

**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**

**КАЙРАКУМСКАЯ ПЛОТИНА
ОТЧЕТ ПО ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

МАРТ 2000г.

Совместно с

GIBB
LAWGIBB Group Member 

 **SMC**

КАЙРАКУМСКАЯ 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	2-2
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	3-2
	3.5 Режим работы водохранилища	3-2
	3.6 Контрольно-измерительная аппаратура	3-3
	3.7 Гидроэнергетический потенциал	3-3
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	4-1
	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
5.2.1	Тело плотины	5-2
5.2.2	Сооружения	5-4
5.3	Безопасность плотины при паводках	5-4
5.3.1	Анализ методологии расчетного гидрографа	5-4
5.3.2	Факторы снижающие безопасность плотины в период паводков	5-5
5.3.3	Выводы и рекомендации	5-7
5.4	Условие аварийной сработки водохранилища	5-7
5.5	Безопасность в отношении землетрясений	5-8
5.5.1	Критерии в условиях сейсмичности	5-8
5.5.2	Разжижение насыпи и грунтов основания	5-9
5.6	Другие вопросы безопасности	5-9
5.6.1	Безопасность подъезда к плотине	5-9
5.6.2	Надежность электроснабжения	5-9
5.7	Анализ безопасности, выводы	5-9
5.7.1	Основные проблемы	5-9
5.7.2	Заключение относительно безопасности	5-10
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	Изыскания	6-2
6.2.3	Исследование грунтов и обследования	6-2
6.2.4	Инженерные исследования	6-3
6.3	Строительные работы	6-3
6.4	Оборудование и запасные детали к ним	6-4
6.5	План мероприятий срочного реагирования в экстремальных ситуациях	6-4
6.6	Приоритет работы	6-4
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 гидроузла
3. Поперечное сечение
4. Кайраккумская ГЭС: здание станции, поперечный разрез
5. Кайраккумская ГЭС: здание станции, продольный разрез

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 Респубиках
<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 Плотин и Управление Водоохранилищами» 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. 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. Дубоносков – 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

Кайраккумское водохранилище расположено в среднем течении реки Сырдарья в 20 км от г.Ходжента Ленинабадской области, республики Таджикистан. Доступ к плотине возможен круглый год по асфальтированной дороге Ходжент-Кайраккум (схема 1).

Водоохранилище предназначено для сезонного регулирования стока реки с целью удовлетворения нужд ирригации, а также для выработки электроэнергии.

Проект разработан институтом С.А.О."Гидропроект" г.Ташкент. Начало наполнения водохранилища в 1956 г.Водоохранилище введено в эксплуатацию в 1959г.

2.2 Описание плотины

Плотина состоит из (схема 2) :

- глухой намывной земляной плотины;
- водосливной ГЭС.

Глухая намывная земляная плотина из песчаного грунта с упорными призмами из шагала, гравия, и камня. По верховому откосу выполнено каменное крепление. Низовой откос защищен слоем песчано-гравийной смеси. У основания низового откоса, на русловом участке, устроен наклонный дренаж. На пойменном участке – трубчатый (схема 3).

Для защиты от подтопления, вдоль левого берега водохранилища, устроены дамбы обвалования общей длиной 27 км., и комплекс насосных установок для горизонтального дренажа.

Водосливная ГЭС размещена у левого берега реки (схема 4,5). С плотиной здание сопрягается массивным устоем. На ГЭС установлено шесть гидроагрегатов, каждый 26,3 тыс. кВт. Каждый агрегат размещен в отдельном помещении под водосливом. Расстояние между агрегатами 17 м. Над генераторными помещениями устроен поверхностный водослив общим фронтом 72 м для пропуска расчетного расхода 3960 м³/сек при отметке МПГ - 48.35.

Через гидроагрегаты пропускается 1080 м³/сек. Отверстия водослива оборудованы двумя рядами затворов - ремонтными ВхН = 12х24 м (6 шт) и рабочими ВхН = 12х10 м (6 шт). Все затворы управляются козловым краном грузоподъемностью 2х125 т. На турбинных водоводах установлены плоские глубинные затворы ВхН = 12х6 м с управлением гидроподъемниками грузоподъемностью 2х110 т.

Электропитание приводов козлового крана и гидроподъемников осуществляется от собственных источников электроэнергии. Резервное питание в случае необходимости осуществляется через ОРУ 220/110 кВ от других источников электроэнергии.

Основные параметры водохранилища приведены в таблице 2.1

Таблица 2.2 Кайракумская плотина – Основные параметры

Основные параметры водохранилища

Полный объем (по проекту)	4.2 млрд. м ³
Полезный объем (по проекту)	2.3 млрд. м ³
Мертвый объем (по проекту)	1.9 млрд. м ³
Отметка нормального подпорного уровня НПУ	347.50 м у.о
Отметка максимального подпорного уровня МПУ	348.35 м у.о
Горизонт мертвого объема ГМО	340.5 м у.о
Площадь зеркала при НПУ	513 км ²

Основные параметры плотины

Длина плотины	1202 м	
Отметка гребня	351.50 м у.о	
Ширина гребня	64 м	
Максимальная высота плотины	32 м	
Заложение верхового и низового откоса	а) выше бермы	1:4
	б) ниже бермы	1:4
Максимальная пропускная способность всех сооружений при НПУ паводке 0.01 % обеспеченности	через гидроагрегаты	5040 куб м/с
	через водослив	1080 куб м/с
	через водослив	3960 куб м/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 Кайраккумской плотины составляет 34 балла (Таблица 2.2), что классифицирует плотину в IV класс риска, являющийся самой высокой степенью риска.

