

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

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

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

**ЧИМКУРГАНСКАЯ ПЛОТИНА
ОТЧЕТ ПО ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

МАРТ 2000г.

Совместно с

GIBB

LAWGIBB Group Member 



ЧИМКУРГАНСКАЯ 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	3-2
	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	3-4
	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 паводках	5-2
5.3.1	Рассмотрение гидрографа расчетной обеспеченности	5-2
5.3.2	Факторы снижающие безопасность плотины во время паводка	5-4
5.3.3	Выводы и рекомендации	5-5
5.4	Условие аварийной сработки водохранилища	5-6
5.5	Безопасность в отношении землетрясений	5-6
5.5.1	Критерии в условиях сейсмичности	5-6
5.5.2	Разжижение, насыпь тела плотины и материалы основания	5-7
5.6	Анализ безопасности, выводы	5-7
5.6.1	Основные факторы	5-7
5.6.2	Заключение по 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	Основные положения	6-1
6.2.2	Изыскания	6-2
6.2.3	Исследование грунтов и обследования	6-2
6.2.4	Дополнительные инженерные расчеты	6-3
6.3	Строительные работы	6-4
6.4	Оборудование и запасные детали к ним	6-6
6.5	План мероприятий срочного реагирования в экстремальных ситуациях	6-6
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 водохранилища	
	3. Продольный профиль по оси плотины	
	4. Поперечное сечение плотины	
	5. Продольный разрез по оси водовыпуска	

6. План водовыпуска

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
FAO/CP	Организация по продовольствию и сельскому хозяйству/Программа Сотрудничества Всемирного Банка
ВВП	Внутренний валовый продукт
GEF	Global Environment Facility
ICB	Международный аукцион (тендерная комиссия)
ICOLD	Международная комиссия по большим плотинам
МКВК	Межгосударственная комиссия по водной координации
IDA	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
PIP	План реализации проекта
PIU	Группа реализации проекта
ГУКП	Группа Управления и Координации Проекта
RE	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
WARMAP	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. 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 Международным Консультантам 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 (Республика 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 (Республика 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

Чимкурганское водохранилище расположено в Камашинском районе Кашкадарьинской области в среднем течении р. Кашка-Дарья в бассейне р.Амударья и находится в 20 км к северо-востоку от поселка Камаша (схема 1).

Водоохранилище предназначено для сезонного перерегулирования стока р.Кашкадарья в целях повышения водообеспеченности орошаемых земель и развития орошения в бассейне реки.

Плотина спроектирована проектным институтом «Средазгипроводхлопок» в г. Ташкенте, построена в 1957 - 1960гг и введена в постоянную эксплуатацию в 1963г.

2.2 Описание плотины

В состав основных сооружений водохранилища входят земляная плотина, башенный водовыпуск, совмещенный с катастрофическим сбросом и головные регуляторы левобережного и правобережного каналов (схема 2).

Земляная плотина была построена с массивным суглинистым ядром и боковыми призмами из песчано-гравелистого грунта(схема 3-4). По верхнему откосу выполнено железобетонное крепление. У основания низового откоса устроен трубчатый дренаж .

Водовыпуск, совмещенный с катастрофическим водосбросом служит для ирригационных попусков и сброса расходов в период паводков (схема 5-6).

Сооружение состоит из:

- входной части с оголовком, снабжённым плоскими колёсными затворами размером 3х3 м;
- напорного участка в виде трехочковой трубы;
- башни водовыпуска , состоящей из галерей водовыпуска, шахты со сбросом и надбашенного здания.

Галереи водовыпуска перекрываются рабочими и ремонтными затворами размером 2х3 м с гидравлическими подъемниками. Средняя часть башни состоит из вертикальной шахты и изолированных от неё трёх галерей водосброса. Вода в них поступает через водослив и сбрасывается в безнапорную трубу и далее в нижний бьеф.

За башней следует безнапорная трехочковая труба и далее в нижнем бьефе плотины водобойный колодец переменной ширины с гасителями и водосливной стенкой в конце. Перед стенкой справа и слева устроены

трубчатые регуляторы с плоскими колесными затворами для забора воды в право- и левобережный каналы.

За водосливной стенкой колодца следует расширяющийся в плане сливной участок с изогнутой в плане водосливной стенкой, предназначенной для распределения потока. Сливная часть заканчивается рисбермой.

В связи с интенсивным отбором грунта из карьеров в русле реки ниже водохранилища к 1964 году произошло значительное понижение русла реки. По проекту 1966 года было выполнено усиление крепления нижнего бьефа водовыпуска путем удлинения и понижения рисбермы, выполненной из бетонных блоков и каменной наброски и устройства шпунтовой стенки. В 1993 год в связи с дальнейшим понижением дна реки было выполнено повторное усиление нижнего бьефа водовыпуска за счет устройства бетонной стенки и дополнительной укладки бетонных блоков.

Основные размеры различных компонентов плотины и водохранилища приведены в таблице 2.1

Таблица 2.1 .Чимкурганская плотина –Основные Параметры

Основные параметры водохранилища		
Полный объем	проектный	500 млн м ³
	по промерам 1996г	400 млн. м ³
Полезный объем	проектный	450 млн.м ³
	по промерам 1996г	370 млн.м ³
Мертвый объем	проектный	50 млн.м ³
	по промерам 1996г.	30 млн.м ³
Отметка нормального подпорного уровня	(НПУ)	488.20 м. Б.С
Отметка максимального подпорного уровня	(МПУ)	489.25 м. Б.С
Горизонт мертвого объема	(ГМО)	471.00 м. Б.С
Площадь зеркала при НПУ	проектная	50 км ²
	по промерам 1996г	43 км ²
Основные параметры Чимкурганской плотины		
Длина плотины		7500 м
Отметка гребня		440.9 м Б.С
Отметка парапета		442.1 м Б.С
Максимальная высота плотины		33.0 м
Ширина гребня		6 – 10 м
Заложение верхового и низового откосов:	верхового	2.28 – 3.0
	низового	2.25 – 2.75
Максимальная пропускная способность всех сооружений при паводке 0,01% обеспеченности		
Водовыпуск - водосброс		350 м ³ /сек

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 Чимкурганской плотины составляет 34 балла, что классифицирует плотину в IV класс риска, являющийся самой высокой степенью риска.

