

**ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ
МЕЖДУНАРОДНОГО ФОНДА СПАСЕНИЯ АРАЛА
АГЕНТСТВО GEF**

**ПРОГРАММА БАСЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ
ПРОЕКТ
УПРАВЛЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ И
ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

**КОМПОНЕНТ С:
БЕЗОПАСНОСТЬ ПЛОТИН И УПРАВЛЕНИЕ
ВОДОХРАНИЛИЩАМИ**

**АХАНГАРАНСКАЯ ПЛОТИНА
ОТЧЕТ ПО ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

МАРТ 2000г.

Совместно с

GIBB

LAWGIBB Group Member 



АХАНГАРАНСКАЯ ПЛОТИНА ОТЧЕТ ПО ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

СОДЕРЖАНИЕ

Глава	Наименование	Страница
1	ВВЕДЕНИЕ	1-1
	1.1 Описание Проекта	1-1
	1.2 Порядок оценки безопасности	1-2
	1.3 Обзор оценки безопасности	1-3
2	ОПИСАНИЕ ПЛОТИНЫ	2-1
	2.1 Местоположение, цели, дата строительства	2-1
	2.2 Описание плотины	2-1
	2.3 Оценка риска	2-3
3	ОБЗОР ПРОЕКТА	3-1
	3.1 Гидрология	3-1
	3.2 Геология	3-1
	3.3 Строительные материалы и их свойства	3-2
	3.4 Противофильтрационные мероприятия	3-3
	3.5 Режим работы водохранилища	3-3
	3.6 Контрольно-измерительная аппаратура	3-3
	3.7 Гидроэнергетический потенциал	3-4
4	СОСТОЯНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОТИНЫ	4-1
	4.1 Замечания по обследованию	4-1
	4.2 Оценка результатов выполняемого мониторинга	4-1
	4.3 Аварии на плотине	4-2
	4.4 Нормы и правила эксплуатации	4-2
	4.5 Существующая система раннего оповещения и правила действий в аварийной обстановке	4-2
5	ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ	5-1

	GIBB	
5.1	Основные положения	5-1
5.2	Безопасность конструкции	5-2
5.3	Безопасность плотины при наводнениях	5-2
5.4	Условие аварийной сработки водохранилища	5-5
5.5	Безопасность в отношении землетрясений	5-5
5.5.1	Учет сейсмичности при проектировании	5-5
5.5.2	Разжижение материала насыпи плотины и ее основания	5-6
5.6	Другие вопросы безопасности	5-7
5.6.1	Безопасность подъезда	5-7
5.6.2	Надежность электроснабжения	5-8
5.7	Анализ безопасности, выводы	5-8
5.7.1	Основные факторы, вызывающие беспокойство	5-8
5.7.2	5.7.2 Заключение о безопасности	5-8
6	РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, РАБОТЫ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	6-1
6.1	Общие положения	6-1
6.2	Дополнительные съемки, исследования и инспекции	6-1
6.2.1	Общие положения	6-1
6.2.2	Съемки	6-1
6.2.3	Исследования грунтов и инспекции	6-2
6.2.4	Инженерные исследования	6-2
6.3	Строительные работы	6-3
6.4	Оборудование и запасные детали к ним	6-5
6.5	План мероприятий срочного реагирования в экстремальных ситуациях	6-5
6.6	Приоритет работы	6-6
7	ВЫВОДЫ	7-1
	ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА	7-2

ПРИЛОЖЕНИЕ А - Перечень использованных материалов

ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Оценка риска

ПРИЛОЖЕНИЕ В - Контрольно-измерительная аппаратура

ЧЕРТЕЖИ

1. Генеральный план
2. План Ахангаранского водохранилища
3. План плотины
4. Геологический профиль по оси основания
5. Типовые поперечники
6. Продольный профиль по оси тоннеля
7. Наугарзанский узел сооружений. Камера затворов.

СОКРАЩЕНИЯ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

ПБАМ	Программа Бассейна Аральского моря
ЦА	Центральная Азия
ГУК	Группа Управления Компонентом
ООС/ОВОС	Оценка окружающей среды/Оценка воздействия на окружающую среду
ИК-МФСА	Исполнительный Комитет Международного Фонда Спасения Арала
НПУ	Нормальный подпорный уровень
БСС	Страны Бывшего Советского Союза
<i>FAO/CP</i>	Организация по продовольствию и сельскому хозяйству/Программа Сотрудничества Всемирного Банка
ВВП	Внутренний валовый продукт
<i>GEF</i>	Global Environment Facility
<i>ICB</i>	Международный аукцион (тендерная комиссия)
<i>ICOLD</i>	Международная комиссия по большим плотинам
МКВК	Межгосударственная комиссия по водной координации
<i>IDA</i>	Ассоциация Международного Развития при Всемирном Банке
МФСА	Международный Фонд Спасения Арала
АО	Акционерное общество
МУ	Минимальный уровень сработки
М & О	Мониторинг и оценка
НТК	Национальная тендерная комиссия
НПО	Неправительственная организация
О & М	Управление и эксплуатация
<i>PIP</i>	План реализации проекта
<i>PIU</i>	Группа реализации проекта
ГУКП	Группа Управления и Координации Проекта
<i>RE</i>	Местный инженер
ТП	Техническая помощь
ТЗ	Техническое задание
НИЦ	Научно-Информационный центр при МКВК
СС	Советский союз
НОР	Небольшой объем работ
НДС	Налог на Добавленную Стоимость
<i>WARMAP</i>	Управление Водными Ресурсами и Сельскохозяйственное Производство в Центральноазиатских Републиках
<i>masl</i>	метры над уровнем моря
млн.м ³	миллион кубических метров
км ³	кубический километр = 1000 млн.м ³
м ³ /с	кубометр в секунду
га	гектар
ч	час

1 ВВЕДЕНИЕ

Этот отчет является одним из десяти отчетов подготовленных по Компоненту С: Проект "Безопасность плотин и управление водохранилищами" проекта Управление Водными Ресурсами и Окружающей С редой» (WAEMP). Проект WAEMP финансируется различными донорами, такими как Global Environment Facility (GEF) через Всемирный Банк, правительствами Голландии и Швеции, Европейским Союзом, который выполняется Агентством МФСА по Проекту GEF – Программа бассейна Аральского моря.

1.1 Описание Проекта

В основном, Проект WAEMP преследует цели определить корни причин перерасхода и деградации международных водных ресурсов бассейна Аральского моря, начать снижение водопотребления, в особенности на ирригацию. Проект имеет цели также подготовить основы для привлечения инвестиций в водный сектор со стороны общественного и частного секторов, а также доноров. В соответствии с целями Проект разделяется на несколько компонентов. Проект Безопасность Плотин и Управление Водоохранилищами, для которого составлен настоящий отчет, является одним из них. Другими компонентами являются: Проект Управления Водным и Солевым Балансом, ведущий компонент для выработки общего подхода, стратегии и программы действий; Проект Формирование Общественного Мнения предназначен для обучения населения водосбережению; Проект Мониторинга Трансграничных Водных Ресурсов предназначен для создания возможности мониторинга трансграничных водных потоков и качества воды; Проект Восстановления Пойм для восстановления поймы дельты реки Амударья. Все эти компоненты взаимосвязаны между собой.

Компонент Безопасность Плотин и Управление Водоохранилищами сосредотачивает внимание на следующем:

- a) Продолжение независимой оценки безопасности плотин региона, повышение безопасности плотин, рассматривает заиление водохранилищ и подготовку плана инвестиций
- b) Модернизация систем мониторинга и раннего оповещения на выбранных плотинах на пилотной основе
- c) Выполнение детальных проектных проработок приоритетных мер по восстановлению плотин
- d) Сбор приоритетной информации и подготовка программы по Сарезскому озеру

Деятельность, в соответствии с поставленными целями, разделена на два блока и будет выполняться одновременно в соответствии с согласованными планами работ:

- Безопасность Плотин и Управление Водоохранилищами (включает «а», «b» и «с»)

- Оценка безопасности Сарезского озера (включает «d»)

Блок «Безопасность Плотины и Управление Водохранилищами» охватывает следующие вопросы: безопасность плотин, естественные препятствия, заиливание водохранилищ, управление руслами рек и т.д.

Рассматриваются 10 плотин, по две от каждой республики:

Казахстан - Чардарьинская и Бугуньская плотины

Кыргызстан – Учкурганская и Токтогульская плотины

Таджикистан – Кайраккумская и Нурекская плотины

Туркменистан – Копетдагская и Хаузханская плотины

Узбекистан – Ахангаранская и Чимкурганская плотины

В целях обеспечения безопасности человеческих жизней главный приоритет дается обзору безопасности каждой из этих плотин, которые являются предметом настоящего отчета.

