

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Б.Н. Ельцина

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА,
ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ
имени Н. Исанова

Диссертационный совет Д 05.15.512

На правах рукописи
УДК 631.7/83(043.3)

КВАСОВ ПЕТР АНДРЕЕВИЧ

РАЗРАБОТКА ПРОТИВОПАВОДКОВЫХ И ПРОТИВОСЕЛЕВЫХ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ (КОНСТРУКЦИИ И МЕТОДЫ
РАСЧЕТА)

Специальность: 05.23.07 – Гидротехническое строительство

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек – 2016

Работа выполнена в АО «Казахский Научно-исследовательский Институт Энергетики им. академика Ш.Ч.Чокина».

Научный руководитель: доктор технических наук, академик МАИ
Кошумбаев М.Б.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Бейшекеев К.К.

кандидат технических наук, доцент
Торопов М.К.

Ведущая организация: Департамент водного хозяйства и мелиорации
Министерства сельского хозяйства и мелиорации Кыргызской Республики.

Защита диссертации состоится «1» ноября 2016 г. в «14» часов на заседании диссертационного совета Д 05.15.512 при Кыргызско-Российском Славянском университете имени Б.Н.Ельцина и Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры имени Н.Исанова по адресу: 720020, г.Бишкек, ул. Малдыбаева 34 «б», ауд. 1/101. Тел./факс (996-312) 54-51-36, e-mail: madanbekov_72@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры имени Н. Исанова

Автореферат разослан «__» _____ 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 05.15.512

Маданбеков Н.Ж.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы - Прошедшие весной 2015 г. катастрофические паводки привели к затоплению 1 тыс.149 домов в 17 районах Акмолинской, Карагандинской, Костанайской, Восточно-Казахстанской, Павлодарской, Северо-Казахстанской областей, на 89 участках подтоплено и размыто 173 км автодорог, в т.ч. и республиканского значения, разрушено 5 мостов, из зоны затопления было эвакуировано 16 тыс. 63 человека. По данным Департамента ЧС МВД РК, такого массового одномоментного подтопления не отмечалось за весь период наблюдений. Это свидетельствует о крайне неудовлетворительной работе как систем противопаводковых мероприятий, так и отдельных противопаводковых гидротехнических сооружений (ГТС), не обеспечивающих безаварийную работу.

В Государственной Программе управления водными ресурсами Казахстана (утвержденной Указом Президента РК № 786 от 4.04.2014 г.) отмечалось:

- тенденция роста материального ущерба от вредного воздействия паводков;
- низкая эффективность использования водных ресурсов в Казахстане: на 1 доллар ВВП расходуется в 3 раза больше воды, чем в России или США, и в 6 раз больше, чем в Австралии;
- методы и механизмы управления водными ресурсами нуждаются в усовершенствовании, при этом мега-проекты представляются одним из возможных путей решения проблемы.

По нашему мнению, оптимальным решением проблемы будет бассейновый подход в управлении водными ресурсами, а ключевым моментом здесь является комплексное использование (энергетическое и противопаводковое) существующих и намечаемых к строительству водохозяйственных схем и гидросооружений. Поэтому научное обоснование такого подхода становится чрезвычайно актуальным и востребованным.

Цель работы – разработка новых гидротехнических и противоселевых конструкций, обеспечивающих экологическую безопасность территории и исключающих негативное воздействие строительства на окружающую среду.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- критический обзор современного состояния противоселевых и малых водоподъемных плотин энергетического и водохозяйственного назначения, оценка их работоспособности, надежности и устойчивости в чрезвычайных ситуациях, выявление причин прошедших на ГТС аварий;
- оценка экологической безопасности вновь проектируемых сооружений, разработка концепции строительства гидроузлов и противоселевых конструкций, исключающих негативное воздействие строительства на окружающую среду;

- разработка новых современных противоселевых конструкций и водоподъемных плотин, включающих аварийный водосброс с “плавкой” вставкой и гасителем энергии в нижнем бьефе сооружений;

- проведение экспериментальных исследований, обосновывающих оценку импульсных нагрузок селя на сооружения и способ их уменьшения

Объект исследования – водоподъемные и противоселевые плотины.

Предмет исследования - конструкции малых водоподъемных и противоселевых плотин.

Научная новизна:

- предложенная концепция по строительству и реконструкции водоподъемных плотин и противоселевых сооружений предотвращающие негативные воздействия на окружающую среду;

- предложена конструкция водоподъемных плотин энергетического и водохозяйственного назначения с “плавкой” вставкой;

- расчетные зависимости для определения схемы и конструкции устройств гашения кинетической энергии воды в нижнем бьефе водосбросов для плотин с “плавкой” вставкой;

- установлены зависимости по использованию предложенных “податливых” противоселевых сооружений для снижения импульсной ударной селевой нагрузки на конструкцию ГТС.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

- гидрологические условия для строительства новых конструкций ГТС и противопаводковых плотин, исключающие негативные воздействия на окружающую среду;

- практические рекомендации для повышения надежности работы действующих ГТС и противоселевых сооружений, за счет конструктивных изменений, использования ВИЭ, средств мониторинга и автоматизации;

- новые конструкции водоподъемных плотин с “плавкой” вставкой, автоматически обеспечивающие безаварийный пропуск паводковых расходов расчетной обеспеченности;

- противоселевая конструкция ГТС, обеспечивающая снижение импульсной ударной селевой нагрузки.