Таблица 2.2 Кайраккумская плотина – Фактор риска

		Баллы
Объем водохранилища (10 ⁶ m ³)	400	6
Высота плотины (м)	35	4
Эвакуационная потребность	>1000	12
Потенциальный ущерб	Большой	12
	Всего	34

3 ОБЗОР ПРОЕКТА

3.1 Гидрология

Река Сырдарья образуется слиянием рек Нарын и Кара-Дарья. Плотина Кайраккум построена перед выходом реки на равнинную территорию. Площадь водосбора реки до плотины 136 тыс.км². Средний многолетний расход реки в створе плотины составляет 520м³/сек. Сток 50% обеспеченности составит 15875 млн.м³. В период паводков с апреля по август проходит до 60% годового стока.

-Максимальный наблюдаемый расход 4300м³/сек прошел 2 апреля 1969г.

-Расчетные максимальные расходы: 0,01% = 5570 м³/сек;
0,1% = 4400м³/сек.

-Средний месячный летний минимальный расход - 122 м³/сек.

-Средний месячный зимний минимальный расход - 130м³/сек.

-Фактический объем заиления за период 1956-1961гг.составил 156 млн.м³., за1956-1969гг. Сооставил 413 млн.м³.,что в среднем составит 318 м.³ в год.

-Наблюденная максимальная мутность составила 50 кг./м³.

-Максимальные сбросные расходы при НПУ - 5040 м³/сек ;
при МПУ - 5600 м³/сек.

-Пропускная способность нижнего участка русла не более 2500-3000м³/сек.

3.2 Геология

Длина реки Сырдарьи в районе водохранилища по формам рельефа имеет различный характер. Правый берег представляет террасированную песчаную степь, примыкающую к предгорьям, где выделяется три продольные аллювиальные террасы, представленные различной крупности песками, супесями, суглинками и глинами. Левый берег выражен в виде волнистой равнины с уклоном в сторону реки и представлен переслаивающейся толщей песчано-гравийно-галечниковых образований.

Участок основных сооружений гидроузла сложен переслаивающимися пластами глин, песков и слабых песчаников. Коренные породы, залегающие в основании водосливной ГЭС представлены слоями плотных брекчированных глин и частично сцементированных песков. Левый берег от здания ГЭС сложен, в основном, из песков.

Сейсмичность района строительства 8 баллов.

3.3 Строительные материалы и их свойства

Песок для намыва земляной плотины добывался в русле реки и на ее берегах в непосредственной близости от створа плотины из 4-х карьеров. Камень для крепления откосов завозился из карьеров в районе города Бекабада. Гранулометрический состав песков, использованных при намыве плотины характеризуется таблицей 3.1.

Таблица 3.1

Размеры частиц в мм	Гравий	Песок						
		Крупный		Средний	Мелкий	Тонкий	Пыль	
		2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	0.05-0.01	<0.01
%	14.12 ÷ 5.62	2.66 ÷ 1.19	23.83 ÷ 5.43	19.82 ÷ 7.32	52.70 ÷ 39.48	5.92 ÷ 1.56	5.54 ÷ 1.43	5.48 ÷ 3.48
	100	85.88 ÷ 94.38	83.72 ÷ 93.19	65.77 ÷ 86.22	45.92 ÷ 70.92	6.47 ÷ 16.88	4.91 ÷ 11.02	3.48 ÷ 5.48

Проектом предусматривалось уплотнение песка при намыве его в плотину до объемного веса 1.6 т/м^3 . Для обеспечения необходимой устойчивости тела в основании верхового и низового откоса были устроены особые упорные призмы из шагала.

3.4 Противофильтрационные мероприятия

Как противофильтрационные мероприятия и для защиты дренажа под верховой зуб здания ГЭС забит металлический шпунт глубиной 3.0 м.

3.5 Режим работы водохранилища

До распада СССР режим работы водохранилища был направлен на удовлетворение потребностей ирригации и частично в энергетических целях. В вегетационный период, с апреля по сентябрь, производилось регулирование расходов реки по оросительному графику. Излишки паводкового стока сберегались в водохранилище для получения гидроэлектроэнергии в зимний период на собственной приплотинной ГЭС.

После распада СССР водохранилище в основном работает в энергетическом режиме.

При прохождении паводка превышающего расходы $1080 \text{ м}^3/\text{сек}$ (пропускается через агрегаты) вступают в пропуск воды в поверхностные водосбросы и

доводят суммарный расход до 5040 м³/сек. При паводке 0.01% обеспеченности используется аккумуляющая емкость высотой 0,85 м., а горизонт воды доводится до отметки 348,35м.

3.6 Контрольно-измерительная аппаратура

Для контроля за состоянием плотины и сооружений гидроузла предусматривалось вести наблюдения (Приложение В):

1. За осадкой основания плотины;
2. За осадкой тела плотины;
3. За положением кривой депрессии;
4. За фильтрацией через сооружения;
5. За поперечной деформацией профиля плотины.

Для этого установлено 74 пьезометра в 11 створах, глубинных и поверхностных марок и реперов.

Максимальный фильтрационный расход через тело плотины наблюденный в 1959г. Составил 147 л/с на 24л/с меньше расчетного.

3.7 Гидроэнергетический потенциал

- I. Гидротурбины штук 6 тип ПЛ- 495-85-500
 1. Мощность - МВт - 23,6
 2. Расчетный напор - 15 м.
 3. Диаметр рабочего колеса -4,995 м
 4. Расход воды при расчетном напоре - 180 м3/сек
 5. Частота вращения - 125 об./мин.