Таблица 2.2 Чимкурганская плотина – Фактор риска

		Баллы
Объем водохранилища (10 ⁶ м ³)	500	6
Высота плотины (м)	33	4
Эвакуационная потребность	>1000	12
Потенциальный ущерб	Большой	12
	Всего	34

3 ОБЗОР ПРОЕКТА

3.1 Гидрология

Чимкурганское водохранилище находится в эксплуатации с 1963 года. Водоохранилище располагается в среднем течении реки Кашкадарья. Река берет начало в горном массиве, расположенном на стыке Зарафшанского и Гиссарского хребтов. На водоразделе абсолютные отметки достигают 4100-4300м. Максимальная отметка 4500м. Наиболее крупными притоками реки являются: Джины-дарья, Аксу, Танхиз, Яккабаг и ниже створа плотины Гузардарья. Наиболее высокие отметки имеет река Аксу. Здесь же расположены ледники Северцева и Батырбай. Общая площадь оледенения составляет 2,68 км². Тип питания реки от снегово-ледникового до снегово-дождевого.

До створа плотины длина реки $L = 112$ км., площадь водосбора до гидропоста Чиракчи $F = 4970$ км² и средневзвешенная высота $H_{ср.} = 1720$ м. До створа плотины в бассейне расположены 4 водохранилища: наиболее крупное из них - Гиссаракское 180 млн.м³, остальные менее 10 млн.м³.

Ниже плотины в реку Кашкадарья впадает Гузардарья, на которой расположены Пачкамарское 260 млн.м³ и Дехканабадское - 27,2 млн.м³ водохранилища.

По бассейну реки имеется 10 гидропостов. Учет поступления воды в водохранилище ведется на гидропосту Чиракчи, выход гидропост нижний бьеф - разрушен. Средний расход на посту Чиракчи составляет 25,3 м³/с или около 800 млн.м³.

Средняя продолжительность паводка 155 дней с марта по июль. Максимальные расходы обычно наблюдаются в марте- мае. Максимальный наблюдаемый расход 731 м³/с прошел 15 апреля 1969г. В период паводка (март-июль) проходит до 70% годового стока. Летние среднемесячные минимальные расходы составляют 2.00 м³/сек, а зимнего периода - 8,0 м³/с. Абсолютно наблюдаемый суточный минимум 0.5 м³/сек.

Объемы годового стока 50 % обеспеченности составляют 760 млн.м³, в том числе за половодье 500 млн.м³. Принятые максимальные расходы составляют 0.1 % обеспеченности - 1260 м³/сек, 1% - 740 м³/сек, фактический объем паводка 1969 года близкий к однопроцентной обеспеченности составил 1480 млн. м³. Указанные параметры в связи с удлинением ряда наблюдений и изменением нормативных документов подлежат уточнению.

Годовой сток наносов по данным Гидрометслужбы составляет 2235 тыс/т или при $\gamma=1,35 \text{ т/ м}^3$ 1655тыс/м³. Фактический объем заиления за период 1963-1996г.г. за 33 года составил 99,54 млн.м³ или 3016 тыс.м³. в год. Фактическое заиление превышает расчетное в 1,82 раза, поэтому данные о режиме наносов также требует уточнения. Из общего объема заиления 12 млн.м³ прибавилось за счет переработки берегов.

3.2 Геология

Створ плотины размещается в долине р. Кашкадарьи и занимает пойму и пять речных терасс, сложенных породами четвертичного возраста (Схема 3).

Основанием плотины служат аллювиальные отложения поймы и трех надпойменных терасс. Аллювиальные песчанно-галечные отложения поймы и надпойменных терасс характеризуются большим разнообразием механического состава (от галечников до тонкозернистых песков) местами с прослоями и линзами глин, супесей и суглинков. С поверхности они перекрыты тонким слоем суглинков и супесей местами с прослойками мелкозернистых песков. Величина коэффициента фильтрации этих пород изменяется в очень широких пределах от 0.5 до 33 м/сутки.

Плечи плотины сопрягаются с суглинками четвертой и лессами пятой терасс.

Сейсмичность района строительства 7 баллов.

3.3 Строительные материалы и их свойства

Суглинистый грунт для отсыпки ядра плотины добывался в карьерах, расположенных со стороны нижнего бьефа и частично в чаше водохранилища. Для получения песчано-гравелистого грунта для устройства упорных призм использовались карьеры в пойменной части реки.

Физико-механические характеристики грунтов тела плотины приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Грунты	Плотность сухого грунта т/м ³	Параметры сдвига		Примечание
		Tg φ	C кг/см ³	
<u>Ядро плотины</u> 1. Суглинки	1.78 –1.48	0.45 –0.53	0.01 –0.05	
<u>Упорные призмы</u> 2.Гравелисто-песчаный грунт	1.72 –2.06	0.51 –0.65	-	

Вопросы возможного разжижения грунтов тела и основания плотины в проекте не рассматривались.

3.4 Противофильтрационные мероприятия

В связи с проявлением в ходе эксплуатации явлений сосредоточенной фильтрации в основании в средней части плотины, был выполнен ряд противофильтрационных мероприятий:

- сделана пригрузка основания у подошвы низового откоса песчаногравийным грунтом;
 - забита шпунтовая стенка на участке фильтрации длиной 200 м по нижней берме низового откоса;
 - у подошвы верхового откоса на длине до 900 м отсыпан понур из суглинка;
 - устроены две линии трубчатого дренажа у основания низового откоса.
 - В 1973 г устроена цементационная завеса глубиной до 30 м в средней части плотины для снижения фильтрации через основание.
-

3.5 Режим работы водохранилища

Режим работы водохранилища определяется режимом водоисточника и требованиями на воду потребителей. Он разработан в «Правилах эксплуатации Чимкурганского водохранилища» (Ташкент, 1987 г.) и уточняется в соответствии с планами водопользования.

