

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СТРОИТЕЛЬСТВА, ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ
ИМ. Н.ИСАНОВА
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Б.Н. ЕЛЬЦИНА**

Диссертационный совет Д 05.15.512

На правах рукописи

УДК 626.823.6(575.2) (043)

Мамбетов Эрик Мунайтбасович



**Совершенствование водомерных сооружений для учета воды во
внутрихозяйственных каналах (на примере Чуйской долины)**

Специальность: 05.23.07 – Гидротехническое строительство

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек – 2017

Работа выполнена в Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры им.Н.Исанова

Научный руководитель: доктор технических наук
Бейшекеев Кыдыкбек Каниметович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, доцент
Логинов Геннадий Иванович

кандидат технических наук
Атаканов Аманжол Жамансариевич

Ведущая организация: **ОАО «Кыргызсуудолбоор»** по адресу:
720020, Кыргызская Республика, г. Бишкек,
ул. Саманчина 6

Защита состоится «31» марта 2017 г. в 16-00 часов на заседании диссертационного совета Д 05.15.512 при Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н.Ельцина по адресу: 720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34, б, ауд. 1/101. Тел.:+ 996 (312) 54-85-66, e-mail: madanbekov_72@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова по адресу: 720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34, б.

Автореферат разослан «24» февраля 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 05.15.512

Маданбеков Н.Ж.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Водный комплекс Чуйской долины в Кыргызской Республики имеет ирригационно-энергетическое и промышленное значения, обеспечивает подачу воды на орошение земель восьми районов Чуйской области и двух районов республики Казахстан.

При таком большом и сложном по составу водном комплексе правильный учет водных ресурсов представляет важное государственное значение.

Для учета воды все водные артерии, в том числе магистральные, межхозяйственные и внутрихозяйственные оросительные каналы оснащены теми или иными типами водомерных сооружений. Изучение опыта их эксплуатации показывает, что если водомеры на магистральных и межхозяйственных каналах функционируют в основном на должном уровне, то работа по учету воды на внутрихозяйственных каналах поставлена весьма слабо.

Общая протяженность внутрихозяйственных каналов в Чуйской долине составляет 5330,4км, количество построенных на них гидростов 29шт. К настоящему времени, ни один из этих водомеров не был представлен к первичной госповерке (аттестации), что недопустимо в условиях платного водопользования. Причиной этому является ненадежная работа водомеров типов «Фиксированное русло» и «Водослив с тонкой стенкой», построенных на внутрихозяйственных каналах оросительных систем Чуйской области. Поэтому при таком положении точности водоучета путем совершенствования метрологических и эксплуатационных показателей гидростов становится актуальной задачей.

Целью исследования является повышение точности измеряемых расходов воды во внутрихозяйственных каналах путем совершенствования конструкций и компоновок водомерных сооружений.

Основные задачи работы:

- сбор и обобщение материалов из литературных источников по вопросам разработки, проектирования, строительства и эксплуатации водомерных сооружений применительно к внутрихозяйственным оросительным каналам;
- обследование эксплуатационных показателей внутрихозяйственных каналов, с обращением особое внимание на их недостатки;
- изучение эксплуатационных показателей известных водомерных сооружений, с обращением внимание на режимы их работы;
- на основе анализа работ водомерных сооружений с подпорно-переменным режимом истечения совершенствование конструкций и компоновки водомерных сооружений для практического их использования на внутрихозяйственных каналах;
- создание экспериментальных объектов для разработанных водомерных сооружений и изучение их работы в подпорно-переменном режиме истечения;
- разработка рекомендаций по компоновке, конструированию и гидравлическому расчету водомерных сооружений, рекомендуемых к

применению на внутрихозяйственных каналах оросительных систем в условиях подпорно-переменного режима истечения.

Методика исследования. Теоретические и экспериментальные работы проводились методами гидравлических исследований сооружений, построенных на внутрихозяйственных каналах оросительных систем Чуйской долины. При проведении исследований применялись методы, изложенные в нормативных документах МВИ 11-10; МВИ 12-10, МВИ 13-10 и МВИ 06-90.

Научная новизна работы:

- уточнены и разработаны требования к конструкциям водомерных сооружений на внутрихозяйственных каналах оросительных систем;
- разработаны новые и усовершенствованные конструкции и компоновки водомерных сооружений типов «Прямоугольный насадок» и «Водослив-насадок»;
- на основе теоретических исследований обоснована пропускная способность разработанных водомерных сооружений;
- разработаны рекомендации по компоновке, конструированию и гидравлическому расчету новых и усовершенствованных водомерных сооружений.

Практическая значимость полученных результатов. Внедрение новых и усовершенствованных конструкций водомерных сооружений, с разработкой рекомендаций по их проектированию, строительству и эксплуатации позволяет:

- осуществить учет воды во внутрихозяйственных оросительных каналах, с допустимой точностью измеряемых расходов воды в пределах 5%;
- внедрение методики расчета усовершенствованных конструкций водомерных сооружений, работающих в подпорно-переменном режимах истечения.

Экономическая значимость полученных результатов. Результаты исследований использованы:

- при создании (путем реконструкции существующих водомерных сооружений типов «Фиксированное русло», «Водослив с тонкой стенкой» и «Насадок») девяти экспериментальных водомерных сооружений типа «Прямоугольный насадок» и четырех экспериментальных водомерных сооружений типа «Водослив-насадок». Годовая экономическая эффективность от внедрения разработанных водомеров составляет 20тыс.сом на одно сооружение, в зависимости от пропускных способностей.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- эксплуатационные показатели внутрихозяйственных оросительных каналов и водомерных сооружений на них;
- уточненные требования, предъявляемые к новым и усовершенствуемым водомерным сооружениям;
- теоретические разработки по определению пропускной способности разработанных водомерных сооружений;
- экспериментальные объекты и эксплуатационные показатели разработанных водомерных сооружений;

- новые и усовершенствованные конструкции водомерных сооружений типов «Водослив-насадок» и «Прямоугольный насадок»;
- рекомендации по компоновке и конструированию новых и усовершенствованных конструкций водомерных сооружений.