Практическая значимость исследований – позволяет рассчитывать, конструировать, строить и эксплуатировать новые конструкции гидротехнических и противоселевых сооружений, обеспечивающие экологическую безопасность и экономичность.

Методика исследования - использованы общепринятые физические, гидравлические, математические и статистические методы исследования.

Экономическая значимость полученных результатов - Внедрение разработанных рекомендаций на каскаде ГЭС на реке Курчум в ВКО позволяет по сравнению с разработками ТОО “Казгидро” (2007г.);

- увеличить на 6,5% объем выработки электроэнергии с 692 ГВтч до 696,5 ГВтч; снизить удельные капитальные затраты на 1 квт установленной

мощности на 9,2% с 213,20 тыс.тг до 193,59 тыс.тг., уменьшить себестоимость выработки электроэнергии на 2,1% с 32,70 тг/квт.ч. до 32,01 тг/квт.ч

Апробация работы - Результаты работы докладывались и обсуждались на научных семинарах лаборатории гидросооружений КазНИИЭ, на международных научных конференциях «CIS Project Plaza 2014» в Сеуле (Южная Корея), и «Энергоэффективность в промышленности» Берлин (ФРГ) в 2014 г.

Личный вклад соискателя - Постановка цели исследований и решение поставленных задач, выполнение экспериментально-теоретических исследований и реализация полученных результатов.

Публикации – Основное содержание работы опубликовано в 13 научных трудах, из них 5 – статьи в изданиях РИНЦ КР, 2 - статьи в изданиях РИНЦ РФ, и 4 – патента РК.

Структура и объем диссертационной работы - Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, изложенных на 154 страниц машинописного текста, и включает 47 рисунков, 2 таблицы, списка использованной литературы из 129 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во «Введении» дана краткая оценка состояния решаемой проблемы, обоснована актуальность темы, сформулированы цели работы и задачи исследования, приведены научная новизна и практическая значимость полученных результатов

В первой главе «Современное состояние и особенности работы противопаводковых и противоселевых сооружений на Юго-Востоке Казахстана» приведены основные причины неудовлетворительной работы ГТС:

- недостаточная пропускная способность водосбросов и неудовлетворительная работа нижнего бьефа, что связано с несовершенством методики расчета и не учетом особенностей гидравлики нижнего бьефа;
- отсутствием надежной, обоснованной теоретически и экспериментально методики расчета противоселевых сооружений на динамические нагрузки, определяющие устойчивость как самой конструкции в момент удара, так и устойчивость нижнего бьефа при переливе селя через гребень плотины;
- отсутствие автоматизации, средств дистанционного контроля и мониторинга за состоянием сооружения;
- схема селезащиты на р.Хоргос, как и другие типичные схемы, должна быть комплексной и учитывать мировой опыт селезащиты;
- в условиях финансового кризиса оптимальным является не строительство крупных дорогостоящих объектов в основном русле рек, а перенос центра тяжести и строительство малых водохозяйственных и энергетических плотин на притоках. Эта новая концепция использования

водоподъемных плотин с “плавкой” вставкой и использованием возобновляемых источников энергии, применением гидроагрегатов нового типа, разработанных в КазНИИЭнергетики, по сути, меняет региональную стратегию противоселевого и водохозяйственного строительства, существенно удешевляя его и обеспечивая экологическую устойчивость территории;

- при реализации этой стратегии, в первую очередь, предполагается осуществить наиболее эффективные мероприятия, при этом возможны различные формы собственности.

Во второй главе «Новые подходы к схемам противопаводковых мероприятий и совершенствованию противопаводковых сооружений» предлагается новый бассейновый подход к управлению водными ресурсами и новая конструкция ГТС, позволяющая реализовать этот подход на практике, обеспечивая при этом повышение эффективности и комплексное использование водных ресурсов бассейна.

Особенности предлагаемой новой конструкции ГТС:

- соблюдение экологических требований – ограничение уровней верхнего бьефа за счет устройства “плавкой” вставки и отсутствие водохранилища;

- новая схема сопряжения потоков нижнего бьефа – отброс струи трамплином и его соударение с потоком от гидроагрегата;

- автоматизация процесса – срабатывание “плавкой” вставки при превышении уровня верхнего бьефа;

- реализуется новый принцип работы гидроагрегата – не максимум локального отбора энергии, а минимум стоимости единицы энергии;

- при одинаковых строительных и эксплуатационных качествах предпочтение отдается не агрегату с максимальным КПД, а гидротурбине с максимальной среднегодовой выработкой на единицу массы или стоимости.