1.2 Порядок оценки безопасности

Оценка безопасности плотин является первой стадией в оценке (включая расчет себестоимости и экономическое обоснование), анализе, проектировании и выполнении мер направленных на гарантирование безопасного управления на выбранных плотинах. Это подготовлено на основе краткого рекогносцировочного обследования каждой плотины, обсуждений с обслуживающим персоналом и внимательного рассмотрения материалов и информации с готовностью представленной нам (Приложение А). Сбор и систематизация материалов были начаты еще до начала работ по данному проекту, но этот процесс (выполняемый Национальными группами) находится все еще на ранней стадии выполнения.

Обследования плотины и настоящий отчет выполнены группой международных экспертов специализирующихся по плотинной инженерии и процедурах обеспечивающих безопасность плотин. Эта группа включает в себя экспертов компании GIBB Ltd (Великобритания), объединившихся для выполнения этой цели с корпорацией Snowy Mountains Electricity Corporation (SMEC) из Австралии, вместе с членами группы Региональных Экспертов, с которыми были заключены индивидуальные контракты для работы в качестве консультантов по этому проекту. В дальнейшем в этом отчете эта группа называется как Международные Консультанты (МК). Во время обследований плотины МК была оказана поддержка со стороны членов Национальных групп (НГ), назначенных для выполнения этого проекта от всех пяти Центральноазиатских республик.

Основной состав членов международной группы, которые являются авторами этого отчета следующий:

- Джим Халкро – Джонстон (GIBB Ltd) – руководитель группы
- Г. С. Цуриков (Узбекистан) – заместитель руководителя группы
- Эдвард Джексон (GIBB Ltd) -специалист по плотинам

- Лилиана Спасик Грил (GIBB Ltd) - инженер-геотехник /специалист по плотинным сооружениям
- Павел Козаровский (SMEC) – гидролог / инженер по гидравлике
- Э.В. Гисин – специалист по плотинам (Казахстан)
- Э.А. Арапов – специалист по гидросооружениям (Туркменистан)
- Г. Т. Касымова – специалист по энергетике (Кыргызстан)
- Р. Каюмов - специалист по гидросооружениям (Таджикистан)
- Р.Г.Вафин -гидролог, со специализацией по заилению водохранилищ (Узбекистан)
- В.Н. Пулявин – специалист по контрольно-измерительной аппаратуре плотин (Узбекистан)
- Н.А. Буслов – специалист по плотинам (Туркменистан)
- И.П.Митюлов - эксперт по сметам и поставкам (Узбекистан)
- Н.А. Дубонос – эксперт по механическому оборудованию (Кыргызстан)

Большинство из перечисленных выше членов группы внесли свой вклад в подготовку настоящего отчета.

1.3 Обзор оценки безопасности

Оценка безопасности выполняется на основании поверхностных и очевидных наблюдений проведенных во время обследования плотин, обсуждений с обслуживающим персоналом и последующими обсуждениями с членами Национальных Групп, рассмотрении проектных материалов и строительной документации, которые можно было представить для рассмотрения международным экспертам. (Полный перечень использованной документации включен в приложение А).

Оценка безопасности плотин требует оценки следующих факторов:

- (1) **Характеристики водохранилища и района плотины**, в том числе режим наводнений по реке и геологические условия этого района;
- (2) **Характеристики плотины**, в том числе ее проектные и существующие показатели;
- (3) Ожидаемые **стандарты по управлению и эксплуатации** плотин, функционирование и их значение для безопасности;
- (4) **Воздействие на нижерасположенные территории** в результате аварии на плотине либо в результате исключительно чрезмерного сброса воды.

Структура настоящего отчета отражает обзор оценки безопасности. В главе 2 дано общее описание плотины, в том числе местоположение, цели, основные размеры и оценка степени риска в отношении влияния, которое мог бы оказать инцидент с точки зрения безопасности на прилегающие населенные территории. Глава 3 рассматривает проектные факторы, которые принципиально влияют на безопасность плотины.

Комментарий по состоянию и устройству плотины приводится в главе 4, и в главе 5 дается оценка безопасности.

В главе 6 даются рекомендации для исследований, работ и ассигнований, которые следует предпринять в интересах гарантированной безопасности плотины и нижерасположенных населенных территорий. Заключение и рекомендации приведены в главе 7.

Рекомендации по мерам безопасности представленные в данном отчете должны рассматриваться как предварительные до тех пор, пока их точный объем не будет определен результатом дальнейших исследований, которые не ходят в рамки настоящего соглашения. Следовательно, ни каких попыток не было сделано на данном этапе для оценки стоимости требуемых ремонтных работ или подготовки экономического обоснования предполагаемых работ, которое необходимо для подачи заявки на финансирование. Данное мероприятие будет осуществляться когда необходимые исследования и детальные проекты будут завершены.

2 ОПИСАНИЕ ПЛОТИНЫ

2.1 Местоположение, цели, дата строительства

Ахангаранское водохранилище располагается на территории Ташкентской области Республики Узбекистан около города Ангрен на реке Ахангаран, выше северной границы угольного карьера. (Схема 1). Водоохранилище предназначено для повышения водообеспеченности орошаемых и освоения новых земель, водоснабжения промышленно-коммунального комплекса и отвода реки Ахангаран от угольного карьера.

Водоохранилище строилось в три очереди, последняя принята в эксплуатацию в 1986 г. Проект был составлен институтами «Средазгипроводхлопок» и «Средазгидропроект» г. Ташкент Узбекской ССР.

2.2 Описание плотины

В состав сооружений гидроузла входят: земляная плотина, водовыпуск-водосброс (отводящий тракт), Наугарзанское селехранилище. (Схема 2).

- a) Земляная плотина, 1-го класса капитальности, отсыпана из валунно-гравийно-галечникового грунта с наклонным суглинистым ядром. (Схема 3,4,5). По верховому откосу плотины уложено железобетонное крепление.
- b) Водовыпуск состоит из напорного туннеля диаметром 7.8 м, длиной 2092 м с водоприемником на входной части, безнапорного туннеля диаметром 7.6 м длиной 3352 м и затворного узла с водобоем-гасителем, расположенным между туннелями и концевых сооружений (Схема 6). Напорный туннель выполнен в железобетонной облицовке, безнапорный - в облицовке из тюбингов. На всем протяжении водопроводящего тракта выполнена раздельная стенка высотой 3 м, что позволяет, при пропуске расходов до 23 м³/с по одному отсеку, производить осмотр и ремонтные работы сооружений. Вода из водохранилища по водовыпуску поступает в отводящий канал и сбрасывается в р. Ахангаран.

Водоприемник имеет два входных отверстия, оборудованных двумя ремонтными и двумя аварийно-ремонтными затворами. Размер ремонтного заграждения 4x16.75 м, размер аварийно-ремонтного затвора 4x13.5 м. Манипулирование затворами возможно при уровне воды в водохранилище ниже отметки 1050 м.

Затворный узел сооружений (Схема 7) расположен на выходном портале напорного туннеля в сае Наугарзан и состоит из помещения, в котором размещены два плоских аварийно-ремонтных затвора размером 4.35x5.66 м и два рабочих сегментных затвора размером 4.5x5 м. Затворы оборудованы гидроподъемниками. Дополнительно к основным затворам предусмотрен один конусный затвор диаметром 1300 мм (на центральном бычке), для осуществления попусков из водохранилища расходом 23 м³/с и менее. Монтаж, ремонты затворов и подъемников осуществляется мостовым краном грузоподъемностью 100/20 т. В помещении затворов расположен пульт управления с необходимыми службами для дежурного персонала. Пропускная способность водовыпуска- 400 м³/с.

- с) Наугарзанское селехранилище перекрывает одноименный сай в районе расположения помещения затворов и водобоя-гасителя на участке между напорным и безнапорным туннелями. Селехранилище объемом 4.0 млн м³ предназначено для перерегулирования стока поводка р Наугарзансай. Расчетный максимальный расход реки 0.01% обеспеченности равен 400 м³/с, сток- 2.52 млн м³. В состав селехранилища входит земляная плотина из галечнико-песчаного грунта высотой 33 м. и водосброс, представляющий собой бетонную башню диаметром 8 м с 2-мя рядами отверстий размером 1.2*1.5 м и решеткой наверху и отводящую безнапорную бетонную трубу, длиной 150 м и сечением 2.5*3.5 м. Труба рассчитана на пропуск 60 м³/с.

