водоприемные сооружения, камера затворов, переходы и тд.) будут расположены настолько возможно подальше от разломов. В соответствии с пересечением разломов, необходимо создать условия, позволяющие относительное движение коротких участков туннели, рассчитанных для поддержки больших внешних нагрузок, во избежание разрушения облицовки. Предвидеться необходимость планированного обслуживания.

3.6 Соляной пласт

Вдобавок к обработке верхней части, выветренной зоны соляного пласта, будут определены следующие меры:

- Установка соответствующей системы мониторинга, позволяющей следить за выполнением обработки во время наполнения водохранилища и эксплуатации.
Определение плана отработки внештатных ситуаций, который определяет ремонтные меры, если мониторинг покажет, предопределенные показатели (также см. пункт 3.3)

3.7 Береговые откосы

Необходимо оценить береговые откосы, представляющие угрозы последующих неустойчивостей во время наполнения водохранилища и запланировать меры для их необходимого укрепления, выравнивания или подготовки дренажей.

4. КРИТЕРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРОСООРУЖЕНИЙ

4.1 Введение

Схемы, характеристики и формы гидросооружений должны быть отмечены на соответствующих чертежах.

Во время детального проектирования фаз исследований для основных гидросооружений или сооружений с особенной сложностью, могут потребоваться исследования по гидравлическим моделям, для подтверждения соответствия проекта тестовым альтернативным решениям и определения детальных характеристик и специальных требований для достижения оптимизированного проектирования.

В принципе, гидравлическое проектирование сооружений проекта должно соответствовать общим критериям, как это описано в следующих параграфах, кроме противоречащих точным требованиям, отдельных случаев.

Основные гидросооружения предусмотренные для проекта следующие:

- Строительные тоннели;
- Подводящие тоннели;
- Отводящие тоннели;
- Водосбросные сооружения

4.2 Критерии проектирования водоводов

Учитывая размеры агрегатов и значительный проектный приток, для окончательного проекта (машзал с максимальной мощностью) был принят вариант с отдельным водоводом для каждого агрегата. Размеры тоннелей будут определены основываясь на концепции экономичного диаметра.

4.3 Критерии проектирования для водосбросных сооружений

Учитывая размер и важность Рогуна, а также риски ниже по течению, как описано в Разделе 2.1, Проект должен быть спроектирован для двух уровней паводков, независимо от высоты плотины:

- 10 000 – летний паводок,
- Максимальный вероятный паводок (PMF).

Для каменно-набросной плотины с внутренним ядром, максимальный уровень водохранилища должен быть сравнен с гребнем ядра (то есть быть ниже гребня плотины) и меньше чем, предполагаемая усадка (последовательностью землетрясений), или долгосрочной отметкой гребня ядра.

При условии, что N - количество водоспускных водосбросов, и n - количество затворов для поверхностного затвора (при $n=0$, поверхностный водосброс является свободным поверхностным водосбросом):

- Для 10 000-летнего паводка, с водоспускным водосбросом $N-1$ или $n-1$ затворов поверхностного водосброса(-ов) ($n-2$ если количество затворов больше 6), максимальный уровень воды не должен быть выше чем расчетный уровень и меньше общего «сухого» надводного борта. Надо отметить, что это тоннель с наибольшей водопропускной способностью, который следует считать неработающим (не эксплуатируемым).
- Для максимально возможного паводка (PMF), с N -ным количеством водоспускных водосбросов и n -ным количеством затворов на поверхностном водосбросе, максимальный уровень не должен превышать расчетный уровень и быть меньше общего «сухого» надводного борта.

Обработка поверхности бетона

Когда поверхность водосбросов построена только из бетонных плит/облицовки, обеспеченных высокими стандартами крепости, то после окончательной обработки поверхности, скорость воды в водосбросах может достигать 30 м/с или около того.

Кроме этого, должны быть обустроены подходящие аэрационные устройства на нижних и боковых сторонах гидросооружений работающих в безнапорных условиях, для предотвращения проблем кавитации.

Аэрация также должна быть обеспечена и в тех отрезках, где будут меняться условия (от напорного течения к безнапорному и наоборот).

Когда бы поток не нес твердый материал, получаемый из наносов водохранилища, поверхность гидросооружений, которая может подвергаться эрозии, должна быть защищена стальной облицовкой или другим антиэрозийным материалом.