- II. Генераторы штук 6 тип ВГС - 700/100 - 48
 1. Мощность - МВт-21
 2. Коэффициент мощности - 0,8
 3. Напряжение кв - 10,5
 4. Частота вращения - 125 об./мин.

Установленная мощность шести агрегатов- 126 МВт.
Расход воды на выработку 1 квт/ч.энергий - 24 кубм.

4 СОСТОЯНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОТИНЫ

4.1 Замечания по обследованию

При посещении плотины группой экспертов Компонента С проекта GEF "Безопасность Плотины и Управление Водохранилищами" 7.10.1999 визуальным обследованием обнаружено (во время обследования при низком уровне в водохранилище):

- на откосах земляной части плотины разрушено каменное крепление на длине 150 м.
 - Гидромеханическое и электротехническое оборудование водопропускных сооружений ГЭС в целом, по словам эксплуатационного персонала и по визуальным оценкам, находится в удовлетворительном состоянии.
 - Электрические кабели и элементы коммуникационных систем в аварийном состоянии.
-

4.2 Оценка результатов выполняемого мониторинга

Последний цикл геодезических наблюдений за деформациями плотины и здания ГЭС был выполнен в 1989 г.

За положением депрессионной кривой ведутся регулярные наблюдения в пьезометрах. Как следует из журнала наблюдений по состоянию на 19 августа 1999, измерение уровней воды выполнено в 38 пьезометрах, что составляет 51% от проектного количества. На поперечных разрезах плотины вычерчивается фактическое положение депрессионной поверхности. На просмотренных разрезах кривая депрессии располагается ниже максимального проектного положения.

Максимальный расход фильтрации за период с 1958 по 1999 изменялся в пределах от 82 до 129 л/сек. Проектная величина максимального фильтрационного расхода 171 л/сек. Исходя из выполненных наблюдений можно сделать вывод о безопасности тела плотины в отношении фильтрации.

4.3 Аварии на плотине

С момента ввода в эксплуатации плотины аварийной ситуации не возникало.

4.4 Нормы и правила эксплуатации

Правила эксплуатации Кайраккумской плотины, ГЭС и водосбросных сооружений имеются. Они составлены на основании "Правил Технической эксплуатации Электрических станций и сетей" Министерством энергетики СССР, г.Москва, 1976 год, а также Правила использования водных ресурсов Кайраккумского водохранилища на реке Сырдарья.

4.5 Существующая система раннего оповещения и правила действий в аварийной обстановке

Система раннего оповещения отсутствует. Имеется телефонная связь общего пользования, связь диспетчерской службы ГЭС, которое позволяет вести переговоры со всеми абонентами находящимися на магистральном канале, с районным и областным центром. Действия обслуживающего персонала определяются приказом начальника гидроузла.

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 проектных решений и устройства Кайраккумской плотины, определения оценки состояния, рассмотрения гидрологических и геологических условий, сделаны следующие заключения в отношении безопасности этой плотины.

5.2 Безопасность конструкции

5.2.1 Тело плотины

Со слов эксплуатационного персонала плотина эксплуатируется безаварийно, и внешний вид подтверждает это (во время обследования при низком уровне в водохранилище).

Тем не менее имеются следующие недостатки снижающие безопасность плотины:

- 1) Крепление верхового откоса каменной наброской.
Верховой откос плотины защищен от волнового воздействия каменной наброской толщиной слоя 1,1м. Проектные кривые гранулометрического состава не удалось увидеть, но как было сказано, что размер камня должен быть между 300 – 800 мм и в том числе 50% размером (D_{50}) около 600мм. Каменная наброска уложена на подготовку из несортированного гравия.

От воздействия волн высотой до 2,5 м, как было сообщено, каменная наброска сползла вниз, и на некотором протяжении не могла уже служить предназначенной цели. В 1998 году, 2000 м³ для каменной наброски было доставлено с расстояния 24 км и уложено на длине 150 м, но еще необходим значительный объем восстановительных работ.

Имеется большой риск дальнейшего разрушения тела плотины в случае возникновения длительного периода восточных ветров (так как это бывает весной)

Проверка расчета каменной наброски, используя стандартные формулы, показывает несоответствие основным проектным критериям:

- волна высотой 2,5 м соответствует водохранилищам размером 50 км и скоростью 19 м/сек. (Ссылка 2);
- считая, что допустимы незначительные разрушения и принимая соотношение высоты волны к размеру камней (H_s/D_{50}) при коэффициенте откоса $m = 4$ соотношение должно быть между 2.2 и 2.5. (Ссылка 3).
- Толщина слоя каменной наброски должна быть приблизительно равной $2 \times D_{50}$.

Эти критерии показывают, что крепление каменной наброской Кайраккумской плотины должно быть толщиной слоя в 2м из сортированного камня имеющего D_{50} размер около 1м. Каменная наброска с таким гранулометрическим составом, уложенная поверх слоя гравия с гранулометрическим составом как он есть, похоже будет недостаточна чтобы предотвратить вымыв грунта сквозь каменную наброску в экстремальных условиях.

Станет ясно, что есть необходимость в более частых ремонтах, и в этом случае требуется основательное усовершенствование расчета крепления откосов. Определяется проектная технология которая включает:

- Заменить существующую каменную наброску и подстилающий слой более точно подобранными фракциями ;
- Использовать другие строительные материалы имеющиеся в наличии неподалеку, например природный асфальтный битум;
- Восстановить и укрепить существующее покрытие используя асфальт.