Предлагаемая МГЭС включает береговые устои, бычок с трубой, в которой размещается свободнопоточная ГЭС, плотину – “плавкую” вставку в виде эластичной водоналивной емкости с отверстиями для заполнения емкости водой и отверстиями для выпуска воздуха и воды из емкости и флютбет (рис.1). На рис.1 изображена плотина в поперечном разрезе,

Устройство носка-трамплина обеспечивает сопряжение бьефов по типу отброшенной струи. На конструкцию плотины с “плавкой” вставкой подана заявка на изобретение.

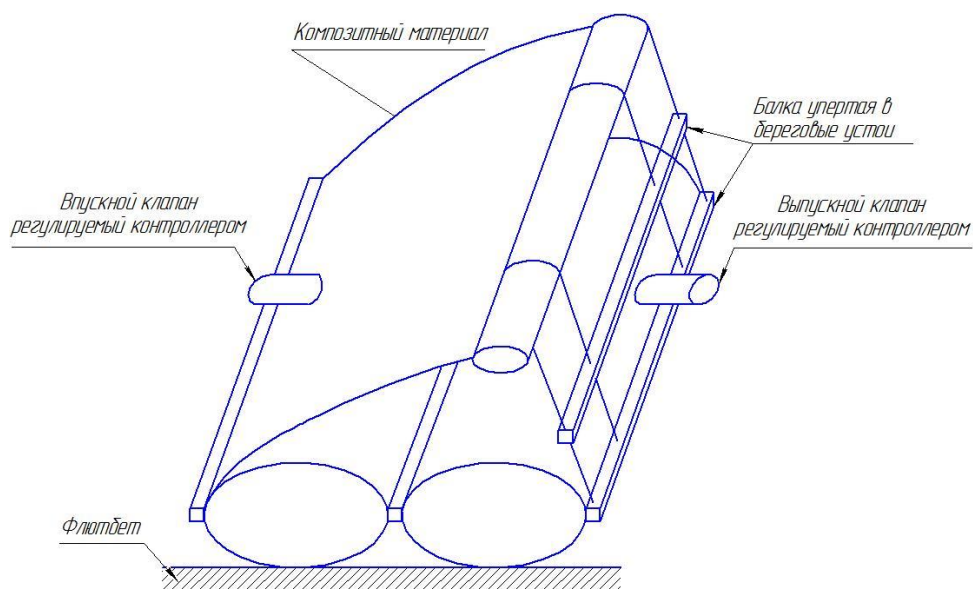


Рис.1. Плотина в поперечном разрезе.

В третьей главе «Местный размыв за водосливной плотиной с плавкой вставкой: методика расчета, сопоставление с опытными данными», как показали наши эксперименты, гидравлическая картина течения в нижнем бьефе плотины с плавкой вставкой и МГЭС достаточно сложна. Здесь формируются два вальца – водоворота, между которыми как бы протекает основная струя, которая и образует воронку местного размыва (рис.2) .



Рис. 2. Расчетная схема растекания струи в воронке.

Мы наблюдаем как бы два участка протекания струи. Первый – между вальцами – водоворотами, второй – полуограниченное течение вдоль низового откоса воронки размыва.

Изменение относительной осевой скорости получим из совместного решения уравнения количества движения для верхней половины струи на первом участке и формулы Шлихтинга, описывающей распределение скоростей по сечению.

$$u_m = \frac{1}{\sqrt{\frac{b}{b_0} \left\{ m_b^2 \left[0,416 + \frac{x \operatorname{tg}(\beta_0 - c)}{b} \right] + 0,268 m_b + 0,316 \right\}}} \quad (1)$$

где $m_b = \frac{u_b}{u_m}$; u_b – скорость обратного тока в верхней циркуляционной зоне, направленная навстречу вектору продольной составляющей скорости в струе; где C — “константа турбулентности”.

Безразмерные координаты границ циркуляционной зоны (нижняя половина струи) определяются соответственно из уравнения расхода циркуляционной зоны и зависимости Шлихтинга.

$$-m_n = \frac{b^* [(m_n - 1)(0,25 \xi_3^4 - 0,8 \xi_3^{2,5}) + 0,55 m_n - \xi_3 + 0,45]}{1 - b^* - \frac{\operatorname{tg}(\beta_0 - \varphi)x}{H}} \quad (2)$$

где m_n - безразмерная скорость обратного тока в нижней циркуляционной зоне, направленная навстречу вектору продольной составляющей скорости в струе;

$$\xi_4 = \left(1 - \sqrt{\frac{-m_n}{1 - m_n}} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (3)$$

где $\xi_3 = \frac{y_3}{b}$; $\xi_4 = \frac{y_4}{b}$ – относительные ординаты.

Изменение осевой скорости потока по длине второго участка после перестройки эпюры скоростей получено из совместного рассмотрения уравнения количества движения и зависимостей изменения толщины струйного и пристенного пограничных слоев в виде:

$$\frac{u_m}{u_{m_1}} = \sqrt[1,8]{\frac{11,27}{\frac{x}{b} + 11,27}} \quad (4)$$

Здесь: u_m — осевая скорость на втором участке после перестройки эпюры скоростей; u_{m1} — осевая скорость в сечении, где заканчивается перестройка эпюры скоростей.