Личный вклад соискателя. На основе анализа научных материалов автором сформулированы цели и задачи исследований, намечены основные пути их реализации. Автор самостоятельно участвовал в планировании и проведении натурных и теоретических исследований, совершенствовании конструкций водомерных сооружений, создании натурных их образцов и разработке рекомендаций по их компоновке и гидравлическому расчету рекомендуемых к внедрению сооружений.

Апробация результатов исследований. Результаты исследований докладывались на следующих научно-технических и практических конференциях: Международной научно-практической конференции «Насирдин Исанов - видный государственный деятель Кыргызской Республики», посвященной к 70-летию со дня рождения государственного деятеля Н.И.Исанова (г.Бишкек, 2013г); Международной научно-практической конференции «Строительное образование и наука Кыргызстана: перспективы интеграции, инновации и партнерства» (г.Бишкек, 2014г); Международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути развития защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций» (г.Бишкек, 2016г); 2-ом ГВП (глобальное водное партнерство) по инструментарию интегрированного городского водоснабжения и водоотведения в Центральной Азии (г.Алматы, 2016г); Международных межвузовских научно-практических конференциях-конкурсах научных докладов студентов и молодых ученых «Инновационные технологии и передовые решения» (г.Бишкек, 2013-2015гг).

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. По результатам исследований опубликовано 6 научных трудов, из них 2 статьи в зарубежных изданиях РИНЦ и получен 1 Патент Кыргызской Республики на полезную модель.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, приложений. Она изложена на 158 стр. компьютерного текста, включает 51 иллюстраций, 17 таблиц, 9 приложений, в списке использованной литературы 102 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении изложены состояние проблемы, актуальность темы, цель, задачи и методика исследований, научная новизна работы, практическая ценность и защищаемые положения диссертации, реализация результатов исследований, а также апробация, публикация, структура и объем диссертации.

В первой главе приводятся краткие сведения оросительных системах Чуйской области, в том числе дается анализ о состоянии внутрихозяйственных каналов и оснащенности их водомерными сооружениями.

В Чуйской долине республики на протяжении ряда десятилетий функционирует уникальный, имеющий важное народно-хозяйственное значение, в то же время очень большой и сложный водный комплекс. Этот комплекс взаимодействует с девятью реками – Чу, Шамси, Иссык-Ата, Норус, Аламедин, Ала-Арча, Сокулук, Карабалта и Аспара. По системам этих рек осуществляются водозабор, транспортировка и подача воды на орошаемые земли (площадью 320824га) Чуйской области КР, Меркенского и Курдайского районов Казахстана. Кроме того, эти водные ресурсы используются также и для нужд энергетики и промышленности нашей республики.

В состав этого водного комплекса входят, кроме многочисленных водозаборных, водонакопительных, сетевых и других сооружений, оросительные каналы общей протяженностью более 6978км, в том числе:

- Обводной Чуйский канал, Южная, Восточная и Западная ветки Больших Чуйских каналов и другие магистральные каналы протяженностью 350км;
- многочисленные межхозяйственные каналы, протяженностью 1624км;
- огромное количество постоянно действующих внутрихозяйственных каналов, находящихся как на балансе госучреждений, так и на балансе АВП, при этом протяженность оросителей составляет более 5330км, в том числе водотоков в земляном русле 3719км, остальные – в облицовках и лотках.

В отличие от магистральных и межхозяйственных каналов, внутрихозяйственные водотоки имеют малые размеры и характеризуются низкой пропускной способностью. При этом параметры оросителей и гидравлические характеристики потоков в них характеризуются данными:

- каналов в земляном русле: поперечное сечение – трапецеидальное, ширины по дну $b = 0,4 - 1,0\text{м}$; откосы $m = 1,0$; высоты $H_{\text{стр}} = 0,4 - 0,6\text{м}$; уклоны $i = 0,0001 - 0,002$; расходы $Q = 0,3 - 1,0\text{м}^3/\text{с}$; наполнения $H = 0,3 - 0,5\text{м}$; скорости $v = 0,1 - 0,8\text{м/с}$ и кинетичности потоков $K_r = 0,1 - 0,5$;
- облицованных бетоном каналах: сечения - трапецеидальное и прямоугольное; $b = 0,6 - 1,0\text{м}$; $H_{\text{стр}} = 0,6 - 1,2\text{м}$; $m = 1,0 - 1,5$; $i = 0,001 - 0,03$; $Q = 0,5 - 1,5\text{м}^3/\text{с}$; $H = 0,3 - 0,6\text{м}$; $v = 0,3 - 3,0\text{м/с}$ и $K_r = 0,1 - 3,0$;
- лотков параболического сечения: $L_p = 40 - 100$; $i = 0,001 - 0,04$; $Q = 0,5 - 1,0\text{м}^3/\text{с}$; $H = 0,2 - 0,6\text{м}$; $v = 0,3 - 5,0\text{м/с}$; и $K_r = 0,1 - 5,0$.

Трассы внутрихозяйственных каналов проходят как вдоль, так и поперек горизонталей, при этом такое размещение каналов имеет место и в предгорной, и в равнинной зонах.

Анализ материалов, полученных при изучении эксплуатационных показателей внутрихозяйственных каналов, свидетельствует о нижеследующем.

Каналы в земляном русле, как правило, до пуска воды имеют правильную форму не только по периметру поперечного сечения, но и по их длине. С пуском воды начинает меняться вся картина в худшую сторону. В частности, на каналах, построенных в предгорной зоне и:

- поперек горизонталей, начинают смываться галечниково-песчаные грунты, обнажаются лежащие под этими грунтами булыжники, русла каналов

становятся устойчивыми, смываются грунты и с откосов, водотоки теряют свою форму, изменяются и гидравлические показатели самих потоков;

- вдоль горизонталей, происходит осаждение (уплотнение) грунтов не только по периметру водотоков, но и по их длине, наблюдается смыв грунтов с одних участков и отложение их на других, происходит отложение взвешенных и мелкофракционные составы донных наносов, изменяются формы и параметры каналов, а также гидравлические показатели водных потоков.

