

4. Джурумбаева Р.А., Сейткасымова С.А. Гашение энергии сбросного потока на выходе из закрытых водосбросов. /Роснаука: Материалы международной научно-практической конференции. Прага 2011г. С.62-66.

5. Ахмедов Т.Х., Джартаева Д.К., Бельгибаев Б.К., Джурумбаева Р.А. «Вихревой перепад», Патент РК №8316, кл. E03B3/00, 1999.

УДК: 626/816; 626.43; 627.82

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РИСКА АВАРИЙ КРУПНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ КАЗАХСТАНА

Т. И. Есполов, М. К. Баекенова., А. Т. Базарбаев

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан

Данная НИР была выполнена в 2015 году (1 этап) по бюджетной программе 055 «Научная и (или) научно-техническая деятельность», в 2015 году, подпрограмма 101 «Грантовое финансирование научных исследований», по приоритету «Проблемы экологии и рационального природопользования».

Все крупные подпорные ГТС в Казахстане в основном построены после 40-х и 60-х годов XIX столетия, то есть отслужили свой нормативный срок службы. Поэтому, возникает необходимость провести анализ риска аварий крупных подпорных ГТС эксплуатируемых в Казахстане. К выше сказанному неопровержимым доказательством служат катастрофические аварии на Кызылагашском в 2012 г. (Алматинская область) и Кокпектинском в 2013 г. (Карагандинская область) водохранилищах, в с. Жумабек Абайского района Карагандинской области 11.04.2015 г. из-за переполнения озера Кокзек. Эти водохранилища относятся по своей емкости к малым водохранилищам, однако, несмотря на это, прорыв Кызылагашского водохранилища сопровождался человеческими жертвами и был нанесен огромный материальный ущерб экономике района и самого населения. Трудно представить, какой ущерб будет нанесен экономике страны в случае аварий на плотинах Бартогайского и Куртинского водохранилищ, Капчагайском гидроузле.

Цель работы в 2015 году - идентификация опасностей – изучение процессов, протекающие в самих ГТС, разработка проектов деклараций безопасности плотин Бартогайского и Куртинского водохранилища и Капчагайской ГЭС в соответствии с нормативными актами Казахстана [1,2,3].

Для анализа и оценки риска аварий выполнены натурные экспериментальные исследования состояния плотин и бетонных сооружений Куртинского, Бартогайского и Капчагайского водохранилищных гидроузлов. В связи с тем, что исследуемые ГТС Бартогайского и Куртинского водохранилищ, Капчагайский ГЭС находятся на этапе эксплуатации, целью анализа риска являлись:

- оценка соответствия состояния ГТС и условия его эксплуатации к современным нормам и правилам;
- определение приоритетных мер по ремонту и реконструкции ГТС;
- обоснование эффективности затрат на ремонт и реконструкцию ГТС;
- разработка проекта Декларации безопасности эксплуатируемых и обследованных ГТС;

На этих сооружениях выполнены:

- визуальные обследования состояния земляных плотин водохранилищных гидроузлов,

- с помощью имеющихся наблюдательных скважин плотины, измерены положения депрессионной кривой на Бартогайском водохранилищном гидроузле, а также взяты данные измерений глубины воды в наблюдательных скважинах у эксплуатационников как на Бартогайском водохранилище, так и на Капшагайском ГЭС;

- обследованы состояния креплений верхового откоса и отмечены координаты участков, подлежащих ремонту и восстановлению;

- в процессе обследования низового откоса плотины выявлены участки с интенсивной фильтрацией, отмечены координаты с помощью GPS;

- установлена величина фильтрационного расхода;

- визуально обследовано сопряжения земляной (бетонной) плотины с берегами ущелья;

При выполнении работ обследованы инженерно-техническое состояние бетонных сооружений водохранилищного гидроузла:

- водовыпуска и катастрофического водосбросного сооружения;

- выявлена прочность бетонных элементов сооружений, наличие трещин и участков подверженных кавитации;

С помощью теодолитно-нивелирной съемки выявлено отклонение от проектной отметки высотного и планового положения основных сооружений.

Для анализа риска аварий ГТС использованы отработанные и апробированные методы, учитывающие весь спектр отличий ГТС от других систем [9]. В данном вопросе в последние годы (1997-2015 гг.) в значительной степени сформирована новая нормативно-правовая база по обеспечению безопасности ГТС в Казахстане и Российской Федерации [2,3,4,5,6,7,8].