Стыковка независимых решений для зоны перестройки и основного участка полуограниченного течения выполняется с помощью “фиктивного” потока.

Приведенная выше “точная” схема описания гидравлики потока в воронке и соответствующая ей строгость решения приводит к его чрезмерной перегруженности расчетными формулами. Избегая сложных теоретических построений, связанных с переходом от первого ко второму участку, введение фиктивного сопла и т.п. рекомендуется упрощенный инженерный метод расчета местного размыва

В упрощенном варианте имеем растекание потока на двух участках: первом – движение полуограниченной струи вдоль гладкой поверхности, сформированной верхней границей циркуляционной зоны, втором – движение полуограниченной струи вдоль шероховатой поверхности, сформированной откосом воронки размыва. В упрощенном варианте расчетная формула изменения осевой скорости потока соответствует формуле полуограниченного течения

Поскольку результаты расчетов по размыву опытных данных автора (других нет) по упрощенной схеме хорошо описывают процесс (расхождение не превышает 10-12%) эта методика и рекомендуется для практического использования.

Определение глубины местного размыва можно выполнить методом подбора в следующем порядке:

1. Общепринятыми приемами рассчитываются параметры сбросного потока (U_0 , b_0 , ξ) на входе под уровень воды нижнего бьефа;
2. На основе инженерно-геологических изысканий или по справочным данным определяется угол внутреннего трения для грунтов, слагающих дно и допускаемая скорость $U_{\text{доп}}$, а также соответствующая $U_{\text{доп}}$ глубина воды h_6 в нижнем бьефе;
3. Задаваясь максимальной глубиной воды в воронке размыва, определяем длину участка растекания;
4. По формуле (4) определяем максимальную осредненную скорость в конце участка растекания и сопоставляем её со средней по сечению допускаемой скоростью $U_{\text{доп}}$, пользуясь соотношением

$$0,7U_m = U_{\text{доп}} \quad (5)$$

5. Если соотношение (5) не выполняется, то изменяя максимальную глубину воды в воронке размыва, повторяем расчет вновь, добиваясь равенства $0,7U_m = U_{\text{доп}}$.

Максимальную глубину воронки местного размыва определяем используя гипотезу о том, что размыв прекращается, когда скорости на выходе из воронки размыва достигнут допустимых для грунта основания нижнего бьефа.

В результате проведенного теоретического и экспериментального исследования местного размыва, образованного свободноотброшенной струей и водовыпуском МГЭС, а также обобщения материалов других авторов, можно отметить следующее.

1. Экспериментальными исследованиями, проведенными на двух установках в широком диапазоне изменения удельных расходов, напоров, характеристик размываемого грунта, подтверждена правомерность принятого подхода и проверены полученные теоретические зависимости. Экспериментально установлено, что профиль воронки размыва симметричен, а уклон откосов воронки определяется углом внутреннего трения размываемого грунта. Приведена схема построения продольного профиля размыва.

2. В работе показано как применяются полученные результаты к решению задачи местного размыва. Проверка предложенной методики расчета проведена на собственных опытных данных. Материалы этого сопоставительного анализа показывают, что предлагаемый метод расчета позволяет достаточно надежно определять глубину размыва при сопряжении бьефов с учетом соударения струй.

В четвертой главе «Экспериментальное обоснование новых и усовершенствованных противоселевых конструкций» оценка динамического воздействия селя на противоселевые сооружения осуществлялась на селевом стенде применительно к селеуловителю на р.Иссык, как типичному для РК.

Для селеуловителя на р.Иссык при высоте сооружения 27,5 м расчетная высота ударяющейся селевой волны составляет 29,0 м, т.е. сооружение с вертикальной напорной гранью воспринимает одновременную нагрузку по всей высоте. В этом случае для обеспечения прочности отдельных элементов - вертикальных стоек и горизонтальных ригелей - требуется усиленное армирование и увеличение площади поперечных сечений этих элементов.

Наши эксперименты на селевом стенде показали, что снизить материалоемкость конструкции можно за счет учета динамики и кратковременности действия импульсных селевых нагрузок. При рациональном выборе формы напорного фронта - в виде ступеней, выдвинутых в верхний бьеф, уменьшается площадь селеуловителя, одновременно подверженная ударной импульсной нагрузке. Напорная грань выполняется ступенчатой, причем первая воспринимающая удар селя ступень по высоте самая маленькая, вторая - выше, третья - еще выше: получается своеобразная лестница. При таком очертании противоселевого устройства удар фронта селевой волны как

бы размывается во времени, площадь первой ступени напорной грани, воспринимающей удар, меньше высоты головки расчетного селя.