Каналы, построенные в равнинной зоне как вдоль, так и поперек горизонталей, изменяются до неузнаваемости: водотоки зарастают камышом и другими травами, заиливаются песком и илом настолько, что, из-за резкого уменьшения площади поперечного сечения самих каналов и увеличения коэффициента шероховатости ложа русла, осложняется подача требуемой воды водопотребителям - дехканам, причем такая ситуация возникает практически в первый же год эксплуатации водных объектов.

Анализ эксплуатационных показателей оросителей в бетонной облицовке и лотках показал, что в целом такие внутрихозяйственные каналы работают нормально, обеспечивая непрерывную водоподачу водопотребителям.

Для учета воды оросительные системы Чуйской долины армированы водомерными сооружениями (гидропостами), общее количество которых составляет 1279, в том числе на межхозяйственных каналах – 1149 и внутрихозяйственной – 29шт. При этом если все гидропосты на межхозяйственных каналах находятся на балансе, то гидропосты на внутрихозяйственных каналах – их на балансе нет, нет их и в составе аттестованных водомерных сооружений.

Изучение учета воды на внутрихозяйственных каналах показал, что если в головной ее части учет воды ведется на гидропостах межхозяйственных каналах, то этот учет при подаче воды водопользователем (дехканам) из самого канала ведется в основном «на глаз», что недопустимо в условиях платного водопользования.

Во второй главе приведены уточненные требования к водомерам, результаты анализа применимости существующих и вновь разработанных сооружений применительно к внутрихозяйственным оросительным каналам. Следует отметить, что к разработанным до настоящего времени водомерам было уделено много внимание как у зарубежных, так и отечественных ученых и инженеров. К их числу входят Артамонов К.Ф., Абдрасулов И.А., Атамонова А.В., Аджыгулова Г.С., Бочкарев Я.В., Билик О.А., Бутырин М.В., Бейшекеев К.К., Батыкова А.Ж., Валентини Л.А., Валентини К.Л., Железняков Г.В., Киенчук А.Ф., Кошматов Б.Т., Лавров Н.П., Полотов А.П., Сатаркулов С.С., Филипов Е.Г., Хамадов И.Б., Ярцев В.Н. и другие. Благодаря разработкам этих и других исследователей, к настоящему времени разработано множество водомерных устройств (рис.1), предназначенных к строительству на магистральных и особенно на межхозяйственных водотоках. Эти же водомеры, возможно, могут быть применены и на внутрихозяйственных каналах, но только с уменьшенными параметрами.

Для повышения точности учета воды на водомерные устройства предъявляются различные и, в то же время, самые жесткие требования, только при выполнении которых построенные сооружения допускаются к применению в качестве средств для измерения расходов воды. Но в составе этих требований отсутствуют, к сожалению, интересы простых сотни- и сотни тысяч покупателей воды - дехкан, которые, при принятии воды от вододателей (БУВХ, РУВХ, АВП), постоянно требуют доказательств о поданном им расходе воды. Их не интересуют расчеты пропускной способности водомеров теоретическим путем, их не интересуют рекомендации нормативных и других официальных источников по определению пропускной способности сооружений. Их интересует лишь одно – доказательство того, что вода подается точь в точь по их заявкам. Их интересуют инструментальные замеры, проводимые только в присутствии самих дехкан. Они верят только отградуированным водомерным сооружениям. Исходя из изложенного, основное требование водопользователей (в частности, дехкан) можно будет сформулировать так – применяемые на внутрихозяйственных каналах водомеры должны быть подвергаемые к градуировке с применением средств измерения уровней и скоростей течения воды. При этом методика градуировки должна быть простой и понятной дехканам.