Требования сельскохозяйственных – основных потребителей, согласно проекта гарантируются с надежностью 75% тогда, как по нормам ее величина должна быть не менее 90%.

Существующая система водоучета на водохранилище не совершенна и имеет большие погрешности, что не позволяет использовать ее результаты при обработке данных.

Допустимая скорость понижения уровня воды в водохранилище назначалась с учетом необходимости обеспечения устойчивости откосов и крепления плотины. Для верхних уровней темп сработки не должен превышать 0.3 м/сутки, для средних - 0.5 м/сутки и для нижних уровней - до 1 м/сутки.

Порядок пропуска паводка, рекомендуемый Правилами должен осуществляться следующим образом, На период половодья создается паводковая комиссия, которая проверяет готовность сооружений и обеспечивает связь с местными органами самоуправления по вопросам пропусков расходов в нижнем течении реки Кашкадарьи.

При пропуске максимальных расходов по конструктивным соображениям, через поверхностный водосброс (пропускается 127 м³/сек) и через донные отверстия, суммарный сбросной расход через водовыпуск не превышает 350 м³/сек.

При поступлении с гидропоста Чиракчи сигнала о прохождении по реке паводка расходом 200 м³/сек и более производится сброс воды из водохранилища со скоростью сработки уровня не более 0.3 м/сутки.

3.6 Контрольно-измерительная аппаратура

Для контроля за состоянием плотины на сооружениях установлены геодезические знаки и организована пьезометрическая сеть, по которой регулярно проводятся наблюдения за фильтрационным режимом в теле и основании плотины (Приложение В).

По проекту должно быть установлено 13 пьезометрических створов, 94 створных знака, 122 поверхностных марки, 24 –глубинных марки и 22 щелемера. Пьезометры, знаки и марки должны быть установлены на плотине, щелемеры в трубе водовыпуска.

На дренажно-сбросной сети в нижнем бьефе, на отводящих коллекторах имеются водомерные устройства. На сборном коллекторе, на сбросе в русло реки также устроен водомер.

3.7 Гидроэнергетический потенциал

Гидроузел имеет низкий энергетический потенциал и водохранилище не представляет интереса в целях гидроэнергетики.

4 СОСТОЯНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОТИНЫ

4.1 Замечания по обследованию

Посещение Чимкурганского водохранилища было осуществлено консультантами GIBB совместно с региональными и национальными специалистами 21 сентября 1999 г. На момент обследования водохранилище было опорожнено, что позволило детально осмотреть все сооружения.

Было установлено, что на верховом откосе местами имеются трещины и разрушения плит крепления, в башне и трубах водовыпуска имеются трещины, трещины отмечены также и на концевом сооружении. Не работают около 50 пьезометров.

Механическое оборудование водовыпуска устарело и нуждается в техническом перевооружении. Затворы и подъемные механизмы водоприемника изношены, корродированы. Уплотнения не герметичны.

Затворы и подъемники в башне водовыпуска и крановое оборудование изнашивались и морально устарели. В облицовке камеры затворов у порогов рабочих затворов обнаружены сквозные отверстия диаметром до 15 см с размывом бетона под облицовкой на глубину до 20 см.

Отмечаются сбои в работе электрооборудования.

4.2 Оценка результатов выполняемого мониторинга

Наблюдения за состоянием плотины и сооружений выполняются силами Управления эксплуатации и группой натуральных наблюдений Минсельводхоза. Инструментальные наблюдения после сдачи гидроузла в постоянную эксплуатацию проводились не регулярно. Только с 1992 года были возобновлены обследования гидроузла и постоянные инструментальные наблюдения.

На сегодня из 110 пьезометров, предусмотренных проектом, работоспособны только 58. Разрушен гидропост на Кашкадарье ниже водохранилища, а также 2 гидропоста на дренажной сети.

Уровни воды в пьезометрах в средней части плотины в последние годы имели тенденцию к повышению, а расходы фильтрации к снижению, что свидетельствует о нарушении работы дренажа. В 1998 – 1999 годах дренаж был частично реконструирован.

Начатые после длительного перерыва наблюдения за осадками и смещениями сооружений показывают, что стабилизация осадок не наступила и составляет 3-5 мм в год.

Общие потери на фильтрацию в среднем составляют 550 л/сек.

4.3 Аварии на плотине

В ходе обследования и беседы с руководителями Управления эксплуатации водохранилища было выяснено, что за период эксплуатации гидроузла аварий не было.

После ввода во временную эксплуатацию в 1963 году создалась предаварийная ситуация, связанная с механической суффозией грунта в основании и был выполнен ряд работ по ее устранению:

- пригрузка грунтом нижнего бьефа
 - устройство шпунтовой стенки
 - устройство цементационной завесы
-

4.4 Нормы и правила эксплуатации

Правила эксплуатации Чимкурганского водохранилища составлены в 1987 г. , но они не рассмотрены и не утверждены вышестоящей организацией, а их требования носят рекомендательный характер. Принятие службой эксплуатации решений, связанных с определением режима работы водохранилища в обычных условиях или с пропуском максимальных расходов, ориентированная на прогнозы Гидрометслужбы, которые в действительности либо отсутствуют, либо содержат недостаточный объем данных, что не позволяет осуществлять планирование режима работы.

4.5 Существующая система раннего оповещения и правила действий в аварийной обстановке

Система раннего оповещения об аварийной ситуации населения близлежащих районов имеется, однако она ненадежна и не отвечает международным нормам и правилам.

Управление эксплуатации связано телефонной связью с областными организациями, установлена сирена для оповещения населения в экстремальных ситуациях.

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 результате рассмотрения проекта и устройства Чимкурганской плотины, оценки ее состояния, гидрологических и геологических условий, были сделаны следующие выводы в отношении безопасности плотины.