Основные параметры водохранилища приведены в таблице 2.1

Табл. 2.1. Ахангаранская плотина –Основные параметры

Основные параметры водохранилища		
полный объем	проектный	260 млн.
	по замерам 1996 г	231.5 млн м ³
полезный объем	проектный	185 млн м ³
	по замерам 1996 г	172 млн м ³
Мертвый объем	проектный	13 млн м ³
	по замерам 1996 г.	0
Отметка нормального подпертого уровня	(НПУ)	1070.5 м
Отметка максимального попертого уровня	(МНУ)	1080.5 м
Горизонт мертвого объема	(ГМО)	1010.0 м
Площадь зеркала при НПУ	проектная	8.2 км ²
	по замерам 1996 г	8.0 км ²
Ахангаранская плотина		
длина по гребню		1633 м
Отметка гребня		1083 м
Максимальная высота плотины		100 м
Ширина гребня		10 м
Заложение откоса	верхового	1:3.0
	низового	1:2.1
Наугарзанская плотина		
Длина плотины		300 м
Отметка гребня		1050 м
Максимальная высота плотины		33 м
Ширина гребня		6 м
Заложение откоса	верхового	1:2.5-3
	низового	1:2.0-2.5
Максимальная пропускная способность сооружений при		

паводке 0.01% обеспеченности Туннельный водовыпуск	400 м ³ /с
Водовыпуск селехранилища	60 м ³ /с

2.3 Оценка риска

Во многих странах мира используется формальная система классификации ICOLD (Международный Комитет По Высоким Плотинам) для определения степени риска который связан со смертельными исходами людей и /или с ущербом имущества в результате наводнения по вине работы плотины или в случаях паводковых явлений.

Величина риска зависит частично от характеристики плотин и резервуара, частично от условий нижнего бьефа плотины.

Факторы риска по безопасности плотин, согласно процедуры ICOLD Бюллетень 72 (ICOLD 1989) представлены в таблицах Б1 и Б2 в Приложении Б.

Итоговый фактор риска для Ахангаранской плотины составляет 28 балла (Таблица 2.2), что классифицирует плотину в III класс риска, являющийся самой высокой степенью риска.

Таблица 2.2 Ахангаранская плотина – Фактор риска

Объем водохранилища (10 ⁶ м ³)		Баллы
	260	6
Высота плотины (м)	100	6
Эвакуационная потребность	1-100	4
Потенциальный ущерб	Большой	12
	Всего	28

Плотина находится в уникальном положении. Будучи расположена в вверх по течению от большого Ахангаранского угольного карьера который в свою очередь может сработать как емкость для запруженной воды, в случае прорыва плотины. В таблице 2.2 сравнительно малое количество «требований по эвакуации с низлежащих земель» отражает тот факт, что только небольшое число рабочих угольного карьера подвергнутся прямому воздействию прорыва плотины.

3 ОБЗОР ПРОЕКТА

3.1 Гидрология

Река Ахангаран образуется слиянием многочисленных саев, стекающих с юго-восточных склонов Чаткальского и северо-западных склонов Кураминского хребтов. Водосборная площадь бассейна 1290 км², средневзвешанная высота 2370 м. Река снего-дождевого питания, половодье наблюдается в апреле-июне месяце, во время которого проходит до 70% стока. Максимальный расход, замеренный на гидропосту Турк 8.04.59г был равен 460 м³/с. Минимальные расходы летнего периода составляют 2.7 м³/с, зимнего – 2.31 м³/с. Абсолютный наблюдаемый минимум суточного расхода – 1.5 м³/с. Объем стока 50% обеспеченности – 706.5 млн. м³. Принятые в проекте максимальные расходы с обеспеченностью 0.01% составляют с гарантированной поправкой 1350 м³/с, 0.1% - 764 м³/с, 1% - 503 м³/с. В связи с удлинением ряда наблюдений и вводом новых расчетных нормативов эти данные требуют уточнения.

Максимальный наблюдаемый в 1987 году сбросной расход составлял 306 м³/с. Средний сток наносов – 196 тыс.т или 163 тыс. м³/год. По результатам съемки 1996 года фактический объем заиления за 27 лет составил 28 млн. м³ или 963 тыс. м³/год, что почти в 6 раз превышает расчетный. Перед водоприемником напорного туннеля отложение наносов находятся на отметках 1010 –1011 м.

Сай Наугарзан является левым притоком реки Ахангаран, пересекающим трассу отводящего тракта ниже створа плотины. Сай стекает со склона Кураминского хребта, имеет площадь водосбора 92.8 км² и относится к селеносным. Расчетный максимальный расход 0.01% обеспеченности был определен в проекте 1962 года в размере 440 м³/с, объем паводка 2.52 млн. м³. В связи с вводом новых расчетных нормативов эти данные требуют уточнения. Объем заиления селехранилища на 1993 год составил 2.31 млн. м³ или 75 тыс. м³/год.

3.2 Геология

Долина реки в створе плотины имеет асимметричный профиль. Правый борт пологий, террасовидный, сопрягается со склонами Чаткальского хребта, левый борт крутой, сопрягается со склонами Кураминского хребта (схема 4).

Правобережное примыкание плотины и ее русловая часть представлены валунно-галечниковыми отложениями долины р.Ахангаран и правобережных саев Туганбаши и Ингички с суглинисто- щебнистыми прослоями. Отложения имеют плотное сложение и бутовую структуру.

Левобережное примыкание плотины представлено верхнепалеозойскими породами: кварцевыми порфирами, порфиритами, которые покрыты кайнозойскими отложениями, моноклинально залегающими в сторону долины с углом падения 5-13⁰. В породах палеозоя сформирована кора выветривания мощностью от 3-5 до 10 м, представленная каолиновой глиной. Выше залегают

пески и песчаники Сузакского яруса и известняки-ракушечники Алайского яруса с прослоями мергелистых глин. Четвертичные отложения представлены пролювиально-делювиальными суглинками, мощностью от 3-5 до 10-45 м, а также оползневыми накоплениями мощностью до 20-30 м.

Склоны, обрамляющие левобережный склон, повсеместно подвержены оползневым деформациям. По степени проявления активности они относятся к древним, относительно стабилизированным с глубиной захвата смещениями до 15-25 м. Поверхностью скольжения оползня являются прослой мергелистых глин, залегающих в основании известняков и, частично, плотные суглинки и глины четвертичных отложений. Современные оползневые процессы представлены крупным Верхне-Туркским оползнем, поразившим левобережный склон водохранилища выше створа плотины. Протяженность его 1000-1200 м, площадь около 45 га.

Подземные воды на участке заключены в песках и песчаниках Сузакского яруса, обладают слабым напором, выклиниваются на поверхность в виде малодебитных источников в оползневых уступах и в местах строительных подрезок.

Трасса напорного и безнапорного туннелей располагается в пределах левого борта долины. Напорный туннель целиком пройден в палеозойских породах вулканического комплекса. На большей части длины он проложен в кварцевых порфирах, за исключением небольшого участка (30 м) сложенного туфами и туфобрекчиями. Кварцевые порфиры имеют временное сопротивление сжатию 600-1200 кг/см², объемный вес 2.07-2.6 г/см³, модуль деформации 20-40 тыс кг/см² и удельный упругий отпор 150-400 кг/см². По длине туннеля встречаются тектонические трещины с раскрытием до 0.5-0.7 м заполненных глиной трения, дресвой и каолиноподобными продуктами.

Трасса безнапорного туннеля пересекает массив палеозойских вулканических пород (кварцевые порфиры, туфы, порфириты), кору выветривания палеозойских пород, горелые породы (глиежи), угленосную толщу-глины с прослоями угля.

По степени сейсмической активности район гидроузла относится к 8-ми бальной зоне.

3.3 Строительные материалы и их свойства

В качестве материалов для возведения плотины использовались валуно-галечниковые грунты с песчаным заполнителем из карьеров, расположенных в 3-5 км ниже плотины в пределах контура вскрыши угольного карьера «Ангренский». Для отсыпки ядра использовались суглинки, расположенные на левом борту долины выше створа плотины. Для переходных слоев использовалась песчано-гравийная смесь, полученная на гравие-сортировочной установке в пойме Дукентсая в 10-12 км от створа.

Грунты основания и тела плотины на возможность разжижения не проверялись.

3.4 Противофильтрационные мероприятия

В основании ядра на длине 1075 м сооружена инъекционная противофильтрационная завеса. В русловой и правобережной частях основания завеса выполнена 3-5-7 -ми рядной. Глубина завесы на русловом участке 5-40 м, на правобережном- до пород палеогена (40-70 м).

Правобережная и русловая части плотины имеют дренажную призму с водоотводящей канавой, в левобережной- построен закрытый трубчатый дренаж. Кроме того в левом борту для перехвата фильтрационного потока, построена дренажная штольня длиной 805 м. Отвод дренажных и ливневых вод осуществляется в понижение, расположенное ниже плотины.