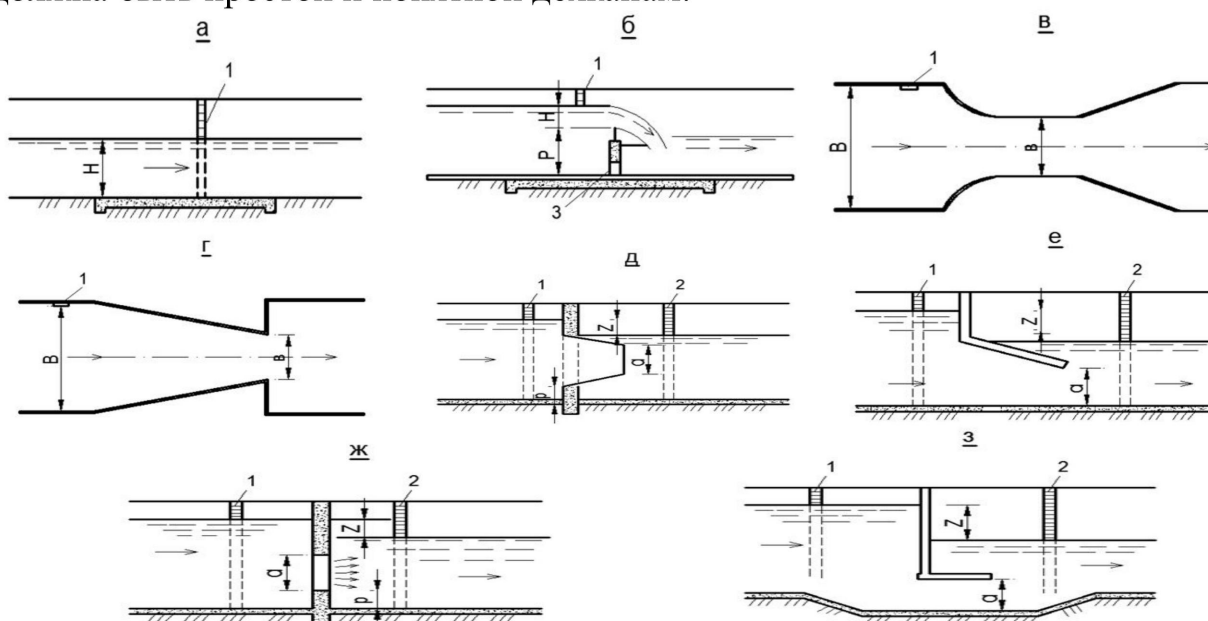


Рис. 1 Схемы водомерных сооружений типов: а – «Фиксированное русло»; б – «Водослив»; в – «Лоток Вентури»; г – «Лоток САНИИРИ»; д – «Конусный насадок»; ж – «Диафрагма»; з – «Диафрагма с полкой». а, б, д, ж, з – разрез по оси сооружений; в, г – планы сооружений. 1-2 – водомерные рейки; 3 – наноспромывное отверстие.

В условиях платного водопользования это требование, пожалуй, должно быть принято за основу при оценке конструктивных особенностей водомерных сооружений. Исходя из изложенного, ниже приводится анализ работы ранее разработанных водомеров, в той или иной степени получивших применение на оросительных системах Чуйской долины.

Водомеры типа «Фиксированное русло» (рис.1а), подвергаемые к градуировке и работающие при равномерном режиме течения, успешно применяются на внутриводохозяйственных каналах с бетонной облицовкой и лотках и на водотоке с земляным руслом, проложенных поперек горизонталей в предгорной зоне. При этом водомеры данного типа, построенные:

- в равнинной зоне с земляным руслом (поперек и, в основном, вдоль горизонталей), интенсивно заиливаются наносами (илом, песком), а отводы от них – не только заиливаются наносами, но сильно зарастают камышом и другой растительностью (рис.2а);
- в предгорной зоне с земляным руслом, проложенных вдоль горизонталей, сильно заиливаются наносами (песком и мелкими фракциями донных наносов) (рис.2б), а отводы от них – интенсивно зарастают растительностью (различными видами трав) и редко – камышом.

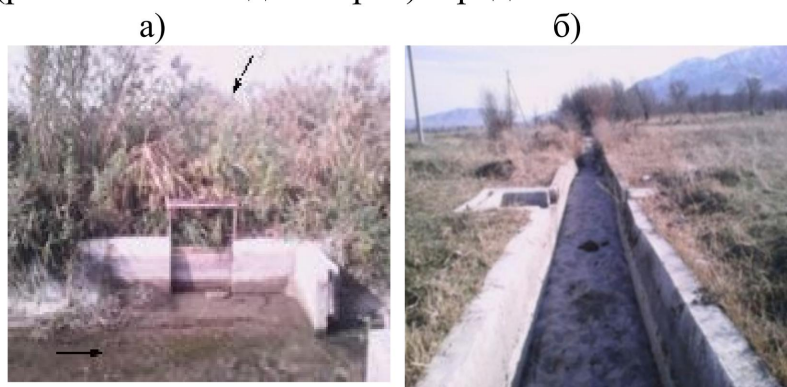


Рис.2 Водомеры типа «Фиксированное русло» на отводе из каналов СХ-3 системы ЗБЧК (а) и Орто-Алыш с.к. Туш (б). (стрелкой на фото а – показано место нахождение гидропоста, который зарос камышом и заилен наносами; на фото б – гидропост заилен наносами толщиной более 20см.

Заиливание отводов наносами и зарастание их растительностью отрицательно сказываются на работе водомеров - появляются подпоры переменного характера, чем нарушаются равномерные режимы работ сооружений и, благодаря именно этим нежелательным изменениям, такие многочисленные водомеры часто остаются неиспользованными в качестве рабочих средств для измерения расходов воды.

Водосливы с тонкой стенкой (рис.1б) не применяются на каналах с бетонной облицовкой и лотках. Практикуется их применение в основном на водотоках с земляным руслом, как в предгорной, так и равнинной зонах. При этом трассы этих водотоков проходят как вдоль, так и поперек горизонталей.

Как показали исследования, эффективность работы этих водомеров (они должны работать со свободным режимом истечения) мало отличается от работы гидропостов типа «Фиксированное русло», так как за короткий промежуток времени эксплуатации (в течение 1,5-2лет) – они выходят из строя. Этому способствуют:

- заиливание верхнего бьефа наносами и трудность их промывки (этим нарушается гидравлика потока перед сооружениями);
- заиливание наносами и зарастание растительностью (камышом и другими травами) отводящих в земляном русле каналов, вызывающие подпоры переменного характера;
- наличие не закрываемых наносопромывных отверстий, через которые водопотребителям подаются неучитываемые расходы воды;

- малые высоты (0,17-0,30м) порогов водосливов, благодаря чему за короткое время эксплуатации они подтапливаются с нижнего бьефа сооружений.

Водомеры типа «Лотки» (рис.1в и г) не нашли практического применения из-за невозможности их градуировки при наличии на них косоструйных течений воды. В качестве экспериментальных сооружений в 1950-1960гг были построены 9 водомеров типа «Конусный насадок», но они не были введены в эксплуатацию из-за отсутствия условий для их градуировки. Водомеры, на рис.1е, ж также не применены из-за отсутствия на них параллельноструйных течений воды. Водомер, на рис.1з представляет практический интерес, так как в напорном водоводе под полкой образуется параллельноструйное течение воды, что создает благоприятное условие для его градуировки. Однако, его работа не была изучена из-за отсутствия построенного сооружения.

Многочисленные материалы исследований, приведенные в диссертации, указывают на то, что в условиях внутрихозяйственных каналов с земляным руслом могут применяться:

- водомеры типов «Фиксированное русло» и, частично, «Водослив с тонкой стенкой» - в случае строительства их только на водотоках с трассой, проходящей в предгорной зоне поперек горизонталей. В остальных случаях учет воды может вестись только вновь разработанными и внедренными водомерными сооружениями.