Методы проведения анализа риска аварий подпорных ГТС приняты нами по следующим требованиям [1,9,10]. Для количественной оценки риска основных сценариев развития аварий А1, А2, А3, возможных на ГТС Бартогайского водохранилища, использован метод анализа «дерева отказов» (z9 «Fault Tree Analysis» - FTA), рекомендованный СТП ВНИИГ 230.2.001-00 [9] и последним национальным нормативным документом [3]. В качестве источников информации для получения сведений о среднегодовых частотах базовых отказов использовались справочные, нормативные, литературные публикации в сфере анализа риска и оценки уровня безопасности ГТС и их элементов, а также сведения банков.

Куртинское водохранилище состоит из следующих сооружений: водохранилище объемом 120 млн.м³, каменно-набросная плотина с суглинистым ядром с максимальной высотой 42 м, паводковый водосброс траншейного типа с пропускной способностью 176,8 м³/с, башенный водовыпуск из 2-х туннелей диаметром 2 м. Таскутанская водоподпорная плотина, расположенная в 9 км ниже водохранилища, имеющая три водосбросных пролета шириной по 5 м, и автоматический водослив шириной 35 м, общая пропускная способность водоподпорного сооружения 309 м³/с, подает воду в правобережный канал с расходом воды 2,5 м³/с, а в левобережный магистральный канал -12,5 м³/с.

Вид регулирования стока реки – сезонное. Территория Куртинского водохранилища находится в сейсмоопасной зоне (сейсмичность района 7-9 баллов). Наиболее опасными геодинамическими процессами, угрожающими целостности плотин, являются землетрясения, обвалы скальных массивов.

Анализ природно-климатических условий территории размещения ГТС Куртинского водохранилища, показателей природных и техногенных воздействий на ГТС, компоновки сооружений, их конструкций и опыта эксплуатации, выполненный

экспертной группой, позволяет считать, что на Куртинском водохранилище возможны следующие основные сценарии возникновения и развития аварий ГТС, способных привести к ЧС:

A1: перелив через гребень грунтовой плотины в паводок при снижении пропускной способности водосброса, возможном вследствие отказов механического оборудования водосбросных устройств, при потере внешнего электропитания. Следствием перелива будет размыв участка плотины, образование прорана в теле плотины, волна прорыва и затопление нижнего бьефа;

A2: локальное разрушение участка грунтовой плотины вследствие возможной потери статической устойчивости плотины или фильтрационной прочности грунтов тела и/или основания плотины, сверх расчетного землетрясения может привести к переливу в зоне локального понижения гребня на разрушенном участке плотины даже при НПУ. Следствием перелива будет дополнительный размыв разрушенного участка плотины, образование прорана, волна прорыва и затопление нижнего бьефа.

Иные сценарии аварий, возможных на ГТС Куртинского водохранилища, как показывает ПАО (предварительный анализ опасностей) и качественное ранжирование сценариев по уровню риска к чрезвычайным ситуациям привести не могут и поэтому далее не рассматриваются.

Бартогайское водохранилище (емкостью 320 млн.м³) включает: каменно-набросную плотину с суглинистым ядром (длина по гребню 325 м, высота 60 м), шахтный водосброс со строительным туннелем, рабочий водовыпуск (2 нитки туннеля диаметром 3 м). Район расположения ГТС характеризуется сложной структурно-тектонической обстановкой и интенсивными сейсмопроявлениями, с расчетной сейсмичностью 9 баллов. Основные сооружения гидроузла размещаются на едином тектоническом блоке. Среднемноголетняя полезная водоотдача из водохранилища равна 963 млн. м³, режим регулирования стока – сезонный. По результатам выполненных натуральных исследований в июне-июле 2015 г. на Бартогайском водохранилище (рис. 1) можно отметить, что ГТС водохранилищного гидроузла надежны и безопасны: на плотине отсутствует интенсивная фильтрация через тело плотины, катастрофический водосброс; затворная камера в удовлетворительном состоянии, хотя требует ремонта по выполнению противофильтрационной цементации и восстановления мест, подверженных кавитации, на левом конусном затворе порыв резиновых уплотнений, который требует ремонта; размыв в НБ водовыпуска в допустимых пределах.



Рисунок 1 - Водовыпуск с конусным затвором Бартогайского водохранилища в рабочем состоянии

Определение границ зон возможного затопления для рассматриваемых сценариев аварий на ГТС будет установлен в процессе выполнения гидравлических расчетов прорыва плотины для различных сценариев их разрушения в соответствии с техническим заданием в конце 2016 г. Основные сценарии возникновения и развития аварий ГТС, способных привести к ЧС, - *A1* и *A2* аналогичны сценариям Куртинского водохранилища, но нужно учесть и третий сценарий:

A3: разрушение участка канала, возможное вследствие нарушения целостности бетонной облицовки или разрушения насыпной части борта канала, может привести к разливу массы воды из канала на прилегающую территорию.