Работает предлагаемое устройство следующим образом. При ударе селя об устройство, первой селевые нагрузки воспринимает первая (нижняя) ступень сооружения на площади, равной площади ее напорной грани. Расчетная схема первого этапа удара показана на рис. 3,а. Затем по мере продвижения селя ударную динамическую нагрузку $P_{дин}$, воспринимает вторая ступень (II этап удара, рис. 3,б), но в этот момент на первую ступень действует уже не динамическая импульсная (она уже прошла), а статическая нагрузка $P_{стат}$. На третьем этапе в работу вступает третья снизу ступень сооружения, которая подвергается импульсному удару селя, при этом первая и вторая снизу ступени воспринимают статическое давление остановившейся селевой массы (рис. 3,в).

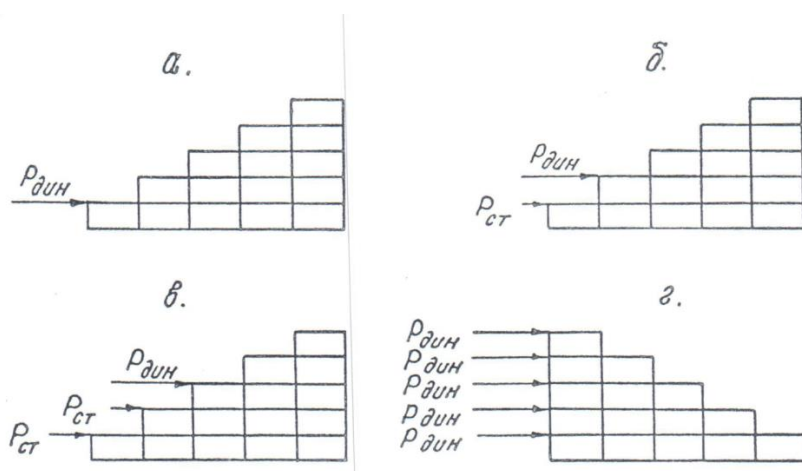


Рис.3. Расчетные схемы воздействия селя на сооружение: а) - первый этап удара, б)- второй этап удара, в) - третий этап удара, г) - старая расчетная схема по И.И.Херхеулидзе.

В дальнейшем последовательно в работу вступает четвертая, пятая и т.д. ступени (ярусы) сооружения (в зависимости от высоты ударяющейся селевой волны). Динамические импульсные нагрузки $P_{дин}$ в десятки раз превышают статические нагрузки $P_{стат}$ от воздействия остановившейся селевой массы. Применительно к сооружению конструкции И.И.Херхеулидзе расчетная схема удара селя о сооружение приведена на рис. 3,г. Из приведенных на рис. 3,а-г расчетных схем отчетливо видно, что суммарная нагрузка от воздействующего селя на конструкцию И.И.Херхеулидзе существенно больше, чем при использовании предлагаемого устройства. При описании работы сооружения в динамике предполагалось, что высота селя, воздействующего на сооружения, больше или равна высоте сооружения.

Сопоставительные расчеты для сооружения высотой 27,5м с 8-ю ступенями или со ступенями большей длины показали, что такое решение

кардинально не решает проблемы - необходимо существенно снизить сами величины импульсных нагрузок.

Рассмотрены три варианта решения этой задачи:

1. Величину импульсной нагрузки, действующей на элементы сооружения и определяющей его размеры и прочность, можно уменьшить путем установки специальных амортизаторов (кольцевых блоков из упругого материала), поглощающих часть ударной энергии. Поэтому рекомендуется устанавливать их на горизонтальных и вертикальных стержнях напорной грани предлагаемого устройства в зоне контакта селя с сооружением, а также в зоне воздействия на дно нижнего бьефа переливающегося через гребень сооружения селя. Схема предлагаемой конструкции представлена на рис. 4.

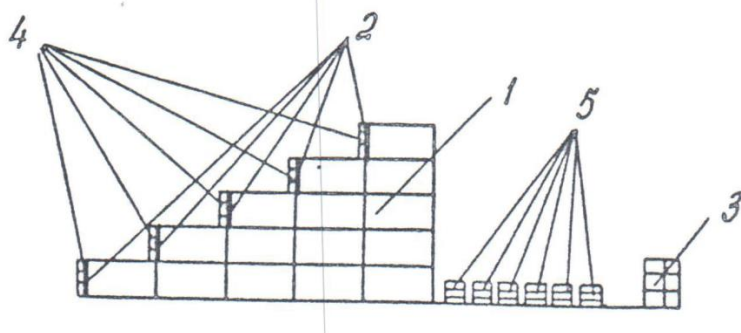


Рис.4. Схема предлагаемой конструкции противоселевого сооружения: 1 - предлагаемое устройство, 2 - напорная грань предлагаемого устройства, 3 – контрзапруда, 4 - амортизаторы из гибкого упругого материала в виде кольцевых блоков (использованных автопокрышек), 5 - крепление дна селеуспокоительного колодца в зоне падения переливающегося селя кольцевыми блоками-амортизаторами, соединенными между собой.

Наши опыты по сбрасыванию грузов массой 200-500 г с высоты 95-100 см на жестко закрепленную балку показали, что одна резиновая прокладка толщиной 7-9 мм уменьшает величину импульсной нагрузки на 20-27 %, две прокладки снижают максимум импульса до 40 %, три - до 50 %.