При этом вновь разрабатываемые водомеры должны были отвечать следующим уточненным требованиям:

- на сооружениях должны быть условия для их градуировки, к которым, первую очередь, относится параллельноструйное течение воды по водотоку;
- необходимость учета воды при прохождении по сооружениям расходов воды от максимального и до минимального их значений;
- очистка верхнего бьефа от наносов должна осуществляться путем их промывки самим потоком, и такая промывка должна проводиться непрерывно;
- рассмотреть возможность создания сооружения, обеспечивающего учет воды как при свободном, так и подпорном режимах истечения.

Приняв эти требования за основу, были разработаны приведенные на рис.3 разновидности водомера типа «Прямоугольный насадок».

По компоновке на рис.3а и б водомер состоит из прямолинейного в плане измерительного участка 1, с прямолинейным продольным профилем его дна 2, плоского затвора 3, горизонтальной полки 4, косынки 5, уровнемерных реек 6 и 7, боковых стенок диафрагмы 8, пазов 9 для размещения рамы с затвором, низких затопляемых боковых стенок 10.

Низкие боковые стенки 10 включены в состав водомера для создания за затвором 3 водовода 11 с прямоугольным поперечным сечением. При этом для создания параллельноструйного течения воды в этом водоводе, он должен быть напорным. Напорное течение воды в водоводе создается при помощи горизонтальной полки, которой регулируется высота напорного водовода. Для регулирования высотой напорного водовода и, следовательно, самого затвора, должно быть предусмотрено подъемное устройство с ручным приводом.

Водовод 11 должен быть напорным как при пропуске больших, так и малых расходов воды. Наличие такого режима течения воды в водоводе способствует проведению градуировки водомера по методу «скорость-площадь» при прохождении по нему самых различных расходов воды.

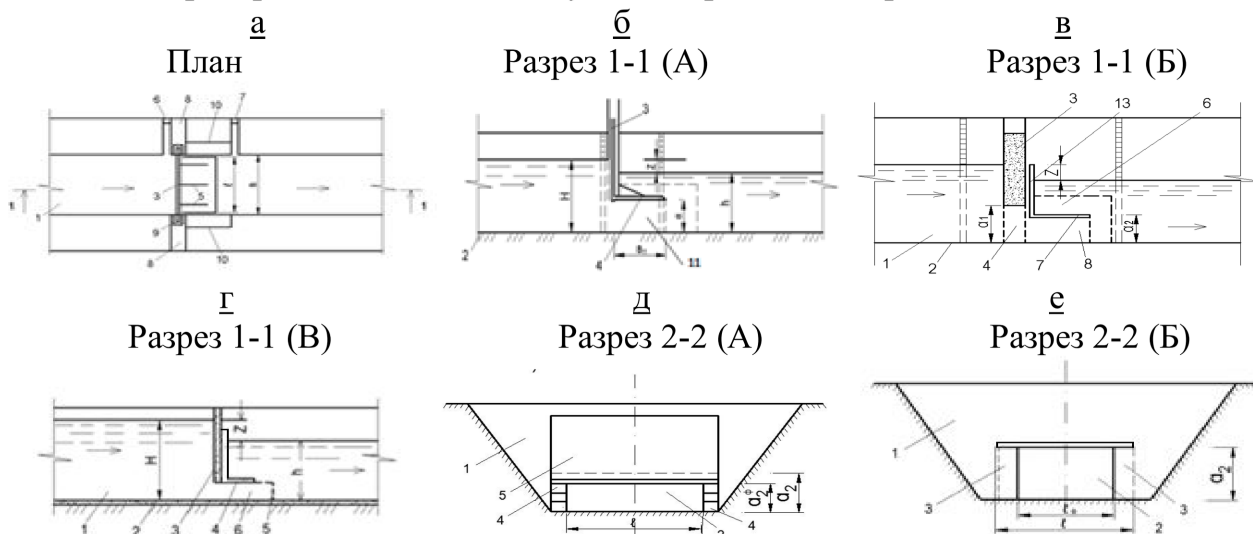


Рис.3 Схемы разновидностей водомера типа «Прямоугольный насадок» применительно к каналам с трапецидальным сечением.

Приведенный на рис.4а и б водомер полностью отвечает предъявляемым к нему требованиям. Однако, он оказался металлоемким, так как все его составные части (рама, подъемные устройства, щит, полка и другие) изготавливаются из металла и, следовательно, он может стать дорогим. Кроме того, он может быть разрушен заинтересованным в металле злоумышленником.

Для удешевления водомера типа «Прямоугольный насадок» были разработаны еще две компоновки, одна из которой приведена на рис.3в. Данное сооружение выполнено также как на рис.3а и б и имеет те же элементы, что на этом водомере. Однако затвор заменен на бетонную диафрагму 12, предусмотрена еще Г-образная полка 13, перемещаемая по высоте между двумя боковыми стенками 10, при этом полкой 13 создается напорное и параллельноструйное течение воды в водоводе 11.

Однако, на данном водомере также имеется металлоконструкция – Г-образная полка, которая может заинтересовать злоумышленника.