Защита от волнового воздействия должна быть доведена до гребня плотины (в соответствии с чертежами проекта), которая в натуре несколько не доведена до гребня. Должны ли рассматриваться альтернативные способы защиты от волнового воздействия, которые имели бы более ровную поверхность и увеличенный волновой нагон, ведь в этом случае необходимо было бы дополнительное устройство волноотражателя / парапетной стенки для предотвращения перелива волн.

2) Контрольно-измерительная аппаратура плотины

Не работает большое количество пьезометров установленных в плечах плотины со стороны нижнего бьефа, хотя исправные, показывают положение кривой депрессии в основном ниже проектной линии. Для надлежащего мониторинга должны быть восстановлены пьезометры по всей длине плотины.

Как указывается в отчетах, просадка составляет 30 мм за 5 лет, но как стало ясно замеры просадок плотины более не выполняются, в основном по причине отсутствия подходящих приборов для проведения точных измерений, либо из-за отсутствия обученного персонала.

3) Плотина

Кроме разрушения крепления (каменной наброски) указанной выше плотина внешне выглядит в общем в хорошем состоянии. Дренаж нижнего бьефа, как указано в отчетах, находится в рабочем состоянии, без выклинивания фильтрационной воды на поверхность. Норы, устраиваемые грызунами, регулярно засыпаются.

В теле плотины осталось достаточное количество пьезометров для получения информации о положении кривой депрессии, которая показывает, что уровень воды в основном находится слегка ниже проектной линии.

Однако, проектная кривая депрессии находится довольно высоко, и принятая сейсмичность также высокая (сейсмичность 8 баллов), следовало бы подробно изучить устойчивость плотины от воздействий землетрясений, и оценить до какой степени материал допускает потерю прочности вызванной расжижением и как это влияет на устойчивость. Следовало бы провести исследования на месте при помощи скважин, провести испытания плотности и лабораторные испытания для обеспечения информацией о параметрах материала для этого анализа.

Вода вытекает из дренажных труб большого диаметра (приблизительно 300 мм) выходящих из подошвы низового откоса, которые как было сказано, были оставлены после устройства гидронамыва тела плотины, их нужно зацементировать. Вода выходит чистая, без взвешенных частиц, но как было сказано, выходит уже много лет. Нет возможности

определить, где находится впуск этой воды в трубы, как сказано, он должен быть в зоне подошвы, поэтому нет возможности оценить представляют ли они опасность в будущем. Тем не менее, рекомендуется зацементировать эти трубы.

5.2.2 Сооружения

Бетон водосбросного сооружения и водовпуска гидроэлектростанции в большей части находится в процессе разрушения. Однако потребуется более детальное обследование, чтобы определить влияет ли это на безопасность, либо это не представляющие большую опасность разрушения, и какие ремонтные работы потребуются.

5.3 Безопасность плотины при паводках

Безопасность в отношении наводнений полностью зависит от работы гидромеханического оборудования, в особенности от работы козлового крана, используемого для управления затворами водосбросного сооружения, для которого в большой степени необходима высокая степень надежности.

5.3.1 Анализ методологии расчетного гидрографа

Целью этого пункта является обсуждение консерватизма во время определения расчетного гидрографа в соответствии со СНиПом и как его можно сравнить с гидрографом полученным по методике ВМП (вероятный максимальный паводок).

Кайраккумские водосбросные сооружения были запроектированы на расход гидрографа 0,1% обеспеченности и проверены на пропуск расхода 0.01% обеспеченности. Расчетный гидрограф паводка трансформируется через призму форсировки (0,8км³), которая находится между отметками 347.5 и 348.2.

Расчетный гидрограф определяется при помощи статистического анализа гидрологических рядов. Пиковые расходы гидрографа различных обеспеченностей отсчитываются с теоретической кривой соответствующей ряду наивысших годовых расходов. Полученное значение корректируется на поправку, которая не превышает 20%. (1 раз в 20 000).

Объем гидрографа также определяется статистическим анализом многолетних максимумов. Совпадение наблюдаемых пиков расходов и максимальных объемов паводка приводит к двум переменным с полной зависимостью. В этом случае обеспеченность совмещенного гидрографа равна обеспеченности пикового расхода. Однако, наблюдаемые величины пиков расходов не обязательно совпадают с максимумальными объемами паводка. Другими словами, эти две переменные частично зависимы, в результате получается гидрограф с обеспеченностью ниже ранее принятой обеспеченности.

При практическом подборе теоретической кривой обеспеченность вычисляется коэффициент асимметрии C_s на основании наблюдаемых ежегодных максимумов ряда лет. Этот коэффициент далее используется для подбора подходящей кривой. На практике применяется теоретический коэффициент асимметрии, который выше расчетного. Чем выше коэффициент, тем более асимметрична теоретическая кривая, получая в результате большие расходы для низких обеспеченностей. Такая практика представляет собой дополнительный консерватизм при определении проектных величин расходов.

Указанные выше три фактора приводят к занижению обеспеченности расчетного гидрографа. Предполагается, что расчетная обеспеченность будет пределах 0.001% (1 раз в 100 000 лет). Необходимы исследования для подтверждения этого утверждения. Члены региональной группы проводят эти исследования и результаты следует ожидать к семинару в начале ноября. Если будет подтверждение результатов указанного выше утверждения, можно будет прийти к заключению о консерватизме имевшему место при расчетах водовыпускных сооружений плотины, которые следовало бы рассчитать на вероятность событий из расчета 1 раз в 100 000 лет, а не на 1 раз в 10 000 лет, в соответствии с основными подходами обеспеченности по PMF.