5.2 Безопасность конструкции

Плотина

Внешне плотина выглядит в безопасном состоянии

Пьезометры, установленные в теле плотины показывают что кривая депрессии находится ниже расчетной. Однако, было отмечено недостаточное количество пьезометров в верхней части плеч плотины со стороны нижнего бьефа и на откосах и в связи с этим рекомендуется переустановить пьезометры в этих местах.

Исследования, проведенные в 1998 году показали высокие темпы просадки берм нижнего бьефа, которые показались нереальными. Понятно, что имеется возможность получить результаты более поздних исследований, и рекомендуется пересмотреть и оценить заново эти просадки

Рекомендуется обследовать плотину при низких уровнях воды в водохранилище и выполнить ремонтные работы крепления верхового откоса плотины где необходимо. Также рекомендуется провести ремонтные работы низового откоса плотины и открытой дренажной системы для предотвращения разрушения откоса.

Сбросные сооружения

Существует некоторое количество трещин в башне затворов, и хотя они выглядят угрожающе и вызывают кальцитные отложения и просачивание на верхних уровнях водохранилища они не представляют особой важности в смысле стабильности сооружения. Пожалуй, более значительными являются сведения, что существует звук «бегущей воды» на нижнем уровне с правой стороны башни задвижек, с которым связывается наличие влаги на полу в камере задвижек. Это может быть показателями возможного наличия пустот и фильтрации вдоль наружной поверхности водовода, возможно связанного с разуплотнением грунта, где вес плотины частично переносится на жесткий каркас водовода. Очевидно, что цементация водовода на контакте с телом плотины имело место в прошлом.

5.3 Безопасность плотины при паводках

5.3.1 Рассмотрение гидрографа расчетной обеспеченности

Цель данного раздела рассмотреть достаточно консервативную методику, расчета гидрографов в соответствии со СНиП, и сравнение данных гидрографов с гидрографами полученных по методике ВМП.

Чимкурганское водовыпускное сооружение было запроектировано используя гидрограф 0,1% обеспеченности и проверено на 0,01% обеспеченность гидрографа. Трансформация гидрографа 0,01% обеспеченности начинается с

нормального подпорного уровня и доходит до объема $50 \cdot 10^6 \text{ м}^3$, определенного исключительно только для трансформации паводка. Эта трансформация контролируется функцией поэтапного расхода водовыпускного сооружения и кривой поэтапного объема. Водовыпускное сооружение включает в себя донный водовыпуск и аварийный водосброс. Пропускная способность донного водовыпуска – $350 \text{ м}^3/\text{сек}$, и пропускная способность аварийного водосброса – $49 \text{ м}^3/\text{сек}$, в сумме – $399 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Расчетные гидрографы определяются путем статистического анализа гидрометрических наблюдений. При этом определяется теоретическая кривая, построенная по трехпараметрическому распределению на основании многолетних данных максимальных годовых значений стока и максимальных расчетных показателей стока при различной обеспеченности. Принятая обеспеченность расчетных значений стока величиной в 0.01% подлежит поправке, которая не превышает 20%. Введение этой поправки приводит к увеличению значения обеспеченности до 0,005% что соответствует вероятности события один раз в 20000 лет.

Объем гидрографа также определяется посредством анализа рядов годовых максимумов. Синхронность всех наблюдаемых во времени пиков с объемами паводка даст в результате две вполне зависимые переменные (максимум расхода и объем паводка), при этом обеспеченность объединенного гидрографа равна обеспеченности пикового (максимального) расхода. Однако использованные при анализе максимальные расходы не обязательно совпадают с максимальными объемами. Другими словами, две переменные не полностью зависимы, поэтому обеспеченность расчетного гидрографа ниже обеспеченности пика расходов.

При практическом подборе кривых распределения очень часто усваивается не расчетный, а теоретический коэффициент асимметрии (C_s). Затем этот коэффициент используется для подбора соответствующей кривой. Чем больше значение коэффициента, тем больше кривизна теоретической кривой, в результате чего получаются более высокие значения расхода при низких обеспеченностях. На практике полученная величина C_s не используется, но C_s равный kC_v часто принимается. Вместо этого часто принимается величина k полученная в результате длинного ряда наблюдений за аналогичными реками. Принятая величина обычно превышает расчетную величину C_s , в результате чего получаются более высокие значения расчетного пикового расхода при малой обеспеченности. увеличивает пик и объем от 10 до 15%. Эта используемая в практике методика вносит дополнительный консерватизм в определение расчетных значений расхода, что в свою очередь, приводит к некоторому завышению их расчетных значений.

Все эти три характеристики приводят к тому, что расчетный гидрограф стока имеет обеспеченность соответственно ниже, чем 0,01%, (что соответствует одному событию один раз в 10 000 лет). Предполагается, что получившаяся обеспеченность расчетного гидрографа будет ближе к 0.001% (в 100 000 лет). Для более точного доказательства этого предположения необходимы дальнейшие исследования. Если их результаты подтвердят приведенное выше предположение, то можно будет сделать вывод о том, что консерватизм, имеющий место при расчетах, приводит к тому, что отводные сооружения плотин проектировались с расчетом на то, что катастрофические события могут происходить один раз в 100 000 лет, вместо одного раза в 10 000 лет, что, в общем, приближается к обеспеченности ВМП.

Местная гидрометеорологическая служба выдает прогнозы предполагаемого речного стока ранней весной, до начала сезона дождей. Прогноз основан на учете глубины залегания снежного покрова на водосборных бассейнах рек. В настоящее время разрабатывает методику расчета площади снежного покрова и его водного эквивалента на основании спутниковых данных. В случае экстренных прогнозов паводка, когда нормальный запрашиваемый начальный уровень водохранилища может оказаться ниже, чем уровень наполнения водохранилища увеличивается призма форсировки, что повышает безопасность плотины в годы с экстремальными паводками.

5.3.2 Факторы снижающие безопасность плотины во время паводка

Имеются несколько факторов, влияющих на управление Чимкурганской плотинной во время больших паводков. Они относятся к относительно высокой обеспеченности расчетного паводка, изменяют величину расчетного пика расходов, уменьшают объем из-за заиливания и увеличивают ограничение до максимума расходов в нижний бьеф.