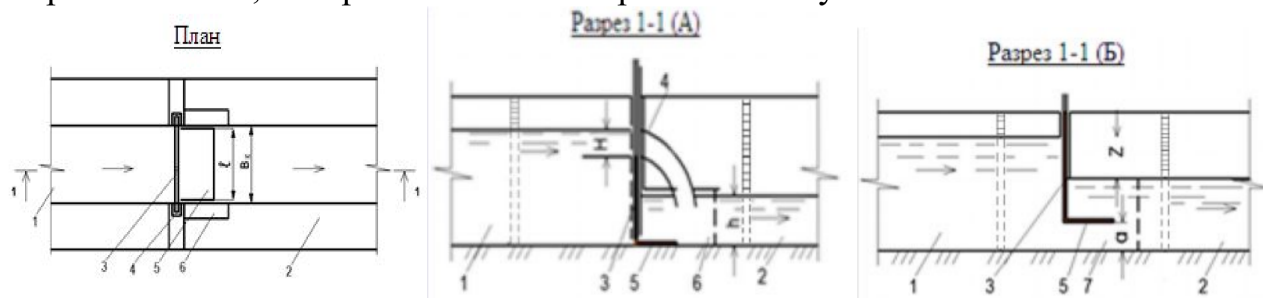


Рис.4 Схема водомера типа «Водослив-насадок». 1 – измерительный участок, 2 - дно, 3 - щит, 4 - прямоугольный водослив, 5 - полка, 6 и 7 – успокоительные колодцы.

Чтобы изготовить водомера только из бетона, разработана приведенная на рис.3г компоновка, на которой:

- вверх напорного водовода изготавливается из бетона в виде перевернутой Г-образной плиты;
- боковые низкие стенки напорного водовода возводиться из плит толщиной, например, 5см, при котором регулирование высоты напорного водовода осуществляется разборкой или сборкой их и укладкой верхней плиты на них (рис.3д).

Кроме вертикального сжатия, может быть использовано и боковое сжатие напорного водовода (рис.3е), при котором сам водовод закрывается плитой, а по бокам – размещаются специальные сужающие блоки.

Водомеры, приведенные на рис. 3е и 4 признаны новыми.

Учитывая преимущества водомера типа «Водослив с тонкой стенкой» (он стандартизован и применяется без градуировки, замеры проводятся с высокой точностью - $\pm 2\%$) и имея ввиду использования его совместно с водомером типа «Прямоугольный насадок», разработано сооружение (рис.4), в котором:

- водослив используется при свободном режиме истечения, то есть до появления подпора со стороны нижнего бьефа;
- прямоугольный насадок начинает использоваться с момента прекращения учета воды на водосливе.

В третьей главе приводятся результаты теоретического обоснования пропускной способности водомера типа «Прямоугольный насадок», методика исследований и результаты натурных исследований построенных экспериментальных сооружений обеих типов.

Теоретические разработки по определению пропускной способности сооружения типа «Прямоугольный насадок» сводятся к следующему.

Исходные условия: течение воды в прямоугольном водоводе сооружения – напорное и параллельноструйное, истечение из него – подтопленное. Длина водопропускного отверстия соответствует ширине канала, а его дно – отметке дна самого канала – то есть горизонтальное. Эти положения указывают на то, что при входе потока в напорный водовод будут отсутствовать боковые и донное сжатия, что благоприятно отразится на пропускную способность водомера. Струи сжимаются не по всему периметру потока, а только сверху.

Соединив уравнением Бернулли показанные на рис.5 сечения 1-1 и 4-4, можно получить

$$H + \frac{v_1^2}{2g} = h + \frac{v_2^2}{2g} + h_f \quad (1)$$

где h_f – потери напора от сечения 1-1 до сечения 4-4, определяемые как сумма потерь напора по длине и местных потерь

$$h_f = (\xi_{1-2} + \xi_{2-3} + \xi_{3-4}) \frac{v_c^2}{2g} \quad (2)$$

В связи (2) через ξ_{1-2} , ξ_{2-3} , ξ_{3-4} обозначены коэффициенты местных сопротивлений, учитывающие потери напора соответственно от сечения 1-1 до 2-2, от 2-2 до 3-3 и от 3-3 до 4-4.

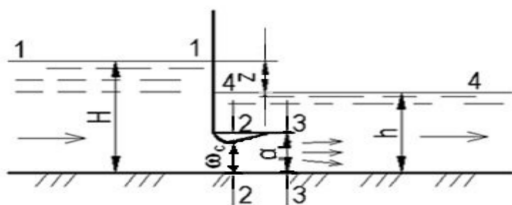


Рис.5 Схема гидравлического расчета пропускной способности водомера типа «Прямоугольный насадок»

Поскольку поток за сечением 3-3 резко расширяется, то можно принять $\xi_{3-4} = 1$. Напорный водовод имеет короткую длину – менее 0,5 м, поэтому при гидравлическом расчете можно пренебречь потерями напора по его длине, тогда $\xi_{2-3} = 0$. При учете изложенных положений, формула (2) примет вид

$$h_f = (\xi_{1-2} + 1) \frac{v_c^2}{2g} \quad (3)$$

Пренебрегая скоростями течения воды непосредственно перед и за диафрагмой (из-за их малости) и подставив величину h_f из (3) в (1), получим

$$\frac{v_c^2}{2g} (\xi_{1-2} + 1) = H - h \quad (4)$$

Отсюда

$$v_c = \frac{1}{\sqrt{\xi_{1-2} + 1}} \sqrt{2g(H - h)} = \frac{1}{\sqrt{\xi_{1-2} + 1}} \sqrt{2gZ} \quad (5)$$

Поскольку $\frac{1}{\sqrt{\xi_{1-2} + 1}}$ есть коэффициент скорости φ , то формула (5) примет вид (индексы опущены)

$$v = \varphi \sqrt{2gZ} \quad (6)$$

Разработанные сооружения типа «Прямоугольный насадок» градуируются по методу «скорость-площадь», поэтому их пропускная способность определяется по формуле

$$Q = \omega \cdot v \quad (7)$$

где $\omega = l \cdot a$ – площадь водопропускного отверстия в створе 3-3;

l и a – длина и высота водопропускного отверстия;

v – скорость потока при выходе из водопропускного отверстия.

Подставив значения v из (6) в (7) и приняв $\varphi = 1$ можно получить

$$Q = \omega \sqrt{2gZ} \quad (8)$$

которая является теоретической (расчетной) формулой по определению пропускной способности сооружения. Показания этой формулы проверяется в процессе градуировки самого сооружения, при которой пропускная способность его определяется по формуле (7) при замеренных v и Z .