3.5 Режим работы водохранилища

Режим работы водохранилища определяется режимом водосточника и требованиями на воду потребителей. Он разработан в «Правилах эксплуатации Ахангаранского водохранилища» (Ташкент, 1982 г.) и уточняется в соответствии с планами водопользования. Водопотребление колеблется от 520-980 млн м³ в год. Правила диспетчеризации не разработаны и регулирование стока ведется опытным путем. Существующая система водоучета не совершенна и допускает погрешности величиной в 40% и более, что осложняет возможность использования данных водоучета для оценки работы сооружений.

Режим работы водохранилища в период пропуска паводка обеспечивает пропуск расчетных максимальных расходов.

Условия эксплуатации водохранилища и в частности напорного туннеля осложняются тем, что оно полностью не опорожняется в течении всего года, т.к. в зимний период по условиям обеспечения подачи необходимых расходов для Ангренских ГРЭС №1 и №2 (3 –5 м³/с) в чаше водохранилища сохраняется объем воды около 30 млн. м³ (отметка 1024 м).

Водосброс Наугарзанского селехранилища работает в автоматическом режиме. Сток паводка трансформируется и сбрасывается в канал на участке водобоя - гасителя расходом не более 60 м³/с. Срок службы селехранилища по проекту 11 лет, после чего оно нуждается в реконструкции. Необходимо либо увеличить его емкость, либо построить выше по течению одну или две фильтрующие плотины для задержания наносов и частичной трансформации стока паводка р. Наугарзан.

3.6 Контрольно-измерительная аппаратура

Контроль за состоянием объектов водохранилища ведется управлением эксплуатации Ахангаранского гидроузла (УЭАТ). Контроль проводится визуально и с использованием контрольно-измерительной аппаратуры, которая состоит из 13 пьезометрических створов (36 пьезометра), установленных на плотине и сети геодезических знаков, (149 шт.)(Приложение В).

Поверхностные марки установлены на гребне плотины, массиве левобережного оползня и сооружениях. Уровень воды в водохранилище определяется по рейкам, установленном на плотине по верховому откосу.

Объем фильтрации через плотину и основание определяется по расходам дренажной насосной станции.

3.7 Гидроэнергетический потенциал

Гидроузел имеет значительный энергетический потенциал.

В настоящее время запроектирована и начато строительство приплотинной ГЭС мощностью 21.8 МВт с двумя агрегатами. Расход воды используемый на ГЭС - 41.6 м³/с, используемые напоры 70-27 м. Годовая выработка электроэнергии 66.5 ГВтч

4 СОСТОЯНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОТИНЫ

4.1 Замечания по обследованию

Обследование технического состояния сооружений позволило выявить ряд нарушений в их работе.

- Механическое оборудование водоприемника водовыпуска постоянно находится под водой, эксплуатация его сильно усложнена: большая трудоемкость операции по подъему и опусканию ремонтных затворов при этом необходимо проводить монтаж и демонтаж маслonaпорной установки аварийно-ремонтных затворов.
- Закрыты гидropосты на р. Ахангаран и прекращены наблюдения за притоком воды в водохранилище. Среднесуточные расходы воды р. Ахангаран определяются приближенно из расчета суточного баланса воды водохранилища.
- Не налажен отдельный учет стока дренажных вод поступающего из дренажной штольни, закрытого трубчатого дренажа левобережной части и отдельно правобережной части плотины.
- Из-за разрушения автодороги на участке оползня, закрыт подъезд к водоприемнику водовыпуска.
- Из-за высокой скорости заиления, уменьшилась емкость водохранилища и наносы стали поступать в туннель. Это может привести к преждевременному износу облицовки туннеля и механического оборудования водовыпуска. Необходимо создать ограждение, которое бы защитило водоприемник от попадания в него наносов.
- Чаша Наугарзанского селехранилища заиlena и не обеспечивает трансформацию селевых расходов.
- Из 36 пьезометров установленных на плотине, в рабочем состоянии только 9 шт, вследствие этого приостановлен контроль градиентов напора фильтрационного потока и фильтрационной прочности грунтов основания и плотины. Уничтожаются геодезические знаки, установленные на теле Верхнетурского оползня и их приходится периодически восстанавливать.

4.2 Оценка результатов выполняемого мониторинга

Положение кривой депрессии, при использовании данных наблюдений по одиночным пьезометрам, стабильно и за последние 10 лет отклонений ее от проектного положения не обнаружено. Нет отклонений в закономерностях изменения расходов фильтрации и уровней воды в пьезометрах.

Продолжаются осадки тела и основания плотины. Осадка гребня плотины за 1996-97 год в среднем составила 11 мм в год, за 1997-98 год- 18 мм в год.

Определение объемов заиления чаши водохранилища показало, что за период с 1973 по 1996 г, ее емкость сократилась на 28.5 млн м³ и сегодня полная емкость равна 231.5 млн м³. Норма твердого стока в несколько раз превышает проектную. Одной из причин быстрого заиления водохранилища могла стать реконструкция автодороги через Камчикский перевал и завал русла реки грунтом выемки.

4.3 Аварии на плотине

В 1969 г пришел в движение Верхне-Туркский оползень и возникла угроза завала водоприемника водовыпуска. Был разработан проект и осуществлено строительство резервного водозабора с оголовком на отметке 1045 м слева от существующего за пределами опасной зона. Оголовок не оборудован затворами и рассчитан на пропуск расчетного расхода водовыпуска.

Постоянно подвергается разрушению эксплуатационная автодорога к водоприемнику в пределах оползневого участка, что ограничивает возможность обслуживания водоприемника.

В камере сегментного затвора в 1998 г произошло разрушение металлической облицовки и бетона водобоя. Восстановлена только бетонная часть конструкции.

4.4 Нормы и правила эксплуатации

«Правила эксплуатации Ахангаранского водохранилища» были составлены институтом Средазгипроводхлопок в 1982 году, Однако в настоящее время они устарели и требует корректировки и уточнения.

4.5 Существующая система раннего оповещения и правила действий в аварийной обстановке

Системы раннего оповещения и правил действий в аварийной обстановке на гидроузле не имеется. Имеется телефонная связь с органами местного самоуправления и областными водохозяйственными организациями.

5 ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 Основные положения

Оценку надежности принято выполнять на основании следующих общих критериев:

(1) Безопасность конструкции

Плотина, ее основание и примыкания должны обладать адекватной устойчивостью, чтобы выдерживать не только нормальные расчетные нагрузки, но и экстремальные.

(2) Безопасность при паводках

Уровень воды в водохранилище не должен превышать критический уровень (максимальный уровень паводковых вод) при максимальном паводке расчетной вероятности. Механизмы, регулирующие затворы и блоки энергоснабжения должны оставаться в полном рабочем состоянии, при чем к ним всегда, в любое время, должен быть доступ.

В экстремальной (аварийной) ситуации на плотине должна быть возможность задействовать все средства для быстрого снижения уровня воды в водохранилище.

(3) Безопасность при землетрясениях

Плотина должна быть в состоянии выдерживать колебания грунта, вызванные максимальным расчетным землетрясением (МРЗ). Выбор соответствующего значения МРЗ делается на основании оценки последствий в случае аварии плотины.

(4) Контроль работы плотины

Должен быть предусмотрен соответствующий контроль, инспекции и мониторинг работы плотины, эти меры обеспечат своевременное обнаружение угрозы для безопасности плотины, которая может быть вызвана повреждением плотины, ее конструктивными дефектами или внешней угрозой ее безопасности, что позволит принять необходимые меры по борьбе с опасностью

Необходимо соответствующим образом осуществлять планирование мероприятий на случай аварийной ситуации, иметь средства раннего оповещения и связи, чтобы в случае аварии обеспечить безопасность населения, живущего в нижнем бьефе плотины.

В свете обзора проекта Ахангаранской плотины, условий ее работы, обзора геологических и гидрологических условий были сделаны следующие выводы в отношении безопасности плотины.

5.2 Безопасность гидроузла

Ахангаранская плотина

Сама плотина является устойчивой и откосы соответствуют материалам, использованным при строительстве.

Низовой откос находится в удовлетворительном состоянии. Верховой откос также находится в удовлетворительном состоянии. Однако, приведенные данные за период с 1992 по 1998 год по более быстрой скорости опорожнения водохранилища, чем допускалось проектом, вызывают опасения, что под бетонной облицовкой может произойти суффозия грунта, что впоследствии может отразиться на устойчивости откоса при воздействии волн.

Работающие пьезометры, установленные в насыпи, показывают, что поверхность депрессии находится ниже проектного уровня. Однако в некоторых сечениях было отмечено отсутствие пьезометров и рекомендуется их восстановить (Приложение В).

Отсутствует оборудование для измерения фильтрации через тело, основание и примыкания плотины.

Работы по сбросу воды из водохранилища проходят без осложнений. Во время проводимого обследования выполнялись работы по восстановлению разрушенной металлической облицовки за одним затвором.