Гидромет (Бюро по Метеорологии) Узбекистана обеспечивает прогнозами речных стоков в начале влажного периода года (ранней весной). Прогнозы основаны на накоплениях снега в бассейнах этих рек. Гидромет Узбекистана совершенствует методологию расчетов снежных запасов и водного эквивалента используя снимки из космоса. На основе этих прогнозов, местные власти, управляющие плотинами, определяют потребности поддержания уровней воды в водохранилище перед началом периода таяния. В случае, если имеет место многоводный год, потребный уровень воды должен быть ниже чем НПУ. Этот механизм может представить наличие дополнительной емкости для трансформации паводка, увеличивая безопасность плотины во время паводков.

Кайраккумская плотина была запроектирована и построена до строительства двух больших водохранилищ, расположенных выше (Токтогульской и Андижанской). Так как, эти два водохранилища имеют значительную аккумулирующую емкость, их влияние на пики паводков в створе Кайраккума является полезным, срезая пики и уменьшая в определенной степени объемы больших паводков.

5.3.2 Факторы снижающие безопасность плотины в период паводков

Имеются факторы влияющие на Кайраккумскую плотину в периоды больших паводков. Следующие факторы определяются во время оценки:

- Расчеты больших паводков использовавшиеся для водовыпускных сооружений основываются на статистическом анализе имеющихся наблюдений. Анализ наблюдений, предшествовавших строительству плотины, приводит к 0.01% обеспеченности пиков расходов с изменением расходов с 5570 м³/сек на 6750 м³/сек. Для того, чтобы экстраполировать события с обеспеченностью 0.1%, экстраполяция должна основываться на регионализированных параметрах наблюдений более чем 100 лет. Так как это не так, экстраполяция за пределами 0.1% обеспеченности должна считаться за пределами возможных ограничений. Для того, чтобы установить точное соотношение между гидрографом расходов 0.01% обеспеченности, определенного в соответствии со СНИП, и гидрографа

расходов основанного на расчетах по методике PMF, то необходимо предпринять исследования этого объекта необходимые для этой методики.

- Во время больших паводков проектом предусматривается сброс воды через 6 турбин ($Q_{турб}=1040 \text{ м}^3/\text{сек}$) и через водосбросы, расположенные над турбинами и генераторами ($Q_{в}=3960 \text{ м}^3/\text{сек}$). Сброс через турбины базируется на предположении, что все турбины находятся в рабочем состоянии, линии электропередачи в состоянии передать вырабатываемую энергию, и потребности центров в состоянии потребить эту энергию в течение периода большого паводка. Для того чтобы оценить безопасность плотины во время большого паводка, понятно можно предположить, что турбины не будут в рабочем состоянии из-за одного фактора указанного выше. В этом случае максимальный расход водовыпуска будет $3890 \text{ м}^3/\text{сек}$, предполагая, что затворы водосброса находятся в рабочем состоянии в течение всего периода большого паводка.
- Обеспеченность гидрографа 0.01% для Кайраккума была определена для естественных условий без учета водозабора на орошение. Максимальная водоотводящая способность выше створа плотины является $1000 \text{ м}^3/\text{сек}$. Сезонная вариация принята в размере 20% в апреле, 50% в мае, 80% в июне, 100% в июле, 80% в августе и 20% в сентябре. Не следует исходить из того, что потребности в воде на орошение достигнут максимума в период большого паводка. Вполне возможно также, что некоторые водозаборные сооружения были бы заблокированы наносами и мусором, и некоторые каналы размывы. Поэтому гидрограф притока был уменьшен вычитанием 0%, 25%, 50% и 75% отводящих максимумов. Полученные уровни воды в водохранилище для различных пропускных способностей водовыпускных сооружений приводятся ниже в таблице 5.1, количество дней с уровнем воды выше максимального подпорного уровня даны в скобках.

Таблица 5.1 Максимальные уровни воды в Кайраккумском водохранилище

Описание сценария	Потребности в воде на орошение выраженные в процентах от максимальной потребности			
	0%	25%	50%	75%
Q водосбросов+Qтурбин	348.7 (4)	348.6 (3)	348.4 (1)	48.25 (0)
Qs	349.65 (12)	349.5 (9)	349.3 (8)	349.15 (6)
5*Qs/6 (пять из шести затворов открыты)	350.6 (44)	350.4 (28)	350.2 (16)	349.9 (13)

Примечание: величины в скобках это количество дней, когда уровень воды в водохранилище находится выше максимально подпорного уровня.

Из таблицы видно, что максимальные уровни воды в водохранилище всегда находятся ниже гребня плотины (351.5 м), с минимальным запасом 0,9м. Проектный запас – 3,2м, подразумевает, что плотина будет находиться в безопасном состоянии при расчетной обеспеченности 0,01% при условии, что все турбины и затворы открыты и что ирригационные попуски составляют 75% от максимальных. Во всех других случаях имеется большая вероятность перелива воды через гребень плотины в результате нагона и наката волны от сильного ветра. Необходимо отметить, что проведенный выше анализ выполнен без учета влияния вышерасположенных плотин, однако, принимая во внимание

большой объем притока при паводке, влияние вышерасположенных плотин представляется незначительным.

5.3.3 Выводы и рекомендации

В основном можно прийти к выводу, что принятый подход при расчете в соответствии со СНИП, дает относительно консервативный подсчет большого паводка. Обеспеченность расчетного паводка является ниже чем 0.01% и предполагается достигнет 0.001% или это 1 раз в 100 000 лет. Кайраккумская плотина была построена до того, как были запроектированы Токтогульская и Андижанская плотины, поэтому влияние этих плотин значительно увеличивает Кайраккумской плотины во время больших паводков.