Чимкурганская плотина была запроектирована на расходы 1% обеспеченности и проверена на расходы 0,1% обеспеченности. Ожидается, что консерватизм, вовлеченный в определение расчетного паводка уменьшит обеспеченность с 0,1% до 0,01%, или 1 раз в 10 000 лет. Кроме того, расчет объема паводка и пропускной способности водовыпускного сооружения был выполнен используя событие 0,1% обеспеченности с пиком равным 855 м³/сек. Эта величина была пересмотрена местными экспертами, продлевая ряды наблюдений ежегодных максимумов. Пересмотренная величина пика расхода 0,1% обеспеченности равна 919 м³/сек.

Проектировщики склоняются к решению применить это увеличение. Решение, которое они предлагают это строительство аварийного сброса и повысить отметку гребня плотины, чтобы обеспечить большую паводковую призму. Увеличение величины расчетного расхода при отсутствии наличия достаточных наблюдений это типичный пример недостаточности исходной информации при частотных анализах, основанных на кратковременных наблюдениях. Обеспеченность расчетного события выбирается в соответствии со СНиП. Однако, в соответствии с подходом, принятым в ICOLD эта плотина подпадает в IV категорию, которая требует, что безопасность плотины проверена на экстремальный паводок с намного меньшей обеспеченностью и предпочтительно PMF.

Имеется несколько больших водохранилищ выше створа плотины. Крупнейшее Гиссаракское водохранилище с общим объемом накопленной воды 180*10⁶ м³, и оставшиеся водохранилища объемом менее чем 10*10⁶ м³. Безопасность Чимкурганской плотины значительно снижается в случае прорыва плотины водохранилища с большей емкостью, но прорыв плотины с меньшим объемом в момент экстремального паводка может также снизить безопасность плотины. Поэтому необходимо будет рассмотреть влияние разрушения каждого из водохранилищ, расположенных выше створа Чимкурганской плотины. Если исследования покажут, что разрушение меньшего водохранилища повлияет на безопасность плотины, то необходимо будет определить необходимость модернизации тех водохранилищ до такого уровня воды в них, который гарантировал бы безопасность Чимкурганской плотины.

Проектный гидрограф, рассмотренный в Разделе 5.3.1 был составлен на основе анализов расходов реки наблюдаемых на гидропосту Чиракчи. Водосборная

площадь выше гидропоста 4920 км², в то время как водосборная площадь выше створа плотины равна 5590 км², которая приблизительно на 13% больше. Средняя высота этой дополнительной площади находится между ниже снеговой линии и на расходы реки влияют различные ирригационные сооружения и водозаборные каналы. Проектировщики плотины предполагали, что эта площадь не будет значительно увеличивать пик и на гидрограф расчетного паводка, поэтому эта часть водосборной площади была проигнорирована при определении расчетного гидрографа. На этой стадии можно прийти к выводу, что расчетный гидрограф можно было бы пересчитать. Когда реально выполнить пересчет можно будет определить в течение отработки и уточнения гидрологической модели и PMF исследований.

Уменьшение объема может повлиять на безопасность плотины. Суммарный объем водохранилища (в том числе объем паводка) был уменьшен с 550*106 м³ до 450*106 м³. Объем определенный для призмы форсировки не был изменен и составляет 50*106 м³. Политическое давление может заставить операторов плотины посягнуть на объем паводка, с целью скопить как можно больше воды для орошения поздней весной, когда вполне может иметь место наводнение, вызванное одновременно таянием снегов и ливнем. Эта потребность накопить побольше воды может ожидать в маловодные годы, однако из-за возможность события сильного ливня может все еще сохраняться опасность для плотины. Гидрологические исследования используя ВМП совмещенное с таянием снегов с упомянутой «уменьшенной» территории может дать ответ - какой объем паводка может быть использован в зависимости от осадков снега на водосборной территории.

Максимальная пропускная способность водовыпускного сооружения – 399 м³/сек. Паводок, превышающий расход 550 м³/сек может вызвать проблемы, связанные с наводнением на территории, расположенной ниже створа плотины, где расположены города Карши и Бухара. Поэтому величина максимального расхода у Чимкурмана ограничена до 350 м³/сек, позволяя сброс 200 м³/сек Пачкамарской плотины, которая расположена на боковом притоке выше по течению реки от Чимкурманской плотины. Очевидно, что в течение экстремального паводка придется сбрасывать весь расход 399 м³/сек чтобы свести к минимуму перелива через плотину.

5.3.3 Выводы и рекомендации

Можно сделать вывод, что расчетный гидрограф расходов имеет относительно высокую обеспеченность случая, что неприемлемо. Должен быть составлен новый расчетный гидрограф для максимально возможного паводка. Даже если в случае принятия методики СНиП и если расчетный гидрограф будет определен с обеспеченностью 0,01%, и в этом случае будет необходимо определить максимально возможный паводок и сравнить его с расчетным гидрографом, построенным в соответствии с СНиП.

Эти водохранилища с меньшими объемами, расположенные выше по течению реки, рассчитываются на большую обеспеченность паводка, и высока вероятность, что их разрушение может серьезно повлиять на безопасность Чимкурманской плотины. Гидрологические исследования максимально возможного паводка могут учесть эти водохранилища и определить их влияние на безопасность плотины.

Большая водосборная площадь плотины и уменьшенный объем водохранилища по причине заиления будет определенно влиять на безопасность плотины в течение экстремального паводка, и это усиливает необходимость в исследовании максимально возможного паводка.

Для оценки безопасности Чимкурганской плотины в течение паводка необходимо разработать и испытать гидрологическую модель, и исследовать максимально возможный паводок, основываясь на одновременном таянии снега и события максимального паводка. И только лишь затем станет возможным оценить безопасность плотины и рекомендовать приемлемые меры.

5.4 Условие аварийной сработки водохранилища

Сработка уровня воды в водохранилище в случае аварийной ситуации может быть достигнута при помощи донного водовыпуска, давая общий расход 350 м³/сек при нормальном подпорном уровне. Площадь зеркала водохранилища при нормальном подпорном уровне около 50 км², а потребная максимальная скорость сработки около 1,17 м/день. Как сообщалось, водохранилище может быть полностью опорожнено приблизительно за 15 дней.