5.3 Безопасность плотины при паводках

5.3.1 Обсуждение вероятности превышения расчетных гидрографов

Целью данного раздела является обсуждение расчетных гидрографов, составленных в соответствии со СНИПом и гидрографов, составленных в соответствии с расчетом Возможного Максимального Паводка (ВМП).

Конструкция Ахангаранского водовыпуска была запроектирована на основании гидрографа 0,1 % обеспеченности и проверена на гидрограф 0,01 %.

Пропуск расходов паводка 0,01% обеспеченности начинается при уровне МПУ и проходит через водохранилище выше МПУ только при трансформации паводка

Была установлена пропускная способность водовыпуска, чтобы пропускать наибольший расход, не превышая максимальный уровень водохранилища выше МПУ.

Проектный гидрограф составлен на основании статистического анализа данных наблюдений за предшествующий период времени. Теоретическая кривая, основанная на 3 параметрах гамма - распределения соответствует максимальному пику величин расходов и определяется проектным максимумом расходов для различных степеней вероятности. Величина расхода 0.01% вероятности должна быть скорректирована (гарантийная поправка) и будет примерно на 20 % выше, чем исходная величина. полученной величины к 0.005% или 1 раз в 20.000 лет

Корректировка этой величины приближает вероятность превышения Объём гидрографа также определяется путём проведения анализа частоты ежегодных максимумов. Совпадение всех ранее наблюдаемых пиков расходов и максимальных объёмов паводков приведет к тому, что две переменных величины (пик расхода и объём паводка) будут являться полностью зависимыми, с вероятностью превышения гидрографа стока равной вероятности превышения пика величины расхода. Однако, ряд ранее наблюдаемых величин пика расхода не обязательно совпадает с рядом максимальных объёмов. Другими словами, эти две переменные величины являются взаимозависимыми только частично, в результате чего вероятность превышения гидрографа стока ниже, чем вероятность превышения пика расхода.

При практическом использовании теоретической кривой повторяемости, из ряда записанных годовых максимумов был определен коэффициент асимметрии C_s . Этот коэффициент применяется теперь при построении кривой. Чем выше коэффициент, тем больше уклон теоретической кривой, что приводит к более высоким величинам расхода для низких вероятностей превышения. В этом случае $C_s=3.7, C_v=1.8$ в то время, как использованы следующие значения $C_s=4, C_v=4 \times 0.5=2.0$. Данная практика внесла дополнительный запас в отклонения величин проектных расходов, что в свою очередь привело к завышению проектных величин расходов.

В результате использования трёх вышеуказанных факторов мы имеем проектный гидрограф расходов с обеспечением значительно ниже, чем 0.001%(100.000 лет).

Ожидается, что вероятность превышения проектного гидрографа, полученного в результате, будет близка к 0.001%. Для подтверждения этого, необходимо провести последующие исследования.

Если результаты подтвердят это положение, то можно будет сделать заключение, что надежность проектных расчетов приведет к тому, что при проектировании водовыпуска плотины, следует использовать величины 1 раз в 100.000 лет, а не 1 раз в 10.000 лет, что является общим подходом при определении вероятности превышения.

Кроме того, местная гидрометслужба даёт сводку ожидаемых паводков в начале сезонов дождей (ранняя весна), основанную на запасах снега в водосборах определенных рек. Службы Гидрометцентра Узбекистана занимаются постоянной разработкой методики оценки запасов снега и водных ресурсов используя фотографии, сделанные со спутников. Опираясь на эти прогнозы, службы, которые управляют плотинами, указывают минимальное наполнение водохранилищ в начале сезона таяния. В случае дождливых лет, требуемый уровень может быть ниже, чем МПУ. Уровни Ахангаранского водохранилища поддерживаются ниже МПУ в апреле и мае с уровнем МПУ, в среднем достигаемым на спаде кривой в июне. Этот механизм позволяет использовать дополнительный объём для трансформации паводка и повышает безопасность плотины при экстремальных паводках.

5.3.2 Факторы, снижающие безопасность плотины во время паводков.

Существуют ряд факторов, которые влияют на работу Ахангаранской плотины в период пропуска больших паводков. Эти факторы связаны с ограничением во внедрении статистических методов для определения гидрографов экстремальных паводков, снижением объёма водохранилища за счет заиливания,

и возможностью перекрытия туннеля водовыпуска в случае разрушения Наугарзанской плотины.

Запись ежегодных максимумов расходов проводилась в течение 57 лет. Для того, чтобы экстраполировать максимум расхода для случаев с вероятностью превышения 0.1%, экстраполяция должна быть основана на базе местных данных с записями продолжительностью не менее, чем за 100 лет.

Так как этого нет, то экстраполяция на меньшую 0.1% вероятности превышения должна быть рассмотрена в рамках допустимых пределов. Для того, чтобы установить отношение между гидрографом расходов 0.01% вероятности обеспеченности в соответствии со СНИП и гидрографами экстремальных паводков, основанных на оценках исследований ВМП, необходимо провести исследование ВМП для этого района.

Скорость отложения наносов превышает проектную более, чем в 6 раз, и значительная часть этих наносов первоначально располагалась в верхней части водохранилища. Отложившееся наносы были перенесены к водовыпуску при низком уровне наполнения водохранилища, когда новое ложе реки прорезало слой наносов. Перенесённые наносы осели перед водовыпуском. Наносы расположены вдоль основного потока. Пректировщики в настоящее время рассматривают возможности изменения направления потока наносов от водовыпуска в мертвый объём. Количество отложившихся наносов оценивается в 28x10 млн м³. Сокращение объёма водохранилища может значительно повлиять на работу плотины в период экстремального паводка.

Сокращение полезного объёма может также косвенно повлиять на безопасность плотины. Местные власти могут заставить диспетчеров использовать паводковую ёмкость для хранения воды для ирригации во время поздней весны, когда ещё возможно сочетание дождевого и снегового паводков. Несмотря на то, что возможно потребуется сохранение больших запасов воды в более засушливые годы, сильный дождь может представлять опасность для плотины. Гидрологическое изучение использования Вероятных Максимальных Осадков (ВМО) в сочетании с таянием снегов дадут ответ на вопрос, на сколько может быть сокращен паводковый объём в зависимости от запасов снега в водосборе реки.

Наугарзанская плотина создана для защиты колодца гасителя и туннеля от наносов сая. Бассейн сая составляет 90 км². Объём селехранилища наполовину заполнен наносами. Башня водовыпуска имеет несколько отверстий, которые в настоящее время забиты наносами. Эти отверстия ещё фильтруют воду. Однако существует единственный водослив наверху башни, который защищен решеткой. Во время обследования было обнаружено большое количество деревьев и кустарников на площади селехранилища, и эти деревья, при большом паводке, могут быть вырваны с корнем и отнесены к башенному водосбросу. Перекрытие башенного водосброса может вызвать перелив через плотину даже при относительно небольших паводках, что может привести к её разрушению. Перенесенный материал вероятно, заблокирует колодец-гаситель водовыпуска Ахангаранской плотины, что приведет к повышению уровня водохранилища, что в свою очередь, возможно, вызовет перелив через плотину. Паводковая волна при разрушении плотины может попасть в открытый угольный разрез, угрожая жизни рабочих, разрушая дорогостоящее оборудование, нарушая ритм работы разреза. Ожидается, что волна паводка не пойдет дальше разреза, так как объём выемки разреза по предварительным данным, больше, чем объём Ахангаранского водохранилища.

5.3.3 Выводы и рекомендации

Можно сделать общий вывод, что методика проектирования, принятая в соответствии со СНИП, где была проведена качественная оценка больших паводков, была правильной. Вероятность превышения (обеспеченность) расчетного паводка – ниже 0.01% и приближается к 0.001%, или 1 раз в 100.000 лет. Следует отметить, что определение расчетных паводков проведено только на основе статистических методов, и привлечение ВМП необходимо, чтобы оценить безопасность плотины в экстремальных ситуациях. Сравнение экстремальных паводковых гидрографов, определенных с применением методов ВМП и СНИП позволит показать приемлемость методов СНИП для оценки безопасности плотины во время больших паводков в современных и будущих условиях.

Для того, чтобы оценить безопасность Ахангаранской плотины во время экстремальных паводков, необходимо разработать гидрологическую модель, включая бассейн Наугарзанся. Эта модель должна быть рассчитана на современные условия. Следует определить ВМП основанный на таянии снегов и ВМО, и только потом будет возможно оценить безопасность плотины и рекомендовать необходимые меры.

5.4 Условие аварийной сработки водохранилища

Сработка водохранилища в случае аварии производится через водовыпуск. Два сегментных затвора и конусный затвор пропускают максимальный расход $400\text{ м}^3/\text{с}$. Площадь водохранилища при МПУ – 8 км^2 и даёт максимальную потенциальную скорость сработки – 5 м в день.