Предположение о том, что турбины будут работать в момент прохождения пика паводка, является чересчур оптимистичным, поэтому при паводке 0.01% обеспеченности при закрытых турбинах, уровень воды все еще будет находиться на 2 м ниже отметки гребня.

Наиболее критическим сценарием, значительно влияющим на безопасность плотины, является случай, когда не управляем один из затворов водосброса.

Рекомендуется:

- Следует провести исследования по методике PMF принимая во внимание случаи одновременного интенсивного таяния снегов (ледников), сильнейшего ливня (PMP), и снижающего влияния вышерасположенных водохранилищ.
- Проанализировать потребности воды на орошение, пропускные способности водоотводящих сооружений и каналов для определения максимально возможных попусков во время больших паводков. Соответственно гидрограф, определенный по методике PMF должен быть уменьшен.
- Полученный этот PMF гидрограф трансформируется через накопление используя только водосброс, начиная с НПУ. Определяется максимальный уровень воды в водохранилище, и выполняется оценка устойчивости плотины для этого уровня. Необходимо выполнить анализ поведения водохранилища при случае, когда один из шести затворов заблокирован и при наличии максимальной волны от ветра. Приемлемым решением может быть устройство нового парапета по гребню плотины, если другие факторы, такие как устойчивость и фильтрация позволяют сделать это.

5.4 Условие аварийной сработки водохранилища

Сработка уровней воды в водохранилище в случае возникновения аварийной ситуации может быть достигнута при помощи действий затворов водосброса, а если и при помощи сброса через турбины, сбрасывая свыше 2500 м³/сек, то это вызовет затопление нижерасположенных земель. Суммарная максимальная пропускная способность через шесть затворов шириной по 12 м составляет около 4000 м³/сек давая возможность при этом соблюдение необходимой скорости сработки уровней 0,7 м/день начиная от нормального подпорного уровня.

Следует ли идти на такие аварийные попуски? Однако, риск для населения нижерасположенных земель мог бы существенно уменьшен, если возможно было бы оперативно ввести в действие план действий в аварийной ситуации.

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 IV", рекомендуется проектировать на период повторения МРЗ один раз в 30 000 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 насыпи и грунтов основания

Хорошо известно, что водонасыщенные пески низкой плотности и материалы гидронамыва тела плотины, в отношении потери прочности, являются весьма чувствительными к землетрясениям. Кайракумская плотина не является исключением, и риск, что насыпь плотины и ее основание, могут подвергнуться разжижению во время землетрясения весьма высок, принимая во внимание тип плотины и примененный материал тела плотины.

Для этого рекомендуется провести дальнейшие испытания на месте для определения характеристик материалов тела плотины и основания, для того чтобы оценить снижение прочности грунта и перемещений, возможных во время сильных землетрясений.

5.6 Другие вопросы безопасности

Для ряда других вопросов безопасности необходимы дальнейшие исследования, как части более расширенной оценки безопасности, кроме тех, которые было возможно исследовать в настоящей работе, в том числе:

5.6.1 Безопасность подъезда к плотине

Подъезд к плотине возможен с обеих сторон реки и вероятность, что в чрезвычайной ситуации (в т.ч. наводнение, землетрясение) прервется сообщение с обеими сторонами невелика, если только эти дороги не смывает, водопропускные сооружения не разрушатся и т.д.

5.6.2 Надежность электроснабжения

Вряд ли имеется гарантия 100% бесперебойности электроснабжения и для управления козловым краном рекомендуется установка резервного генератора для работы в аварийной ситуации.

5.7 Анализ безопасности, выводы

5.7.1 Основные проблемы

Международные Консультанты видят следующие проблемы в отношении безопасности Кайракумской плотины вызывающие беспокойство:

- (1) Имеется риск разрушения плотины волнами водохранилища из-за несоответствующего крепления откоса..
- (2) В целом, для намывных плотин имеется риск разжижения и потери прочности материала насыпи под воздействием разрывных движений земной коры при землетрясениях. Риск больших деформаций от воздействия сейсмических нагрузок увеличивается из-за высокого стояния уровня фильтрационных вод в теле плотины.

- (3) Имеются недостатки в устройстве мониторинговой системы плотины

5.7.2 Заключение относительно безопасности

После ознакомления с имеющейся информацией и обсуждений с местным инженерным персоналом плотины, МК пришли к выводу, что Кайраккумская плотина не может считаться соответствующей нормальным стандартам безопасности, и может столкнуться с такими проблемами как:

- (1) **Опасность целостности сооружения** от волнового воздействия из-за неадекватного крепления верхового откоса.
- (2) **Разрушение от землетрясений**, которое может быть вызвано разжижением водонасыщенных мелкозернистых песков тела плотины и ее основания, которое может привести к большим деформациям, либо к частичному разрушению.

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 основных данных, необходимых для проектирования описанных ниже работ и уточнения выводов по оценке безопасности требуется дополнительная информация, которая не входит в рамки данного исследования. Перечень этих работ приводится ниже:

- Изыскания
- Исследование грунтов и обследования
- Инженерные работы

Кроме того рекомендуется создать «досье» плотины куда следовало бы включить чертежи по результатам исполнительной съемки и другую информацию, относящуюся к проекту, строительству и работе плотины и, данные, содержащиеся в таком «досье» должны постоянно обновляться. Те чертежи - оригиналы, которые пришли в негодное состояние, должны быть восстановлены или предпочтительно сделаны заново с использованием компьютера. Это "досье" станет основным источником информации при выполнении обследований или работ по модернизации плотины, которые могут быть предприняты в будущем.