Некоторые критерии, которые должны быть применены к гидросооружениям, приведены в следующих параграфах.

4.4 Специфические критерии проектирования для остальных сооружений

Водоприемники, водозаборы и другие водные входы должны быть такой формы, чтобы воде придавалось плавное ускорение.

Входные порталы и входные оголовки должны быть сформированы в соответствии с критериями гидравлического проектирования руководства инженерные войска США, Бюро мелиорации или других критериев гидравлического проектирования почтенных авторов технической литературы.

Выходные оголовки, где превалируют безнапорные потоки, должны быть квадратной формы, перпендикулярных потоку. Должен быть обеспечен достаточный приток воздуха поверхности у нижнего бьефа плотины, для предотвращения кавитации.

Повороты, горизонтальные или вертикальные, должны быть спроектированы так, чтобы было обеспечено минимальное положительное давление, эквивалентное 5 м воды внутри поворотов, несмотря на гидродинамические эффекты центробежной силы.

Расширяющиеся переходные участки (выше камеры затворов), должны быть спроектированы для плавного изменения скорости воды и следуя критериям руководства инженерные войска США, Бюро мелиорации или других критериев гидравлического проектирования почетных авторов технической литературы.

Ниши и шандоры для затворов должны быть спроектированы с минимизацией рисков кавитации, с округлыми углами и с конической прижимной частью.

Соединения (швы) водоводов, будь то структурные соединения/швы или концы стальной облицовки, должны быть расположены в местах без гидродинамических пиков или возможной кавитации. Соединения/швы не должны разрешаться в начальных или концевых участках расширяющихся переходных участков.

Поперечные деформационные швы в водоводах обычно имеют высокую скорость потока, они должны иметь круглую форму в начале и пологий угол в конце, иметь коническую форму.

Профиль перелива должен быть спроектирован с проектным напором на 20% выше ожидаемого реального напора, для обеспечения положительного давления вдоль поверхности ниже по течению.

5. КРИТЕРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

5.1 Введение

Большинство подземных сооружений перечисленных ниже уже пройдены и полностью или частично облицованы/укреплены в соответствии с предыдущим существующим проектом. Только некоторые из них должны быть спроектированы и пройдены. Подземные сооружения:

- Подводящие тоннели
- Разгрузочные шахты (аэрационные шахты)

- Транспортные тоннели
- Временные сервисные тоннели
- Строительные тоннели
- Выходные порталы среднего и нижнего уровня и водопроводящие приплотинные сооружения
- Соединения отводящих тоннелей с системой
- Камеры управления затворами
- Помещения машзала и трансформаторного зала, связанных тоннелей и кабельные тоннели (шахты)

5.2 Фаза I: Оценка существующих работ Рогунской ГЭС

Во время этой фазы проекта, будет рассмотрен доступный проект уже выполненных работ, на предмет соответствия целям проекта. Это включает в себя существующие проекты всех тоннелей, шахт, камер, помещений, таких как машзал и трансформаторный зал.

Туннели должны быть спроектированы (рекомендованные укрепительные меры или новые обделки) так, чтобы сделать структуры, способные противостоять:

- Нагрузок, связанные с взаимодействием породы - обделки.
- Сейсмические нагрузки;
- Давление воды, не менее 200 кПа для всех участков вверх по течению от разлома 35 и 100 кПа для участков вниз по течению от этого же разлома.

Должны проводиться детальные расчеты для определения детали схемы интервенций, которых, возможно, придется адаптировать к местным условиям, учитывая характеристик горной массы и расположения структур.

5.3 Фаза II: Определение вариантов проекта Рогунской ГЭС

Во время этой фазы проекта, будут спроектированы оставшиеся еще не начатые сооружения, состоящие из некоторых тоннелей и камер управления затворами. Они будут спроектированы вместе с основным объемом для установления технических характеристик работ (геометрические характеристики, временные опоры, толщина бетона и арматуры) для надежной эксплуатации и для проведения предварительной оценки соответствующих объемов для наиболее подходящего технического и экономического варианта. Тем не менее, во время этой фазы, простые эмпирические критерии проектирования могут быть применены основываясь на:

- Грубая оценка характеристик массива горных пород;
- Предварительный расчет временные крепи, основываясь на классификации Бартон, там где это возможно;

- Предварительный расчет конструктивной отделки, как функции RMR. Толщина конструктивной отделки может варьироваться между 1/9 и 1/12 от диаметра тоннелей и шахт.