Остаётся неизвестным, вызовет ли эта сработка проблемы в нижнем бьефе туннеля, но она создаст неустойчивость берегов водохранилища. Во время периодов больших попусков, она может также представлять опасность для водовыпуска.

Однако, ясно что сбросной расход достаточен для осуществления быстрого опрожнения водохранилища в случае аварии, при условии обеспечения безопасности пропуска больших расходов.

5.5 Безопасность в отношении землетрясений

5.5.1 Критерии в условиях сейсмичности

Предполагается, что при проектировании гидроузла учитывались параметры сейсмичности и был выполнен анализ стабильности в соответствии с советскими нормами проектирования объектов для сейсмической зоны [2]

В соответствии с советскими нормами проектирования объектов для сейсмической зоны, рассчитывается проектный коэффициент сейсмичности (k_g) для района строительства на основании шкалы интенсивности землетрясения (МСК) Коэффициенты рассчитываются на основании предположения что проектное землетрясение может происходить один раз в 500 лет. Необходимый минимальный фактор безопасности в условиях сейсмичности всегда должен быть больше единицы.

Однако современная мировая практика, основанная на рекомендациях, приведенных в Бюллетене ИКОЛД (ICOLD) 72 [1] подразумевает оценку безопасности плотины по двум репрезентативным расчетным землетрясениям, а именно:

"ОБЗ" -Оперативное базовое землетрясение

"МРЗ" -Максимальное расчетное землетрясение

Где:

- ОБЗ или "землетрясение, не приносящее ущерба" - это такое землетрясение, которое может произойти в среднем не более одного раза за время эксплуатации сооружения (или не чаще, чем один раз в 100 лет). Во время такого землетрясения сама плотина и ее вспомогательные сооружения остаются в рабочем состоянии, но некоторые ремонтные работы могут оказаться необходимыми. Необходимый минимальный фактор безопасности в расчете на такое землетрясение всегда должен быть больше единицы.
- МРЗ или "максимальное землетрясение, не приводящее к разрушению объекта" это такое землетрясение, когда происходят самые мощные подвижки грунта, которые плотина должна выдержать без разрушения. Плотины, которые попадают в "Группу риска III", рекомендуется проектировать на период повторения МРЗ один раз в 10 000 лет [3]. Для такого землетрясения следует оценить смещение гребня плотины и сравнить его с допустимым превышением гребня.

Хотя безопасность плотины не оценивалась для ОБЗ и МРЗ, все же рекомендуется выполнить дополнительные инженерные работы (раздел 6.2.4) для того, чтобы оценить безопасность плотины в таких условиях.

Следует также проверить, в рамках оценки безопасности плотины, высоту сейсмической волны (сейши) в водохранилище, которая может развиваться в водохранилище во время сейсмического события, что требует повышения стандартного запаса без землетрясения.

5.5.2 Разжижение материала насыпи плотины и ее основания

Для плотин, находящихся в зонах высокой сейсмичности, частью комплексных работ по оценке безопасности должна являться оценка возможности разжижения материалов плотины и её основания в результате сильного сейсмического воздействия.

Насыпь плотины

Принимая во внимание тот факт, что материалы, в насыпи отсыпались слоями и уплотнялись катками, возможность разжижения материалов весьма незначительна.

Основание

Что касается аллювия в основании плотины, принимая во внимание тот факт, что материал был дополнительно уплотнен весом плотины и имеет хороший грансостав с достаточным количеством мелких фракций, то существует уверенность, в том, что возможность разжижения аллювия также весьма незначительна. Хотя существует возможный риск частичной потери силы сцепления, вызванное разжижением материалов во время сильных землетрясений. Вследствие этого, рекомендуется провести некоторые

исследования на месте, для того, чтобы проверить характеристики материалов плотины и основания для оценки риска.

5.6 Другие вопросы безопасности

5.6.1 Верхне-Туркский оползень

Верхне-Туркский оползень - это большой, активно действующий оползень, расположенный на левом берегу водохранилища. Полный объем нестабильной массы был оценен приблизительно в 3 -10 млн.м³.

Скольжение происходит вдоль глинистого слоя, покрывающего известняк, и активизируется высокими уровнями воды в водохранилище.

Впервые подвижки оползня были отмечены в 1969 году. С 1969 года скорость движения постоянно измерялась, и эти измерения показали, что подвижки составляли примерно 100 см в год, а в некоторых местах достигали 300 см в год. Для того, чтобы ограничить подвижки, уровень воды в водохранилище был ограничен НПУ.

Активность оползня усилилась в 1998 году, когда уровень воды превысил НПУ, создав опасность разрушения подъездной дороги к входному оголовку водовыпуска. Существует опасность, что внезапная подвижка оползня может вызвать волну в водохранилище, которая может привести к переливу через плотину.

Эта проблема была первоначально изучена МИСИ, который участвовал в составлении проекта плотины, но МК отмечают, что после того, как Институт прекратил свою деятельность по проекту, больше в этой области не проводилось никакой работы. В результате исследований, проведенных МИСИ, было рекомендовано построить дренажный туннель вдоль оползня (по отметке 1090) для стабилизации его движения, но эти рекомендации так и не были реализованы. Вместе с тем, была построена короткая дренажная штольня в примыкании плотины для повышения устойчивости массива, непосредственно примыкающего к плотине.

5.6.2 Наугарзанская плотина

Наугарзанская плотина была запроектирована для задержки наносов из сая и предотвращения заиливания водобойного колодца и нижнего бьефа туннеля водовыпуска, осуществляющего пропуск воды. Однако, Наугарзанское водохранилище в настоящее время наполовину заполнено наносами. Существует единственный сброс воды через гребень башни водовыпуска, защищенный решеткой. Существует опасность засорения решетки, что может послужить причиной перелива через плотину, что в свою очередь является угрозой безопасности водовыпуска главной плотины.(см. Раздел 5.3.2)

5.6.3 Безопасность подъезда

В настоящее время, как отмечают МК, транспортный доступ к входному оголовку водохранилища - невозможен из-за оползня, разрушающего подъездную дорогу.

Подъезд к плотине и водосбросу возможен с двух сторон, и вероятность того, что сразу две дороги будут повреждены, очень низкая.

5.6.4 Надежность электроснабжения

Из-за отсутствия поверхностного водослива безопасность плотины зависит от действия затворов в помещении затворов. Не было проведено никакой оценки безопасности касающейся уязвимости электроснабжения в экстремальных условиях, и это необходимо сделать.

5.7 Анализ безопасности, выводы

5.7.1 Основные факторы, вызывающие беспокойство

МК считают следующие вопросы основными в отношении обеспечения безопасности Ахангаранской плотины:

- 1) Массив оползня в верхнем бьефе на гористом левом берегу водохранилища продолжает медленно двигаться. Внезапный обвал этого массива (который может быть вызван подъёмом уровня воды или землетрясением), может вызвать волну в водохранилище (в зависимости от уровня воды), которая может привести к переливу воды через плотину.
- 2) Безопасность плотины, в связи с отсутствием поверхностного водослива полностью зависит от надежной работы водовыпуска. Работа водовыпуска может быть нарушена вследствие перелива (или в экстремальных случаях, разрушения) Наугарзанской плотины, расположенной в соседней долине, что подвергнет риску главную плотину.
- 3) В связи с недостатками в инструментальной системе наблюдений невозможно осуществлять необходимый контроль за состоянием плотины.
- 4) Гидромеханическое оборудование в настоящее время находится в рабочем состоянии. Однако, оно устаревает, и для того, чтобы обеспечить 100% надежность его работы, необходимо проводить качественный ремонт и гарантийное обслуживание.
- 5) Отсутствие последовательного плана действий в аварийных ситуациях, а также системы раннего оповещения в случае аварии, выявленной контрольно-измерительной аппаратурой, вызванной естественными природными причинами (например, сильным паводком), ошибкой персонала, неисправностью оборудования, или несанкционированными действиями. Необходимо четкое руководство для диспетчерской службы, помогающее распознать первые признаки аварии, выявленные системами контроля.

5.7.2 Заключение о безопасности

В результате проведенного обследования плотины и представленных данных из обсуждения с инженерами, занимающимися плотиной и её изучением, МК пришли к выводу, что в настоящее время Ахангаранская плотина отвечает требованиям безопасности. Однако, селевая дамба (Наугарзанская плотина), расположенная недалеко от Ахангаранского водовыпуска, представляет опасность для него. По мнению МК, не следует рассчитывать на надежность селевой дамбы (Наугарзанской плотины) в паводковый период, в период прохождения потока, насыщенного наносами и деревьями.

Массив левобережного оползня из – за движения больших объёмов грунта в период высокой воды в водохранилище продолжает представлять

потенциальную опасность, Для того, чтобы избежать активизации оползня, следует ограничить максимальный уровень воды НПУ, и рекомендовать всегда строго следовать этому требованию.