6.2.2 Изыскания

(1) Топоизыскания

Для обеспечения «досье» необходимыми данными рекомендуется выполнить следующие топоизыскательские работы:

Плотина (земляная)

- Продольный профиль по гребню, по дороге на гребне;
- Типовые поперечные сечения плотины (показать крепление верхнего и нижнего бьефов);
- Съёмка размещения пьезометров и дренажа.

(2) Съёмка дна чаши водохранилища

Как было сказано международным консультантам, об имеющем место заилении, рекомендуется в будущем провести обмеры, чтобы подтвердить это.

6.2.3 Исследование грунтов и обследования

Рекомендуется провести следующие исследования и изыскания:

1) Исследования по плотине

- Бурение и проведение на месте тестов на водопроницаемость и статических звуковых тестов (либо определение плотности геофизическими методами), отбор образцов и лабораторные испытания для получения необходимой информации для проведения анализа по разжижению;
- Изыскания с целью найти карьеры материалов для крепления камнем и подготовки под крепление;
- исследовать при помощи разведочных шурфов состояние, гранулометрический состав и толщину существующего крепления откоса и нижележащего слоя под ним.

2) Обследования

Для обеспечения информацией, на основе которой будет выполнена детальная оценка необходимости ремонтных работ и оборудования, рекомендуется провести детальное обследование и составить инвентарную опись дефектов, необходимых материалов и ремонтных работ, в том числе:

- Места, где требуется крепление верхового откоса;
- Места, где требуется ремонт дренажа плотины (обследовать фильтрацию, когда в водохранилище высокие уровни воды)
- Восстановить крепление низового откоса и открытый дренаж;
- Бетонные работы;
- Электропроводка и т.д., и освещение;

- Затворы и подъемное оборудование;
- металлоконструкции (в т.ч. лестницы и лестничные площадки);

6.2.4 Инженерные исследования

Рекомендуется провести следующие инженерные исследования:

- 1) Исследовать вариант ремонт / замена крепления верхового откоса ;
- 2) Сделать обзор данных по расчетам притоков воды в водохранилище в период экстремальных паводков с учетом влияния наносов и возможных действий (намеренных или несанкционированных) на плотинах вверх по течению реки;
- 3) Сделать обзор по эксплуатации водохранилища, в первую очередь с точки зрения гарантии безопасности плотины;
- 4) Выполнить оценку чувствительности материалов тела плотины в отношении разжижения и прочности, и выполнить анализ статической и сейсмической устойчивости.

6.3 Строительные работы

Была выполнена предварительная оценка требуемых работ на основе оценки безопасности и имеющихся данных. Окончательные детали будут зависеть от результатов выполненных исследований описанных выше.

1) Плотина

- ремонт / замена крепления верхового откоса

Хотя внешне плотина выглядит в хорошем состоянии, необходимо провести тщательный мониторинг. Где необходимо следует заменить мониторинговое оборудование. Предлагается следующее:

- установить новые трубки пьезометров там, где существующие трубки заилены;
- установить поверхностные просадочные маркеры (указатели) и постоянные триангуляционные знаки, для точных измерений вертикальных перемещений;
- Установить устройства для замера фильтрационных расходов

2) Строительные работы

- Необходимо провести другие строительные восстановительные работы..

3) Гидромеханическое оборудование

Безопасность плотин в большой степени зависит от нормальной работы гидромеханического оборудования. Все необходимые восстановительные работы, замена электропроводки, и т.д. должны быть

выполнены без промедления, а также необходимо обеспечить запасным генератором

4) Разное

Другие дефекты, обнаруженные в результате детального обследования должны быть также исправлены.

6.4 Оборудование и запасные детали к ним

Ниже приводится предварительная оценка необходимого оборудования и снабжения, необходимых для ремонта плотины;

(1) Инструментация плотины включает:

- Инклинометры, с мерным зондом
- Пьезометры
- Поверхностные маркеры для измерения перемещений

(2) Запасной генератор

(3) Оборудование для раннего предупреждения и связи.

6.5 План мероприятий срочного реагирования в экстремальных ситуациях

Кайраккумская плотина является важной плотиной, которая образует очень большое водохранилище, и авария может иметь катастрофические последствия. Для того, чтобы быть в состоянии контролировать аварийную ситуацию, необходим подробный план действий в аварийной ситуации, поддержанный органами власти и системой тревоги. власти, где также необходимо учесть системы связи и тревоги. 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. Подсчет ущерба от возможного паводка и возможных человеческих жертв, должны быть определены на основе работы проделанной выше.

Необходимо как можно скорее подготовить нормативный документ по плану действий в аварийной обстановке, в котором должны быть подробные инструкции управляющему плотиной, региональным инженерам и местным властям.