Лабораторные опыты с резиновыми прокладками-амортизаторами не могут быть пересчитаны на натуру и дают чисто качественные результаты. Для количественной оценки амортизирующей способности блоков из использованных автопокрышек необходимы натурные эксперименты.

Идея постепенного поглощения энергии удара селевой волны реализуется лишь частично за счет придания напорной грани ступенчатой формы. Эффект снижения одновременно действующих нагрузок можно значительно усилить, если сквозность сооружения будет изменяться (уменьшаться) вниз по течению.

2. Эксперименты на гидравлических стендах показали, что удар селевой волны состоит из двух этапов:

а) импульсные нагрузки на сооружение, величина этих нагрузок определяется жесткостью сооружения и сжимаемостью селевой массы:

$$Y = 0,5798x^{1,6394} \quad (6)$$

где: $Y = P \cdot 10^5$ Па; $x = p \cdot V \cdot 10^3$ кг/м²с.

б) нагрузки, обусловленные обтеканием преграды (элементов сооружения) селевой массой, эти нагрузки пропорциональны скорости обтекания, и определяются по формуле:

$$P(z) = \rho g z \cdot \cos \psi + \frac{\rho v^2}{2} \quad (7)$$

где: $P(z)$ - давление на глубине от свободной поверхности;

v - скорость натекания селя на преграду;

ψ - угол, характеризующий уклон русла.

Уменьшить суммарную нагрузку от селевой волны на селеуловитель можно путем придания хорошо обтекаемой формы как самому селеуловителю, так и составляющим его элементам – стойкам и ригелям - балкам.

Реализовать этот вариант можно следующим образом. Сооружение выполняется с напорной гранью в виде ступеней (в поперечном разрезе), а в плане каждая ступень представляет собой не прямую линию, перпендикулярную фронту потока, а ломанную, состоящую из нескольких треугольников, при остром угле навстречу потоку

Каждый из элементов, формирующих напорную грань сооружения, выполняется хорошо обтекаемой формы (сечения) - треугольной, эллиптической, каплевидной. Коэффициент лобового сопротивления C_x вертикальных стоек и горизонтальных ригелей в зависимости от числа Re и формы сечения приведены в диссертации.

Расчетная нагрузка на каждый элемент сквозного сооружения в этом случае складывается из давления обтекания и удара отдельного камня или группы камней расчетного диаметра.

3. Комбинированный вариант селеуловителя на р.Иссык представляет собой:

а) конструкцию с напорной гранью, выполненной в виде ступеней-ярусов, поочередно воспринимающих удар селя (рис. 4);

б) в плане очертания каждой ступени-яруса представляют собой ломаную линию, состоящую из ряда треугольников, ориентированных острым углом навстречу селевому потоку;

в) размеры ячеек, составляющих сквозное сооружение убывают вниз по течению от верхнего бьефа к нижнему, сквозность сооружения также уменьшается вниз по течению;

г) напорная грань сооружения в зоне контакта с селем оборудована упругими, блоками-амортизаторами из использованных автопокрышек (рис.4);

д) селеуловитель снабжен контрзапрудой, установленной в нижнем бьефе сооружения и формирующей селеуспокоительный колодец, дно которого в зоне падения переливающегося селевого потока снабжено кольцевыми блоками из автопокрышек, соединенными между собой, с селеуловителем и контрзапрудой гибкими связями и (или) посаженными на сваи.

В предлагаемой конструкции сквозного селеуловителя особое внимание нужно уделить обеспечению:

а) прочности и жесткости треугольных выступов-селерезов;

б) безусловной устойчивости нижнего бьефа при переливе селя через гребень сооружения.

Выбор одного из трех рассмотренных вариантов типичной конструкции селеуловителя на р. Иссык может быть осуществлен на основе технико-экономических расчетов, но с точки зрения гидравлики сооружения предпочтение может быть отдано третьему "комбинированному" варианту, который рекомендуется к осуществлению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предложена новая экологически обоснованная концепция строительства новых ГТС и противопаводковых конструкций, исключая негативное воздействие строительства на окружающую среду за счет применения новых конструкций, средств автоматизации, дистанционного мониторинга, контроля, сигнализации и управления.

2. Разработаны практические рекомендации для действующих ГТС и противоселевых сооружений, обеспечивающие их надежность, работоспособность и безусловную устойчивость за счет конструктивных изменений, использования ВИЭ и средств автоматизации

3. Разработаны новые запатентованные конструкции водоподъемных плотин с "плавкой" вставкой, оборудованные ВИЭ и средствами автоматизации, автоматически обеспечивающие безаварийный пропуск паводковых расходов расчетной обеспеченности. Экспериментально обосновано применение "податливых" противоселевых конструкций, позволяющих резко снизить импульсные ударные селевые нагрузки. Полученный эффект снижения импульсных ударных нагрузок позволил разработать новые более экономически и технически обоснованные конструкции сооружений.

4. Предложены новые запатентованные противоселевые конструкции, учитывающие эффект уменьшения импульсных ударных нагрузок и удешевляющие за счет этого стоимость сооружений и позволяющие, в случае

их применения, резко снизить общую стоимость схем и систем противоселевой защиты.