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, насыпь тела плотины и материалы основания

Риск, что грунты тела плотины и ее основания могут подвергнуться разжижению от воздействия землетрясений, должен быть определен как часть оценки безопасности для плотин, расположенных в районах с высокой сейсмичностью.

Насыпь тела плотины

Принимая во внимание, что грунты тела Чимкурганской плотины были уложены послойно и уплотнены, можно считать, что присутствует лишь небольшой риск разжижения.

Основание

Ввиду того, что основание плотины в центральной части сложено аллювиальными отложениями, принимая во внимание, что эти грунты хорошо консолидированы и уплотнены под воздействием веса самой плотины, и также может быть имеет удовлетворительный гранулометрический состав, можно надеяться что имеется незначительный риск разжижения аллювиальных отложений основания. Однако, имеется риск возможной частичной потери прочности грунтов от воздействия сильных землетрясений. В соответствии с этим рекомендуется провести испытания грунтов «на месте» (см. Раздел 6.2.3), чтобы проверить свойства грунтов тела плотины и ее основания для того, чтобы оценить риск.

5.6 Анализ безопасности, выводы

5.6.1 Основные факторы

В отношении Чимкурганской плотины МК считают принципиальным делом важности следующие основные положения:

- 1) Сомнения в отношении правильности назначения пропускной способности паводка водовыпускными сооружениями и водосбросом и увеличение неблагоприятного влияния заилиения водохранилища.
- 2) Разрушительное воздействие может иметь фильтрация на контакте тела плотины и башни затворов, которая может привести к образованию пустот и к локальному разрушению.
- 3) Недостаток в устройствах мониторингового оборудования на плотине.
- 4) Аварийная ситуация может возникнуть в результате стихийных бедствий (в том числе наводнения), ошибки человека, или несанкционированных действий, и может подвергнуть опасности население на нижерасположенных территориях. Однако, отсутствует план действий в аварийной ситуации, нет системы раннего оповещения для этих случаев. Необходимо иметь Руководство для персонала чтобы оказать помощь в надзоре, с целью выявления в процессе мониторинга признаков опасного развития ситуации.

5.6.2 Заключение по безопасности

В результате обследования плотины и изучения имеющихся в наличии данных, и обсуждений с местным инженерным персоналом плотины и на основе их исследований, МК в настоящий момент не в состоянии констатировать с уверенностью, что Чимкурганская плотина соответствует международным стандартам по безопасности плотин.

Основные опасности которые могут угрожать плотине:

1) Паводки

Гидрологические исследования, проведенные МК показывают. Что необходимы дальнейшие исследования чтобы быть уверенными пропускная способность водосброса / водовыпусков достаточна для пропуска возможного максимального паводка (PMF)

Способность плотины контролировать паводки почти полностью зависит от гидромеханического оборудования. Существующая ситуация – удовлетворительная, необходимы высокие стандарты для будущей эксплуатации, чтобы сохранить стареющее оборудование в надежном 100% работоспособном состоянии. Необходим резервный электрический генератор.

2) Неустойчивость конструкции

Возможно, что плотина не подвержена опасности неустойчивости в нормальных условиях, но существующая система мониторинга не позволяет проводить мониторинг в достаточной степени.:

Фильтрация на контакте с башней затворов может вызвать внутреннюю эрозию, которая, если не взять ее под контроль, может вызвать образование пустот и возможное локальное разрушение плотины.

МК не уверены, что устойчивость плотины при воздействии сильного землетрясения гарантирована, из-за возможной потери прочности от разжижения водонасыщенных грунтов тела плотины и ее основания.

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 Основные положения

Для обеспечения необходимой информацией для расчетов, указанных ниже, и для того, чтобы сделать выводы по оценке безопасности, требуется дополнительная информация, которая не входит в рамки настоящей работы. Необходимо выполнить следующее:

- 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) Изыскательские работы по дну чаши водохранилища

Как стало известно, последний раз изыскательские работы по дну чаши водохранилища выполнялись в 1996 году. Для обеспечения надежной информацией о заилении водохранилища и из-за влияния в связи с этим на эксплуатацию водохранилища, рекомендуется провести новое исследование (батиметрическое) дна чаши водохранилища через пять лет .

(2) Топогеодезические изыскания

Проектные чертежи по катастрофическому сбросу (см. Раздел 5.2) датированы 1975 годом. В случае дальнейшего проектирования рекомендуется заново выполнить изыскательские работы на территории, лежащей ниже плотины.

6.2.3 Исследование грунтов и обследования

Рекомендуется провести следующие исследования и изыскания

(1) Возможное наличие пустот и фильтрации на контакте бетон / насыпь тела плотины вдоль башни затворов, должны быть исследованы, для чего необходимо пробурить скважины внутри башни и провести исследования на месте. Бурение следует выполнить сквозь втулки, встроенные в башни, оборудованные уплотнениями для предотвращения притока воды. Наличие пустот можно будет определить во время бурения, а также зон разуплотнения, которые могут привести к гидравлическому размыву насыпи плотины на контакте с башней, и которое может быть исследовано многоступенчатым испытанием под давлением воды.