6.6 Приоритет работы

В таблице 6.1 перечислены мероприятия по обеспечению безопасности и распределенные по трем приоритетным уровням (очередности) (I, II, III

Предлагаемые приоритетные уровни:

- I. Приоритет первого (высшего) уровня; работы, которые должны быть выполнены немедленно
- II. Приоритет второго (среднего) уровня; работы, которые нужно выполнить в течение трех лет
- III. Приоритет третьего (низшего) уровня; объекты, для которых выделена потребность в проведении работ, должны находиться под постоянным наблюдением

**Таблица 6.1: Кайраккумская плотина – Безопасность плотины
Приоритеты на выполнение исследований работ и
материально-технического снабжения**

Вид работ	Исследования и т.п.	Строительные работы материально-техническое снабжение		
		Приоритет I	Приоритет II	Приоритет III
1. Изыскания (6.2.2)	<input type="checkbox"/>			
2. Исследования 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"> • Крепление верхового откоса • Контрольно-измерительная аппаратура • Гидромеханическое оборудование • Ремонтные работы общего характера 		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>		
		<input type="checkbox"/>		
		<input type="checkbox"/>		
5. Материально-техническое оснащение (6.4)				
<ul style="list-style-type: none"> • Пьезометры и оборудование для мониторинга деформаций • Резервный генератор • Оборудование для системы раннего оповещения и связи 		<input type="checkbox"/>		
		<input type="checkbox"/>		
		<input type="checkbox"/>		
6. Проработка плана действий в аварийной ситуации (6.5)	<input type="checkbox"/>			

7 ВЫВОДЫ

На основании полученной информации и краткого обследования международные консультанты пришли к выводу, что Кайраккумская плотина находится в неудовлетворительном состоянии и не отвечает требуемым стандарта по безопасности плотин.

Следующие мероприятия должны считаться первоочередными :

- a) Восстановление крепления верхового откоса;
- b) Восстановление пьезометров и установка всесторонней системы мониторинга за деформациями, и после этого проведение регулярного мониторинга порового давления, деформаций и фильтрации;
- c) Гидрологические исследования;
- d) Рассмотрение процедуры управления паводком;
- e) Установка надежной системы раннего оповещения для предупреждения населения на нижерасположенных землях в случае возникновения аварийной ситуации, с поддержкой органами власти и системой связи;
- f) Обеспечение наличия резервного генератора;
- g) Исследования, отчеты и сейсмическая устойчивость.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ICOLD Bulletin 72, 1989
2. 'Floods and reservoir safety' Institution of Civil Engineers, 1996
3. 'Design of rip-rap slopes protection against wind waves' UK Construction Industry Research and Information Association, Report No 61, December 1976.
4. СНиП II-7-81 Сейсмическое проектирование
5. 'An Engineering Guide to Seismic Risk to Dams in the United Kingdom', Building Research Establishment (BRE) UK, 1991

Приложение А

КАЙРАККУМСКАЯ ПЛОТИНА
Перечень использованных материалов

Кайраккумская плотина

Приложение А – Перечень использованной литературы

1. Июньская миссия Мирового Банка, 1997.

Приложение Б

Метод оценки риска

ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Метод оценки риска

- Метод оценки риска

Таблица В.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

Состояние контрольно-измерительной аппаратуры и наблюдений за сооружениями Кайраккумского водохранилища

В процессе выполнения контроля за безопасностью сооружений Каракумского водохранилища регулярно один раз в месяц выполняются наблюдения за фильтрационным режимом плотины. Последний цикл геодезических наблюдений за деформациями плотины и здания ГЭС был выполнен в 1989г.

Для наблюдений за положением депрессионной поверхности в теле плотины проектом предусмотрена установка в 11-и измерительных створах на плотине и по ГЭС 74 пьезометра. Как следует из журнала наблюдений по состоянию на 18 августа измерение уровней было выполнено в 38 пьезометрах, что составляет 51% от проектного количества. В двух измерительных створах исправно по два пьезометра (33%), в четырёх - по три(50%).

Работниками службы эксплуатации водохранилища на поперечных разрезах плотины вычерчивается фактическое положение депрессионной поверхности, на просмотренных разрезах кривая депрессии располагается ниже максимального проектного положение.

Для измерения расхода фильтрации через плотину в нижнем бьефе оборудован прямоугольный водослив. Помимо него вода, фильтрующаяся через плотину, выходит еще в двух местах: из дренажной призмы через трубу диаметром 200мм и родник, в обоих случаях расход не измеряется. Фильтрующаяся вода стекает в приемный бассейн насосной станции и откачивается в реку, суммарный расход фильтрации определяется по объёму откачиваемой воды. Полученные таким образом данные следует признать недостаточно надежными.

Максимальный расход фильтрации за период с 1958г по 1999г. изменялся в пределах от 82 до 129л/с. Проектная величина максимального фильтрационного расхода составляет 171л/с

Геодезические наблюдения за осадкой плотины и здания ГЭС последний раз выполнялись 10 лет назад. В тоже время на большом протяжении плотины верховой откос постоянно размывается, плотина оседает.

Полученная на объекте информация позволяет оценить состояние как геодезических наблюдений, так и наблюдений за фильтрационным режимом как неудовлетворительное, не позволяющее осуществлять надежный контроль за безопасностью плотины.

Рекомендуется

- 1) Оборудовать мерными водосливами все выходы фильтрующейся воды
- 2) Заменить вышедшие из строя пьезометры
- 3) Работы по устройству фильтров пьезометров и их установке в скважины вести при обязательном участии представителя эксплуатирующей организации (заказчика). В качестве фильтров рекомендуется использовать современные синтетические материалы (сетки, ткани).
- 4) В зоне больших осадок плотины установить дополнительные геодезические знаки и вести наблюдения за осадкой и смещениями плотины в этой зоне не реже одного раза в квартал. По всей длине плотины геодезические наблюдения

выполнять не реже одного раза в год.

- 5) Для анализа результатов мониторинга по фильтрационному режиму и деформациям сооружений привлекать специалистов проектных или научно-исследовательских организаций.
- 6) Разработать предельно-допустимые значения контролируемых параметров (кривые депрессии, расход фильтрации, осадки плотины и здания ГЭС), характеризующие безопасность состояния плотины.

ЧЕРТЕЖИ