5.4 Воздействие землетрясений на устойчивость и целостность подземных сооружений.

Сейсмические эффекты на стабильность помещений и тоннелей будет оценена, принимая во внимание следующие факторы:

- Статические и геотехнические свойства горных пород.
- Выбор параметров материальных уравнений различных материалов из масс горных пород.

Внедрение статического напряжения – результаты расчета деформаций, с учетом последовательности строительства, для того, чтобы взять в расчет, особенно для помещений, реальное положение приложенного напряжения на установленные анкера и облицовку.

Для этой фазы проекта, сейсмические эффекты будут оцениваться средствами псевдостатического анализа, основанного на значениях пиковых акселерации, оцененных на отметке специфического подземного сооружения. Значения акселерации будут собраны из доступной документации.

6. КРИТЕРИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОУЗЛА

6.1 Безопасные критерии эксплуатации плотины

Рогунская ГЭС будет спроектирована таким образом, чтобы справиться с расчетными паводками. Моделирование режима работы Рогунской ГЭС будет частью Моделирования эксплуатации каскада, в том числе трансформация паводка водохранилища.

Рогунская ГЭС должна ослаблять ВМП, чтобы защитить Нурекскую плотину.

Паводки во время строительства были описаны в пункте 2.1.3 Паводки во время строительства.

6.2. – Скорость наполнения и срабатывания водохранилища

Скорость заполнения и срабатывания водохранилища может контролироваться следующим путем:

- Интенсивность вызванной сейсмичности можно контролировать или уменьшить путем ограничения скорости наполнения.
- Опасность оползней по берегам водохранилища можно также контролировать или уменьшить путем ограничения скорости наполнения.
- Не более чем 1.2 км^3 можно накопить каждый год в водохранилище Рогуна. Это представлять собой разницу между среднего объема выделенного лимита

Таджикистану и средний объем фактических водозаборов в Таджикистане (только по реке Вахш).

Нет никакой необходимости для рассматривания первых двух критериев эксплуатации, для Фаз 0 до 2. Они будут рассматриваться в последующих фазах.

6.2.1 Аварийные сработки

В случае незамедлительной сработки водохранилища, скорость сработки должен гарантировать, что безопасность плотины сохраняется. Мощность сооружения спроектированные согласно пункту 4.1. должно соответствовать ожидаемым скоростям сработки.

6.3. – Водопользование

Исследования по эксплуатации водохранилища будет основываться на принципе, что нынешний использование воды принимается всеми сторонами, и что принцип эксплуатации реки Вахш остается неизменной. Это означает, что нынешний объем воды переданной от лета к зиме, благодаря водохранилища Нурекской ГЭС должна оставаться неизменными при совместной эксплуатации Рогунской и Нурекской ГЭС..

6.4 Выработка электроэнергии

Исследования эксплуатации водохранилища будут направлены на оптимизацию выработки электроэнергии, вместе с вышеназванным принципом неизменности эксплуатации Вахшского каскада. Оптимизация включает в себя не только Рогун, но и все гидроэлектростанции вдоль каскада. Оптимизация относится как к гарантированной энергии, так и к общей выработанной электроэнергии.

Должна быть изучена ранняя выработка, чтобы принести как можно больше выгоды проекту.

7. УПРАВЛЕНИЕ НАНОСАМИ

Минимизирующие меры направленные на влияние наносов должны быть рассмотрены для подтверждения того, что безопасность плотины обеспечивается на долгий срок.

Правила эксплуатации водохранилища будут иметь большое влияние на то как происходит отложений наносов. Должно быть уделено внимание имитации эксплуатации при различных уровнях водохранилища в течении года, особенно во время сезона паводков.

Например, уровень водохранилища продолжает оставаться высоким:

- Ведет к снижению полезного объема,
- Но задерживает наносы от водоприемников станции на большее время,

В дополнение, в таком проекте как Рогун, с такой сейсмической активностью, необходимо уделять внимания на превращения наносов в текучее состояние для изучения их потенциального влияния на входные порталы тоннелей.

Обеспокоенность обеспечения удовлетворяющего управления наносами также глубоко влияет на расположение водосбросных сооружений и типов водосбросов. Например шахтный водосброс может быть рекомендован к использованию только для сброса воды свободной от заилений.