(2) Переустановка пьезометров в теле плотины потребует бурения большого количества скважин. Рекомендуется при производстве этих работ должны быть проведены испытания на месте для того чтобы проверить свойства материалов тела плотины и ее основания, а также провести лабораторные испытания

(3) Обследования

Для обеспечения информацией, на основе которой будет выполнена детальная оценка необходимого оборудования и ремонтных работ, рекомендуется детальное обследование плотины и должны быть составлены инвентарные описи дефектов, необходимых материалов и ремонтных работ, в том числе по позициям:

- Ремонтные работы по креплению верхового откоса плотины (обследование выполнить когда в водохранилище будут низкие горизонты воды);
- Улучшение работы дренажа плотины (обследование выполнить когда в водохранилище будут высокие горизонты воды);
- Ремонтные работы по креплению низового откоса плотины и открытого дренажа
- Внутренняя поверхность водосбросной трубы выше и ниже затворов;

- Электрическая проводка и т.д., освещение;
- Затворы, и гидромеханическое подъемное оборудование;
- Строительные и бетонные работы;
- Работы по металлоконструкциям (лестницы в башне затворов и лестничные площадки)

6.2.4 Дополнительные инженерные расчеты

Рекомендуются дополнительные инженерные / гидрологические исследования:

- 1) Обзор расчетов экстремального паводкового притока в водохранилище включая:
 - Влияние других водохранилищ водосборного бассейна, находящихся выше створа плотины при нормальных условиях;
 - Влияние возможной аварии либо аварийной ситуации на других водохранилищах водосборного бассейна, находящихся выше створа плотины;
- 2) Обзор эксплуатационных процедур водохранилища с использованием пересчитанных расходов паводка, расчетов по заилению и запаса над уровнем воды от волновой деятельности, определенного на основе обновленной информации о ветре.
- 3) Если необходимо будет выполнить исследования по п.(2), разработать варианты по увеличению контролируемой пропускной способности паводка, и в то же время поддерживая приемлемый уровень воды в нижнем бьефе для предотвращения наводнения и стремясь иметь максимально больший объем водохранилища Possible options are:-
 - Построить дополнительный аварийный водосброс;
 - Надстроить плотину и / или реконструировать стенку парапета, чтобы позволить увеличение отметки допустимого максимального подпорного уровня

Соответственно, можно изменить правила эксплуатации водохранилища, чтобы принять больший паводковый объем в критические периоды.

Выбор аварийного сброса имеет важное значение, которое как следует отметить выражено в следующем:

- При больших паводках, пропускная способность русла реки будет увеличена за счет затопления прилегающих земель если предлагаемый дополнительный водосброс будет построен.. Однако, по мнению МК, что обеспечение защиты нижерасположенных территорий от наводнений всевозможных обеспеченностей является слишком завышенным требованием и следовало бы принять величину обеспеченности паводка обоснованную анализом, как критерия защиты от паводка для нижерасположенных территорий.
- 4) Обзор сейсмичности района плотины, определить максимальные ускорения грунта для землетрясения за период эксплуатации (ОБЗ) и для

максимального расчетного землетрясения (МРЗ). Оценить чувствительность материалов тела плотины и ее основания к разжижению.

- 5) Обзор статической и сейсмической устойчивости на основе исследования свойств материалов, и определить деформации, когда фактор безопасности меньше единицы, особенно для бортов плотины
- 6) Оценить степень изменений русла реки в нижнем бьефе и разработать проекты будущей реконструкции гасителя и защиты от эрозии для водовыпуска.
- 7) Оптимизировать/улучшить состояние существующего водосброса, выполнить модельные испытания для возможных геометрических изменений которые в настоящее время находятся на рассмотрении с целью улучшения условий прохождения потока по шахте водосброса.

6.3 Строительные работы

На основе имеющейся информации и оценки безопасности выполнена предварительная оценка необходимых строительных работ. Окончательные детали будут зависеть от исследований указанных выше.

1) Плотина

Хотя плотина внешне выглядит в хорошем состоянии, но так как это главная плотина, это требует детального мониторинга этой плотины. Где необходимо, на плотине должна быть заменена мониторинговая контрольно-измерительная аппаратура. Предлагается следующее

- Установить новые трубки пьезометров там, где заилены существующие
- Установить дополнительные электрические (дистанционные) пьезометры в критических точках.;
- Установить сеть поверхностных деформационных марок и триангуляционных знаков для выполнения точных измерений горизонтальных и вертикальных измерений.

Отмечалось, что проведение мониторинга фильтрационных расходов дренажных колодцев нижнего бьефа плотины начиналось заново восстанавливаться силами местного персонала, и это необходимо довести до конца.

Дополнительно установить пьезометры вплотную с трубой водовыпуска. Предлагается выполнить повторную цементацию по линии существующей цементационной завесы на протяженности 200 м, и на глубину до 30 м в расположенном ниже основания аллювиальном слое, бурение выполнить с гребня плотины и изнутри трубы

2) Аварийный сброс

Если исследования обозначенные в разделе 6.2.4 покажут, что необходим аварийный водосброс, следует выполнить детальный проект и построить его.

3) Башня затворов

Как сообщалось, что пустоты в примыканиях насыпи тела плотины к верхней части водоотводящей трубы были зацементированы несколько лет назад. Однако, операторы сообщили, что и в настоящее время видимо имеет место фильтрация вдоль башни затворов. Если исследования подтвердят это, или там имеются разуплотненные зоны, которые могут привести к гидравлическому размыву под действием давления воды в водохранилище, то необходимо будет выполнить комплекс работ по цементации как чрезвычайно необходимую меру.

Краткое обследование, выполненное во время посещения МК выявило некоторые дефекты в стальной облицовке водосбросной трубы ниже одного из затворов, и которые требуют безотлагательного внимания.

Модельные испытания шахты водосброса относящиеся к разделу 6.2.4(7) может привести к необходимости осуществления структурных изменений на стыке с водовыпуском.

4) Гидромеханическое оборудование

Безопасность плотины в большой степени зависит от нормальной работы гидромеханического оборудования. Любой необходимый ремонт, любые необходимые замены должны быть выполнены незамедлительно, и должно быть обеспечено наличие резервного генератора. Необходимо выполнить следующие основные работы :

- Заменить, либо полностью восстановить рабочие затворы башни затворов.
- Восстановить стальную облицовку на стыке затвора и порога в башне;
- Восстановить гидравлическое оборудование.

5) Водобойный колодец в русле реки в нижнем бьефе.

Было предложено провести дополнительные работы по укреплению русла реки, прямо за водобойным колодцем, в данный момент подвергающейся размыву.