ГТС **Капшагайской ГЭС** состоят из: русловой плотины, логовой плотины, скального останца, эксплуатационных водосбросов, водоприемника, турбинных водоводов, зданий ГЭС, отводящего канала. Капшагайское водохранилище многлетнего регулирования. Обследование состояния русловой плотины выявило отсутствие провалов и оползней. Низовой откос закреплен посевом трав и на него нет выхода фильтрационных вод. Логовая плотина в хорошем состоянии, верховой откос плотины закреплен монолитными плитами, под которыми нет пустот и провалов. Температурно-осадочные швы в удовлетворительном состоянии. Низовой откос закреплен посевом трав, нет выхода фильтрационных вод на низовой откос плотины. Состояние гидротурбин удовлетворительно, проводится плановый ремонт, одновременно проводится обследование и ремонт их водовода. В дренажной штольне и дренажной галерее скального останца нет большой фильтрации воды и сосредоточенного выхода фильтрационных вод.

Бетонные элементы ГТС в удовлетворительном состоянии, нет мелких трещин и просадок бетонных элементов, не наблюдается отшелушивание бетона. Имеет место раскрытие трещины в береговом сопряжении правого крыла входного оголовка турбинного водовода и раскрытие температурно-осадочного шва, за ними ведется наблюдение (рис. 2). В целом состояние ГТС Капшагайской ГЭС можно оценить как удовлетворительное.



Рисунок 2 - Входной оголовок водосбросного сооружения Капшагайской ГЭС

Заключение: в результате натурных экспериментальных исследований впервые уточнена информация об основных опасностях аварий - оценено соответствие состояния ГТС и условия его эксплуатации современным нормам и правилам; определены приоритетные меры на ремонт и реконструкцию, разработаны проекты Декларации

безопасности плотин Бартогайского, Куртинского водохранилищных узлов и Капчагайской ГЭС.

Список использованных источников

1. Правила, определяющие критерии отнесения плотин к декларируемым. Постановление Правительства РК №115 от 10.03.2015 г.
2. Требования, предъявляемые к организациям, аттестуемым на право проведения в области безопасности плотин. Постановление Правительства РК №1449 от 31.12.2014 г.
3. Критерии безопасности водохозяйственных систем и сооружений, Постановлением Правительства РК от 12.01.2012 г. № 29.
4. Разработка и создание комплекса мероприятий по обеспечению безопасности ГТС Методическое пособие. ЕЭК ООН, МФСА, Алматы, 2014 г.
5. Разрешение на специальное водопользование в РК на регулирование стока р. Курты Куртинским водохранилищем, Таскутанской плотиной вторичным водопользователям, 2011-2014 гг., Балхаш-Алакольское бассейновое управление, г. Алматы.
6. Закон РК от 11.04.2014 г. №188 «О гражданской защите» и «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты РК по вопросам гражданской защиты».
7. «Правила обеспечения безопасности водохозяйственных систем и сооружений», утверждены Постановлением Правительства РК № 690 от 12.05.2009 г.
8. Федеральный Закон РФ «О безопасности ГТС» № 117-ФЗ от 21.07.1997 г.
9. Методические указания по проведению анализа риска аварий ГТС. СТП ВНИИГ 210.02. «ОАО ВНИИГ им. Веденеева». 2005 г.

УДК 502/504: 631.6.02

СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОБЪЕКТОВ АПК

В.Б. Жезмер, М.А. Волинов

ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. КОСТЯКОВА», г. Москва, Россия

В настоящее время отмечается несоответствие между потребностью объектов АПК в водных ресурсах и возможностью их удовлетворения, что связано с изменениями в требованиях объектов АПК по объемам и режимам водоподачи и качеству воды, а также с тем обстоятельством, что большинство (около 70%) гидротехнических сооружений (ГТС) не в состоянии работать в проектом режиме.

Значительные площади орошаемых земель не поливаются из-за отсутствия оборудования, запасных частей к поливной технике, разрывов трубопроводов, ухудшения ремонтной базы в связи с нарушением устойчивых хозяйственных связей. Существенно увеличались потери водных ресурсов в сельском хозяйстве. Коэффициент полезного использования воды сократился вследствие непроизводительных потерь при транспортировке.

За последние 20-25 лет в Российской Федерации возникли проблемы, связанные с безопасностью ГТС, водообеспеченностью объектов АПК, защитой их от вредного воздействия вод. В настоящее время даже сооружения мелиоративных систем, относящиеся к федеральной собственности, не эксплуатируются должным образом из-за недостатка бюджетного финансирования. Перечисленные проблемы, без устранения которых невозможно возрождение сельского хозяйства, могут быть решены только при поддержке государства.

По данным ГНУ ВНИИГиМ [1], основными сооружениями и конструкциями, приводящими гидроузлы в предаварийное и аварийное состояние, чаще всего бывают: паводковые водосбросы (механическое оборудование, бетонные сооружения