6 РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, РАБОТЫ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1 Общие положения

Обзор проекта плотины и анализ результатов проведенной инспекции плотины, а также беседы с руководством гидроузла позволили ИК сделать некоторые выводы относительно безопасности плотины. Эти выводы были рассмотрены в разделе 5. Сделанные выводы вместе с соображениями относительно требований необходимости организации управления аварийными ситуациями заложили основы для оценки потребности в дополнительных работах, исследованиях, строительных работах и материально-техническом обеспечении. Именно эти мероприятия необходимы для того, чтобы довести плотину до приемлемого и устойчивого стандарта безопасности. Однако следует сказать, что объем дальнейшей работы, будет уточнен по окончании когда всех исследований и работ, что позволит сделать более точные и более обоснованные выводы.

Более детальные технические условия и методология работы, на которые делается ссылка в данном разделе, приводятся в отчете, озаглавленном "Методология проекта приоритетных реабилитационных работ".

6.2 Дополнительные съемки, исследования и инспекции

6.2.1 Общие положения

Для обеспечения исходными данными для составления проектов работ, описанных ниже и для уточнения выводов по оценке безопасности необходима дополнительная информация, которая не входит в рамки данного проекта.

Эту работу можно подразделить на следующие пункты:

- Съемки
- Изыскания и изучение грунтов
- Инженерные исследования

Дополнительно рекомендуется составлять и постоянно обновлять досье, включающее в себя данные по существующим конструкциям и другую необходимую информацию, имеющую отношение к проекту, конструкции и работе плотины. В случае ухудшения качества исходных чертежей, их следует изъять и перерисовать, предпочтительно, на компьютере. Это досье будет содержать основную информацию, к которой можно было бы обратиться во время проведения последующих обследований, или при осуществлении модификаций в будущем.

6.2.2 Съемки

(1) Съёмки поверхности.

Провести съёмку чаши Наугарзанского селехранилища

Выполнить съёмку левобережного оползня.

(2) Съёмка водохранилища

МК отмечают, что строительство автодороги в бассейне реки приводят к интенсивному отложению наносов в верхней части водохранилища.

Рекомендуется провести съёмку чаши водохранилища в ближайшем будущем, а также осуществлять более частый контроль над отложением наносов в водохранилище с более краткими интервалами, особенно до завершения строительства дороги.

6.2.3 Исследования грунтов и обследования

Рекомендуются следующие исследования грунтов и обследования

(1) Исследования грунтов

Восстановление пьезометров плотины повлечет за собой значительные объемы работ по бурению и предполагается во время производства этих работ использовать благоприятную возможность для проведения тестов «на месте» чтобы проверить свойства материалов основания и тела плотины. Однако понятно, что имеются достаточные наблюдения с начала строительства для обеспечения информацией по прочности материалов тела плотины с целью проверки устойчивости от воздействия землетрясений.

Если в результате рассмотрения имеющейся информации по грунтам обнаружится, что необходима дополнительная информация для полноты исследований по зоне оползня, будет рекомендовано провести дополнительные работы по бурению.

(2) Обследования

Для того, чтобы собрать информацию, на основании которой будут уточнены объёмы ремонтов и оборудования, рекомендуется провести детальное обследование плотины и примыканий с инвентаризацией дефектов, материалов и требуемых ремонтов, включая:

- ремонт верхового бетонного откоса плотины (обследуется при низком уровне водохранилища)
- мероприятия по улучшению дренажа плотины (обследуется на предмет выявления фильтрации при высоком уровне водохранилища)
- ремонт креплений низового откоса плотин и работы по поверхностному дренажу,
- внутреннюю облицовку затворов водовыпуска и колодца-гасителя
- электрические провода и освещение
- затворы и подъёмное оборудование
- бетон и конструкции
- металлоконструкции (площадки и лестницы башни затворов)

6.2.4 Инженерные проработки

Рекомендуется провести следующий инженерный и гидрологический анализ

- 1) Обзор поступления максимальных паводков в главное водохранилище и в селехранилище (левый берег)
- 2) Обзор действий по управлению паводком в период прохода больших паводков, используя последние данные по оценкам паводков и данные по

заилению водохранилища по допустимому волновому запасу над уровнем воды с учетом последних данных по ветру.

Если необходимо, возможны следующие меры борьбы с паводками.

- В зависимости от результатов анализа устойчивости берегов водохранилища в соответствии с п.6 (см. ниже) рассмотреть вопрос об увеличении высоты плотины, или установить парапет на гребне для увеличения МПУ.
- Переработать правила по эксплуатации с целью поддержания большего объема для трансформации паводка в критический период.

В связи с невозможностью устройства сбросного канала можно считать, что мероприятия по борьбе с паводком посредством устройства аварийного водосброса не является практически возможным.

- 3) Провести анализ направления потока через селехранилище, чтобы определить ожидаемый уровень воды за селевой плотиной для различных случаев риска при 0.01% паводке, включая
 - увеличение уровня отложения наносов в ёмкости
 - различную степень перекрытия мусором водослива башни
 - В зависимости от последствий перелива потока через селевую дамбу, необходимо выполнить проект нескольких вариантов работ для обеспечения такой же водосбросной мощности, как и для главной плотины, и выбрать наиболее подходящий, например:
 - наращивание плотины
 - улучшение существующего трубчатого водовыпуска
 - устройство дополнительного аварийного водовыпуска
 - проведение регулярной очистки селехранилища от наносов
 - соорудить (создать) дополнительное селехранилище выше по течению
- 4) Обзор сейсмичности местности и определение ОБЗ и МРЗ.
- 5) Обзор статической и сейсмической устойчивости главной и селевой плотин на основе последних характеристик, выявленных во время последних исследований на месте, и определить деформацию там, где факторы безопасности в период сейсмической активности составляют меньше единицы.
- 6) Обзор устойчивости массива левобережного оползня и оценка увеличения скорости движения оползневой массы, вызванной повышением уровня водохранилища или силой сейсмического воздействия.
- 7) Осуществить инженерные исследования и модельные испытания подводной бермы или тела плотины с целью расширить русло потока до водозабора тем самым создавая возможность для отложения наносов в появившемся мертвом объеме.

6.3 Строительные работы

Предварительная оценка требуемых строительных работ сделана на основе оценки безопасности и имеющихся данных. Окончательные детали будут зависеть от результатов анализа, описанного выше

(1) Контрольно- измерительная аппаратура

Хотя насыпь находится, в общем, в хорошем состоянии, необходимо держать её под постоянным контролем. Необходимо восстановить оборудование для осуществления контроля. Предлагается следующее:

- установка новых труб пьезометров, т.к. существующие трубы- забиты
- установка в опасных местах дополнительных электрических пьезометров
- Восстановить геодезические знаки, используемые для измерения горизонтальных смещений и для измерения осадки
- Установка водомера на водоотводе из дренажной штольни на левом берегу.

(2) Гидромеханическое оборудование

Безопасность плотины зависит от нормальной деятельности гидромеханического оборудования. Весь необходимый ремонт, замена электропроводки и т.д. должны быть выполнены немедленно. а также должен быть установлен резервный генератор. Важным пунктом, требующим особого внимания, является восстановление стальной облицовки за левым сегментным затвором водовыпуска.

(3) Селевые плотины

Если существует необходимость проведения любых работ по повышению надежности селевой дамбы, их следует срочно провести, чтобы обеспечить безопасность главной плотины.

(4) Новые гидропосты

Планируется установить 3 новых гидропоста, взамен постов вышедших из строя. Два поста будут размещены по реке Ахангаран, вверх и вниз по течению, а третий по реке Наугарзан, вверх по течению от противоселевой плотины.

(5) Восстановление подъездного пути

Подъездной путь до туннельного водозабора, который в настоящее время пересекает зону оползня по левому берегу водохранилища, нуждается в восстановлении. Понятно, что альтернативный вариант дороги был выбран по устойчивым грунтам. Также необходимо перенести линию электропередач которая используется для питания водозаборных сооружений.

(6) Подводная берма в водохранилище

Согласно инженерному изучению относящемуся к Разделу 6.2.4(7) было предложено провести инженерные работы в водохранилище с целью улучшения притока на подходе к водозабору.

(7) Разное

Другие требующие внимания моменты которые были выявлены в результате детальной проверки должны быть исправлены. Например, очевидно, что существует необходимость в модификации электролинии до 2 трансформаторов питающих гидромеханическое оборудование.