6) 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 материально-технического снабжения, основанная на обследовании «Консультантами» и обсуждениях с местным управляющим персоналом:

- (1) 51 пьезометра. В настоящее время все установленные пьезометры – это пьезометры трубчатого типа, однако необходимо установить дополнительно некоторое количество злектрического (дистанционного) типа в критических точках.
- (2) Обеспечить резервным генератором и связанным с этим помещением электропроводкой
- (3) Система автоматического управления затворами, включая телеметрию делающую возможным дистанционное управление в ответ на приходящий паводок, наблюденный гидropостом в верхнем бьефе.
- (4) Оборудование системы раннего оповещения и связи.

Список следует уточнить в ходе более детального обследования.

6.5 План мероприятий срочного реагирования в экстремальных ситуациях

Имеющийся опыт подсказывает, что невозможно справиться со всеми возможными паводками, и всегда присутствует исключительная ситуация, либо это персонально чья-то ошибка, либо это строительный дефект, которые могут повлечь за собой аварийную ситуацию. Для этого случая необходимо иметь подробный план действий в аварийной ситуации, поддержанный органами 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. Пдсчет 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: Чимкурганская плотина– Безопасность плотины
Приоритеты на выполнение исследований работ и материально-технического снабжение**

Вид работ	Исследования и т.п.	Строительные работы материально-техническое снабжение		
		Приоритет I	Приоритет II	Приоритет III
1. Съёмка (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"> • Контрольно-измерительная аппаратура • Аварийный водосброс • Цементная башня затворов на стыке с телом плотины • Реконструкция башни водовыпуска • Гидромеханическое оборудование • Реконструкция перепада в Н. Б 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Поставки(6.4)				
<ul style="list-style-type: none"> • Пьезометры и оборудование для мониторинга деформаций • Резервный генератор • Оборудование для системы раннего оповещения и связи • Система АСУТП 		<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 Чимкурганская плотина в целом находится в удовлетворительном состоянии, и может безопасно наполняться до нормального подпорного уровня 488,20 (НПУ), хотя опыт прошлого говорит, что имеется значительный риск перелива в случае экстремального паводка.

Необходимо уделить первостепенное внимание следующему:

- (a) Восстановление пьезометров и установка всесторонней системы мониторинга за деформациями и системы мониторинга за фильтрационными расходами, и после этого проведение регулярного мониторинга порового давления, деформаций и фильтрации и ясным представлением о результатах, объяснением и анализом опытными специалистами по плотинам.
- (b) Исследование и, если необходимо, цементация пустот тела плотины в местах примыкания к башне затворов.
- (c) Рассмотрение расчетов паводка и процедур управления паводком и, если необходимо возможное строительство аварийного сброса, либо других работ;
- (d) Обеспечение наличия резервного генератора электроэнергии.
- (e) Установка надежной системы раннего оповещения для предупреждения населения на нижерасположенных землях в случае возникновения аварийной ситуации, с поддержкой органами власти 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
ЧИМКУРГАНСКАЯ ПЛОТИНА
Перечень использованных материалов

Чимкурганская плотина

Приложение А – Перечень использованной литературы

1. Отчет о заключении по проектировании
2. Отчет Миссии Мирового Банка развития, Июнь 1997.
3. Отчет по результатам обследования и мониторинга за 1998 год,
4. Гидрологические условия реки Кашкадарья выше створа Чимкурганской плотины, Shahidor, Ташен, 1999.
5. Заключительный отчет по предложению строительства дополнительного водосброса, Главсредазирсовхозстрой, Ташент , 1985.
6. Отчет о эффективности цементационной завесы, институт САНИИРИ, Ташкент, 1978
7. Законодательство по безопасности гидротехнических сооружений в Узбекистане, Ташкент, Август 1999.

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 Чимкурганского водохранилища

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

Для этой цели было построено 110 пьезометров, 14 мерных водосливов и 262 геодезических знаков в том числе: для измерения горизонтальных смещений - 94 шт, для измерения осадки - 146 шт, щелемеров - 22 шт.

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

- повреждены геодезические знаки, используемые для измерения осадки основания плотины - 21шт
- непригодны для наблюдений (засорены, заилены и т.д.) пьезометры - 58шт
- пришли в негодность мерные водосливы - 2шт
- разрушен 1 гидрост для измерения расхода воды в реке Карадарье в нижнем бьефе плотины.

По имеющейся КИА ведутся регулярные (через 7 - 10 суток) наблюдения за фильтрационным режимом плотины и основания. Геодезические наблюдения за осадкой и смещениями сооружений водохранилища выполнялись в 1997 и 1998 годах . Данные натуральных наблюдений анализируются специалистами Диагностического центра Государственной водохозяйственной инспекции Узбекистана.

Обработка данных натуральных наблюдений показала следующее:

- максимальное положение депрессионной поверхности не выше проектного;
- максимальный расход фильтрации через плотину и основание, измеренное в дренаже в последние годы в том числе в 1997г-1998гг составил 540-550 л/сек, что в 2 раза больше расчетного(проектного), наблюдается тенденция уменьшение расхода из-за плохой работы дренажа;
- цементационная завеса в основании плотины выполняет свою функцию
- первая линия дренажа вышла из строя;
- осадка плотины не прекратилась, за год она увеличивается примерно на 3 - 5 мм;

При пропуске воды через катастрофический водосброс вследствие конструктивных особенностей водовыпуска наблюдается усиленная пульсация гидродинамического потока . Это приводит к волнообразному движению потока по трубе, её занaporиванию на отдельных участках и снижает пропускную способность сооружения в целом. Скорости потока при пропуске максимальных расходов достигают 20 м/с, что может привести к её кавитации.

Выводы

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

Рекомендуется:

1. Восстановить геодезические знаки, используемые для измерения осадки плотины - 21шт
2. Построить пьезометры - 58шт
3. Установить мерные водосливы - 2шт
4. Построить гидрост - 1шт
5. Для измерения пульсации гидродинамического потока и истирания бетона необходимо установить
 - датчика пульсации давления -20шт
 - датчиков разрушения бетона -12шт
6. Приобрести электроуровнемеры для измерения уровней воды в пьезометрах.