Следует отметить, что в гидротехнической практике пропускную способность сооружений с подтопленным режимом истечения принято определять через коэффициент расхода μ . На разработанных сооружениях такую методику не следует применять, так как, как это отмечено ранее, они подвергаются к градуировке.

Поскольку пропускная способность сооружений также может оцениваться через коэффициент расхода μ , то его величина для разработанных сооружений определяется следующим образом: расходы воды на них

измеряются в конце напорного водовода – где отсутствует сжатия струй. В этом случае коэффициент расхода $\mu = \varepsilon \cdot \varphi$, где $\varepsilon = 1$ – коэффициент сжатия струй. Тогда расход воды, протекающий из напорного водовода через сечения 3-3 (рис.5), определяется как

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{2gZ}, \quad (9)$$

при этом величина μ определяется по этой формуле на основании данных исследований построенных сооружений как

$$\mu = \frac{Q}{\omega \sqrt{2gZ}} \quad (10)$$

Пропускная способность сооружения с прямоугольным водосливом определяется по формуле

$$Q = 2,953 C_0 b H^{3/2} \quad (11)$$

где C_0 – коэффициент расхода, определяемый по формуле

$$C_0 = a + a^1 H/p \quad (12)$$

где a, a^1 – поправочные множители, определяемые в зависимости от b/B по рекомендациям нормативного документа МВИ 12-10.

Для проверки работоспособности разработанных сооружений были построены по схеме на рис.3е 9 водомеров и по схеме на рис.4 – 4 сооружений.

Все сооружения были построены путем замены неработающих существующих конусных насадков и сооружений с водосливами.

Работа почти всех водомеров (кроме трех типа «Водослив-насадок» на распределителях ВБЧК) детально изучена, эксплуатационные показатели 2-х из которых приводятся ниже.

Для учета воды, в 1950 году на Р-2-6 системы ЗБЧК был построен конусный насадок, но из-за невозможности его градуировки, измерение расходов воды осуществлялось на построенном временном гидроступе типа «Фиксированное русло». Режим работы его был подпорным, поэтому учет воды велся в основном «на глаз», что, естественно, недопустимо в условиях платного водопользования.

Для повышения точности учета воды конусный насадок на Р-2-6 был заменен на прямоугольный насадок (рис.6) с параметрами водопропускного отверстия $l = 0,6$ м и $a = 0,2$ м.

Скорости потока при выходе из напорного водовода (v_n) измерялись гидровертушкой типа ГВ 21М, прошедшей госповерку. Кроме того, эти же скорости рассчитывались теоретически (v_p) по формуле (6) при $\varphi = 1$.



Рис.6. Водомерное сооружение типа «Прямоугольный насадок» на распределителе Р-2-6 системы ЗБЧК. а – вид с верхнего бьефа; б – вид с нижнего бьефа. 1 – диафрагма; 2 – рейка; 3 – верх (плита) насадка.

На основании замеренных (v_n) и рассчитанных (v_p) скоростей построен график $v = f(Z)$ (рис.7а), свидетельствующий изменение скоростей течения воды при выходе из напорного водовода в зависимости от Z . Данные этого графика приведены в таблице 1, в которой также приведены расходы воды, определенные по формуле (7) и коэффициенты расхода, рассчитанные по формуле (10).

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что:

- измеренные v_n и теоретические v_p скорости потока на этом сооружении мало отличаются друг от друга;
- коэффициент расхода $\mu=0,87-0,89$ и в среднем составляет 0,88 (рис.7в).

Таблица 1 - Результаты замеров расхода воды на гидропосту на Р-2-6 системы ЗБЧК

Напор Z , м	Площадь водопрпускного отверстия $\omega = l \cdot a$, м ²	Скорость при выходе из напорного водовода, м/с		Расход Q_n , м ³ /с	Коэффициент расхода μ
		v_n	v_p		
0,03	0,12	0,70	0,77	0,080	0,89
0,05	0,12	0,88	0,99	0,106	0,88
0,07	0,12	1,04	1,17	0,125	0,89
0,09	0,12	1,17	1,33	0,140	0,88
0,11	0,12	1,31	1,47	0,157	0,87

По данным таблицы 1 построен график зависимости $Q_n = f(Z)$ (рис.7б) и по данным этого графика – заполнена рабочая таблица 2, по которой осуществляется подача воды водопотребителям.

За период эксплуатации водомера отложение наносов в верхнем бьефе не наблюдалось, так как они промывались потоком воды при протекании ее по напорному водоводу.

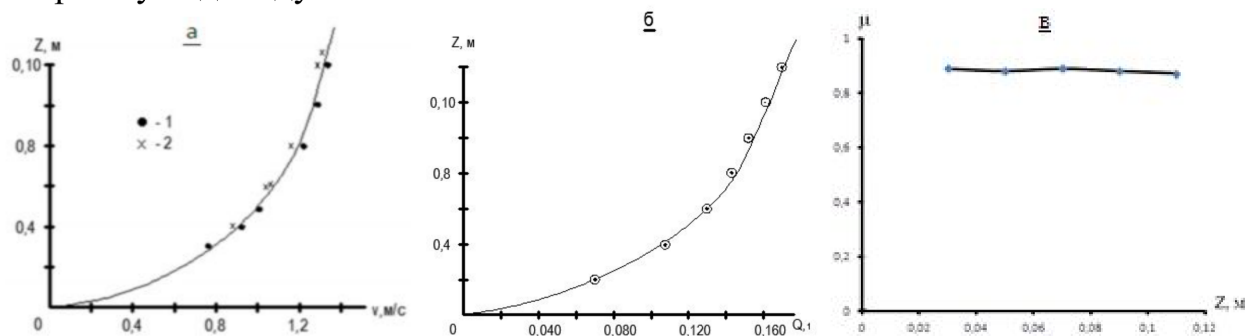


Рис.7 Графики зависимостей $v = f(Z)$ (а), $Q = f(Z)$ (б) и $\mu = f(Z)$ гидропоста на Р-2-6 ЗБЧК. 1 и 2 – теоретические и замеренные скорости потока при выходе из напорного водовода

Таблица 2 - Рабочая таблица гидропоста на Р-2-6 системы ЗБЧК для подачи воды (л/с) водопотребителям – дехканам

Z , см	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	40	60	80	98	110	118	126	132	140
10	146	153	160	-	-	-	-	-	-	-

Другой пример использования водомера типа «Прямоугольный насадок» совместно с водосливом прямоугольного сечения, то есть типа «Водослив-насадок».