6.4 Оборудование и запасные детали к ним

Предварительная оценка необходимых поставок, основанная на обследованиях МК и обсуждениях с начальником эксплуатации состоит в следующем:

- (1) 27 количество пьезометров. В настоящее время все пьезометры – трубчатого типа, но следует предусмотреть установку ряда дополнительных электрических дистанционных пьезометров в критических точках.
- (2) оборудовать 8 контрольных марок для измерения горизонтальных смещений и 17 для измерения осадки
- (3) Обеспечить установку оборудования для мониторинга кавитации нижних частей затворов
- (4) Обеспечить установку резервного генератора и проводки
- (5) Автоматическая система управления затвором, включающая телеметрию, позволяющую дистанционное управление в ответ на идущий паводок, в соответствии с наблюдаемыми показаниями гидрометрического поста.
- (6) Специализированная система телекоммуникаций делающая возможным создание системы раннего оповещения, как на плотине так и для низлежащих поселений.

Список будет уточнен при более детальном обследовании.

6.5 План мероприятий срочного реагирования в экстремальных ситуациях

Всегда существует возможность создания аварийной ситуации в результате исключительных обстоятельств, человеческих ошибок, или дефекта конструкции, необходимо, чтобы для таких ситуаций имелся хорошо разработанный план, обеспеченный эффективной организацией его осуществления, а также средствами связи и системой тревожной сигнализации.

На основании моделирования разрушения плотины и рассмотрения трансформации волны вниз по течению необходимо подготовить карты затопления с выделением зон повышенной опасности, указанием времени добегания волны и длительностью затопления. Отсчет ущерба от возможного паводка и возможных человеческих жертв, должны быть определены на основе работы проделанной выше.

Необходимо подготовить детальный аварийный план и инструкции, где будут отражены действия и обязанности начальника эксплуатации, инженерного штата и местных (гражданских) органов.

6.6 Приоритет работы

Меры безопасности, указанные выше, приведены в таблице 6.1, которым соответствует один из трех приоритетных уровней (I, II, III).

Предлагаемые приоритетные уровни выглядят следующим образом:

- I. высокий приоритет; работа, требующая незамедлительного выполнения
- II. средний приоритетный уровень; работа, которая должна быть выполнена в течение 3х лет
- III. низкий приоритетный уровень; необходимые мероприятия, которые должны всегда находиться на рассмотрении

Таблица 6.1: Ахангаранская плотина – состояние безопасности плотины

Приоритеты для Изучения, Проведения Работ, Обеспечения оборудованием

Пункт	Изучения	Приоритет 1	Приоритет 2	Приоритет 3
1. Съёмки (6.2.2)	<input type="checkbox"/>			
2. Изыскания и обследования (6.2.3.)	<input type="checkbox"/>			
3. Инженерные исследования (6.2.4)	<input type="checkbox"/>			
4. Строительные работы. (6.3) <ul style="list-style-type: none"> • КИА • Гидромеханическое оборудование • Модернизация противоселевой плотины • Новые гидросты • Реконструкция автодороги к входному оголовку • Подводная берма у водозабора • Различные виды ремонта 		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Обеспечение оборудованием (6.4) <ul style="list-style-type: none"> • Пьезометры и оборудование для контроля за деформациями • оборудование для мониторинга кавитации нижних частей затворов • Резервный генератор • Система АСУТП • Оборудование раннего оповещения и связи 		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. Изучение планирования на случай аварии (6.5)	<input type="checkbox"/>			

7 ВЫВОДЫ

На основе полученных данных и кратковременного обследования плотины, МК пришли к выводу, что, хотя Ахангаранская плотина находится в удовлетворительном состоянии, существуют два следующих фактора, влияющие на безопасность плотины, а именно: уровень защиты водовыпуска, создаваемой Наугарзанской селевой плотиной, и риск внезапной подвижки оползня, которой может создать высокую волну в водохранилище.

Первостепенное значение должно быть отдано следующему:

(а) восстановление пьезометров и установка всеобъемлющей системы наблюдения за деформацией и фильтрацией, и в дальнейшем проведение регулярных наблюдений за поровым давлением, деформациями, и фильтрацией, с четким представлением результатов, обработкой анализов опытными инженерами.

(б) обзор оценки паводков и действий по управлению паводками

(в) обзор аспектов безопасности противоселевой плотины и мероприятий по улучшению её работы

(г) обзор аспектов безопасности по оползню

(д) различные ремонты гидромеханического оборудования

(е) утверждение официальной программы обследований и отчетов по работе и безопасности плотины

(ж) обеспечение надежного резервного энергоснабжения

(з) создание надежного аварийного плана и системы раннего оповещения для населения, проживающего в нижнем бьефе плотины в случае аварии, обеспеченный эффективной организацией и системой связи.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бюллетень ICOLD 72, 1989
2. СНиП 11-7-81, Российские нормы по строительству в зоне сейсмичности.
3. Справочник инженера "Сейсмическая опасность для гидротехнических сооружений в Соединенном Королевстве", Building Research Establishment (BRE) UK, 1991
4. Л. Ванг "Районирование лессовых площадей в Китае по принципу сейсмической геотехнической угрозы, 1999 Technical committee for earthquake. Geotechnical Engineers, ISSMGE

Приложение А
АХАНГАРАНСКАЯ ПЛОТИНА
Перечень использованных материалов

Ахангаранская плотина

Приложение А – список изученных данных

1. Обзор проектирования
2. Июньская миссия Всемирного банка
3. Ирригация Узбекистана, 1975

Приложение Б

Метод оценки риска

ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Метод оценки риска

– Метод оценки риска

Таблица В2.1 Факторы, на основании которых строится классификация				
Емкость (10 ⁶ м ³)	Классификационные факторы			
	Высота(м)	>120 (6)	120-1 (4)	1-0.1 (2)
Эвакуация населения (Количество человек)	>45 (6)	45-30 (4)	30-15 (2)	<15 (0)
Потенциальный ущерб на нижнем бьефе	>1000 (12)	1000-100 (8)	100-1 (4)	Не следует (0)
	Большой (12)	Средний (8)	Малый (4)	Отсутствует (0)

Таблица В.2 Категория плотины	
Суммарный Классификационный фактор	Категория плотины
(0-6)	I
(7-18)	II
(19-30)	III
(31-36)	IV

Использованы рекомендации : Бюллетеня ICOLD 72

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Контрольно-измерительная аппаратура

Отчет специалиста В.Н. Пулявина (V. N.PULYAVIN)

октябрь 1999

Обследования состояния контрольно-измерительной аппаратуры и наблюдений на плотине Ахангаранского водохранилища

На плотине Ахангаранского водохранилища предусмотрено выполнение наблюдений за фильтрационным режимом плотины и основания (положение депрессионной поверхности, фильтрационные напоры в основании, расход фильтрации), осадками и горизонтальными смещениями плотины и катастрофического водосброса.

Для этого с соответствие с проектом было построено 36 пьезометров, и 149 геодезических знаков в том числе: для измерения горизонтальных смещений - 21 шт, для измерения осадки - 128 шт.

При обследовании сооружений и контрольно-измерительной аппаратуры было установлено следующее:

повреждены геодезические знаки, используемые	
- для измерения осадки основания плотины	17шт
- повреждены геодезические знаки, используемые	
для измерения горизонтальных перемещений	8шт
- непригодны для наблюдений (засорены, заилены и т.д.) пьезометры	27шт

По имеющейся КИА ведутся регулярные наблюдения за фильтрационным режимом плотины и основания. Геодезические наблюдения за осадкой и смещениями сооружений водохранилища выполнялись в 1997 и 1998 годах. Данные натурных наблюдений анализируются специалистами Диагностического центра Государственной водохозяйственной инспекции Узбекистана.

Анализ данных натурных наблюдений показал следующее:

- максимальное положение депрессионной поверхности ниже проектного;
- расход фильтрации через плотину и основание в 1998г и предыдущие годы не превышал 200л/с, наблюдается тенденция увеличения расхода;
- осадка гребня плотины в наиболее высокой её части за последний год(1997-1998гг) увеличилась на 18мм, осадка низового откоса на отм.1050 - на 7-7мм, на отм.1016 - на 3мм.

Выводы

Количество и техническое состояние контрольно-измерительной аппаратуры, используемой в настоящее время на плотине для мониторинга, не позволяет осуществлять контроль безопасности сооружений Ахангаранского водохранилища на требуемом уровне.

Рекомендуется:

1. Восстановить геодезические знаки, используемые для измерения горизонтальных смещений	
ен плотины	- 8шт
2. Восстановить геодезические знаки, используемые для измерения	
осадки	- 17шт
3. Построить пьезометры	- 27шт
4. Установить датчики давления в пьезометрах на гребне плотины,	
кабель вывести на общий измерительный пульт	- 13шт
5. Установить мерные водосливы	- 2шт
6. Приобрести электроуровнемеры для измерения	
уровней воды в пьезометрах	- 3шт

Пулявин В.Н.

ЧЕРТЕЖИ