5. Внедрение разработанных рекомендаций для ГЭС на реке Курчум в ВКО позволяет по сравнению с проектом ТОО “Казгидро” (2007г.);

- увеличить на 6,5% объем выработки электроэнергии;
- снизить удельные капитальные затраты на 1 кВт установленной мощности на 9,2% с 213,20 тыс.тг до 193,59 тыс.тг., уменьшить себестоимость выработки электроэнергии на 2,1% с 32,70 тг/кВт.ч. до 32,01 тг/кВт.ч

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Квасов П.А. Новый способ гашения энергии потока. [Текст] / П.А. Квасов // Наука и новая технология, № 7. – Бишкек: НЖ и ДХЛ, 2013. – С. 10-12.
2. Квасов П.А. Критический анализ работы сооружений при селепроявлениях на р. Хоргос 18-22 июня 2010 года [Текст] /П.А.Квасов // Наука и новая технология, №7.- Бишкек: НЖ и ДХЛ, 2013.- С. 3-5.
3. Квасов П.А. Энергосбережение и водные источники энергии [Текст] / П.А. Квасов, М.Б. Кошумбаев. // Наука и новая технология, № 2. – Бишкек: Изд-во НЖ и ДХЛ, 2015.- С. 21-26.
4. Квасов П.А. Местный размыв за новой конструкцией ГЭС, оборудованной плотиной в виде плавкой вставки [Текст] / П.А. Квасов // Символ науки, №12, ч.1. –Уфа: «Омега сайнс», 2015. – С.45-48.
5. Квасов П.А. Новые подходы к стратегии строительства противопаводковых сооружений. [Текст] / П.А. Квасов // Символ науки, № 12, ч.1.-Уфа: «Омега сайнс», 2015.- С. 49-52.
6. Гидроагрегат. [Текст] / [П.А. Квасов, М.Б. Кошумбаев, Б.Б. Боканов и др.] //Инновационный патент РК № 28725. 19.06.2014, бюл.№ 7
7. Гидроагрегат. [Текст] / [П.А. Квасов, М.Б.Кошумбаев, А.А.Шишкин и др.] //Инновационный патент РК № 30365. 15.09.2015, бюл.№ 9
8. Гидроагрегат [Текст] / [П.А. Квасов, М.Б. Кошумбаев, А.М. Кошумбаев и др.] // Инновационный патент РК № 31166. 16.05.2016, бюл. №5.
9. Ветроагрегат [Текст] / [П.А. Квасов, М.Б. Кошумбаев, А.М. Кошумбаев и др.] // Патент на полезную модель РК № 1575. 13.07.2015, бюл. № 8.- С. 122.
10. Квасов П.А. Особенности образования сбойного течения [Текст] / П.А. Квасов, С.М. Калиев, М.К. Ордабаев. // Материалы МНПК КРСУ «Техносферная безопасность, наука и практика».- Бишкек: «Айат», 2015. - С.86-90.
- 11.Квасов П.А. Новая модульная конструкция генератора на магнитах [Текст] /П.А. Квасов // Материалы МНПК «Качественное образование, передовая наука, зеленая экономика – будущее планеты». - Алматы: «КГЖПУ», 2014. – С.254-255.

12. Квасов П.А. Новая конструкция гидротурбины для низконапорной малой ГЭС [Текст] / П.А. Квасов, М.Б. Кошумбаев // Вестник Национальной академии наук РК, № 1. – Алматы: «Академия наук РК», 2016.- С.64-69.
13. Квасов П.А. Энергосбережение и возобновляемые источники энергии. [Текст]/ П.А. Квасов, М.Б. Кошумбаев. // Материалы международной НПК КРСУ «Техносферная безопасность, наука и практика».– Бишкек: «Айат», 2015.- С.98-103.

РЕЗЮМЕ

05.23.07. –гидротехникалык курулуш адистиги боюнча техникалык илимдердин кандидаты илимий даражасына талапкерликке “Суу ташкынына жана селге каршы гидротехникалык курулмаларды иштеп чыгуу (конструкциялар жана эсептөө методдору) темасына жазылган Квасов Петр Адреевичтин диссертациясына

Түйүндүү сөздөр: *Кичи ГЭС, эрип кетүүчү кыпчытма, жергиликтүү суу жеп кетүүлөр, селге каршы конструкциялар, эксперимент, эсептөө методикасы.*

Изилдөөнүн объектиси: энергетикалык жана суу чарбалык маанидеги суу көтөрүүчү кичи плотиналар, селге каршы конструкциялар.

Изилдөөнүн предмети: Суу которуучу кичи плотиналар жана селге каршы конструкциялар.

Изилдөөнүн максаты: Аймактын экологиялык коопсуздугун камсыз кылуучу жана курулуштун курчап турган чөйрөгө терс таасирин болтурбоочу жаңы гидротехникалык жана селге каршы конструкцияларды иштеп чыгуу.

Изилдөөнүн методдору жана аппаратура: теоретикалык иштеп чыгуулар жана гидравликалык моделдерде жана селдик стенддерде физикалык моделдөө.

Алынган натыйжалар жана алардын жаңылыгы: курчап турган чөйрөгө терс таасир тийгизбөөчү ГТК жана суу ташкынына каршы курулмаларды куруунун экологиялык негизделген жаңы концепциясы сунуш кылынган;

-Иштеп жаткан ГТК жана селге каршы курулмалардын алардын ишенимдүүлүгүн камсыз кылуучу практикалык сунуштар иштелип чыккан;

-Эсептелген камсыздоо боюнча суу ташкындарынын чыгымдоолорун авариясыз өткөрүүнү автоматтык түрдө камсыз кылуучу “эрип кетүүчү” кыпчытмалуу ВИЭ жана автоматташтыруу каражаттары менен жабдылган суу көтөрүүчү плотиналардын жаңы патенттелген конструкциялары иштелип чыккан;

-импульстык сокку берүүчү сел жүктөмдөрүн кескин төмөндөтүүгө мүмкүндүк берүүчү селге каршы “ийкемдүү” конструкцияларды колдонуу физикалык эксперименттер менен негизделген.

Изилдөөлөрдүн натыйжаларын пайдалануунун даражасы: Сунуштар “Казакстандын бөлүштүрүлгөн энергетикасын өнүктүрүүнүн концепциясы” жана ЧКО Курчум дарыясындагы кичи ГЭстер каскадынын ТЭН суу көтөрүүчү плотиналардын жана гидрогенератордун жаңы конструкцияларын иштеп чыгууда киргизилген.

Колдонуу чөйрөсү: Суу чарбалык, суу ташкынына каршы жана энергетикалык багыттагы ГТК долбоорлоо жана куруу.

РЕЗЮМЕ

диссертации Квасова Петра Андреевича на тему “Разработка противопаводковых и противоселевых гидротехнических сооружений (конструкции и методы расчета)” на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.07 – гидротехническое строительство

Ключевые слова: *малые ГЭС, плавкая вставка, местный размыв, противоселевые конструкции, эксперимент, методика расчета.*

Объект исследования: водоподъемные и противоселевые плотины.

Предмет исследования: конструкции малых водоподъемных и противоселевых плотин.

Цель исследования: разработка новых гидротехнических и противоселевых конструкций, обеспечивающих экологическую безопасность территории и исключающих негативное воздействие строительства на окружающую среду.

Методы исследования и аппаратура: использованы общепринятые физические, гидравлические, математические и статистические методы исследования и стандартная измерительная аппаратура.

Полученные результаты и их новизна:

- предложенная концепция по строительству и реконструкции водоподъемных плотин и противоселевых сооружений предотвращающие негативные воздействия на окружающую среду;
- предложена конструкция водоподъемных плотин энергетического и водохозяйственного назначения с “плавкой” вставкой;
- расчетные зависимости для определения схемы и конструкции устройств гашения кинетической энергии воды в нижнем бьефе водосбросов для плотин с “плавкой” вставкой;
- установлены зависимости по использованию предложенных “податливых” противоселевых сооружений для снижения импульсной ударной селевой нагрузки на конструкцию ГТС.

Степень использования результатов исследований: Рекомендации внедрены при разработке “Концепции развития распределенной энергетики Казахстана” и “ТЭО каскада малых ГЭС на реке Курчум в ВКО с использованием новых конструкций водоподъемных плотин и гидрогенератора

Область применения: Проектирование и строительство ГТС водохозяйственного, противопаводкового и энергетического назначения.

SUMMARY

Thesis by Peter A. Kvasov on the topic "Development of flood control and anti-hydraulic facilities (construction and calculation methods)" for Candidate of Engineering Science, specialty 05.23.07 - hydraulic engineering

Keywords: *small hydro-electric power station, fuse links, local erosion, mudflow facilities, pilot scheme, method of calculation.*

Researching object: small water dams of energy and hydroeconomic purposes, antimudflow facilities.

Objective: Development of new hydraulic and antimudflow facilities, ensuring ecological safety of territory and exclude the negative impact of construction on the environment.

Research methods: theoretical study and physical modeling in hydraulic models and mud stands.

Research results and its novelty:

- Proposed a new concept of environmentally sound construction of new hydro-electric power station and flood control facilities, excluding the negative impact of construction on the environment;
- Practical recommendations for the existing hydraulic structure and anti-structures to ensure their reliability;
- Developed a new patented design - barrages with "fusible" insert equipped with renewable energy sources and means of automation, automatically ensures trouble-free passage of flood;
- Physical experiments justified the use of "compliant" antimudflow designs, can dramatically reduce the impact impulse load debris.

The degree of use or recommendations for use. Recommendations implemented while developing "Concept of development of distributed energy in Kazakhstan" and "Feasibility Study cascade of small hydropower plants on the river Kurchum in EKO with new designs barrages and hydro-generator."

Area of use. Engineering and construction of hydraulic structures of water dams, floodwater retarding dam and energy purpose.