На распределителе Р-8 системы ЗБЧК был построен водослив Иванова, который в начале работал нормально, а потом, в процессе заилиenia и зарастания в земляном русле отводящего канала, стал подтапливаться со стороны нижнего бьефа.

Для улучшения водоучета, на указанном распределителе был построен в качестве экспериментального сооружения водомер типа «Водослив-насадок» (рис.8), который в верхней части состоит из водослива прямоугольного сечения (рис.8а) и в нижней – из насадка (рис.8б, в).

Таблица 3 - Пропускная способность прямоугольного водослива на Р-8 системы ЗБЧК

Напор Н, м	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
Расход Q, м ³ /с	0,019	0,053	0,102	0,157	0,220	0,289	0,365

Пропускная способность прямоугольного водослива определялась по формуле (11) при следующих исходных данных: ширина водослива $b_e = 1,0$ м; высота порога $P = 0,63$ м, высота водослива $h_e = 0,40$ м. Щит опущен до дна канала (рис.8а). Результаты расчета сведены в таблице 3.

Результаты расчета оформлены графически, по данным которого заполнена рабочая таблица, в соответствии с которой осуществляется водоподача водопотребителям - дехканам. Пропускная способность водомера типа «Прямоугольный насадок» определялась при следующих исходных данных: длина напорного водопропускного отверстия $l = 1,0$ м, принятая его высота $a = 0,10$ м (щит приподнят на высоту 0,10м). Данный водомер был отградуирован по методу «скорость-площадь», результаты градуировки приведены в таблице 4.



Рис.8 Водомер типа «Водослив-насадок» на Р-8 системы ЗБЧК. а – вид с нижнего бьефа (замер воды осуществляется водосливом); б, в – участники выездного семинара на сооружении Р-8 системы ЗБЧК (вид с верхнего бьефа) - обсуждается увиденное (замер воды осуществляется водомером типа «Прямоугольный насадок»).

Из данных таблицы 4 следует, что:

- измеренные v_n и теоретические v_p скорости мало отличаются друг от друга;
- коэффициент расхода $\mu = 0,98 - 0,99$ и в среднем составляет 0,984.

По данным измерений оформлены графики зависимостей $v - f(Z)$ и $Q - f(Z)$, по данным последнего – рабочая таблица для подачи воды водопотребителям.

Работоспособность данного водомера изучалась многими. В частности, 26.07.2014 года на это сооружение, также как и на Р-21 и Р-23 системы ВБЧК (на них построены сооружения типа «Прямоугольный насадок», рис.3е), был организован выездной семинар, на котором приняли участие главные инженера, начальники ОВП и главные метрологи всех РУВХ, а также ответственные работники ЧГБУВХ. Всего участников было более 20 чел., которыми проверялась работоспособность указанных сооружений.

Таблица 4 - Результаты замеров расхода воды на гидросту на Р-8 системы ЗБЧК

Напор Z , м	Площадь водопропускного отверстия водовода $\omega = l \cdot a$, м ²	Скорость при выходе из напорного водовода, м/с		Расход Q_n , м ³ /с	Коэффициент расхода μ
		v_n	v_p		
0,03	0,10	0,75	0,77	0,076	0,99
0,06	0,10	1,06	1,09	0,107	0,98
0,08	0,10	1,21	1,25	0,124	0,98
0,10	0,10	1,36	1,40	0,137	0,98
0,15	0,10	1,67	1,71	0,169	0,99

В результате проверки и анализа увиденных, участниками семинара был оформлен акт (приложен к работе) в котором одобряются разработанные сооружения, считается полезным широкое их внедрения, рекомендуется в качестве диафрагму использовать плоские щиты, изготовив их централизованно ЧГБУВХ.

В настоящее время построены еще три водомера типа «Водослив-насадок» на отводах Р-4-2, Р-4-3 и Т-10 системы ВБЧК, технические их характеристики и фотографии приведены в диссертации.

В четвертой главе приведены рекомендации по компоновке, конструированию и гидравлическому расчету водомеров типов «Прямоугольный насадок» и «Водослив-насадок» и экономические их показатели. При этом сам прямоугольный водослив будет проектироваться, возводиться и эксплуатироваться по нормативному документу МВИ 12-10, а прямоугольный насадок – по разработанной МВИ, находящейся в настоящее время на стадии утверждения.

Экономические показатели разработанных и внедренных в производство водомерных сооружений характеризуются следующими показателями. Строительство 9-ти водомеров типа «Прямоугольный насадок» и одного типа «Водослив-насадок» осуществлялось путем замены построенных, но неработающих сооружений. Три водомера типа «Водослив-насадок» строились на каналах с прямоугольным сечением. При этом замена неработающих сооружений на вновь разработанные водомеры осуществлялись минимальными затратами (3-5 тыс. сом на один водный объект), тогда как на строительство

новых объектов эти затраты составляют, в зависимости от пропускных способностей сооружений, 20-30тыс.сом.

Годовая экономическая эффективность от внедрения одного сооружения составляет в среднем 20тыс.сом и на 13 водомеров – 260тыс.сом.

Кроме того, экономическая эффективность внедренных сооружений заключается также, как это следует из приложенных в диссертации актов внедрения, и в следующем:

- вышедшие из строя 13 сооружений возвращены в работу и в настоящее время на них проводятся гидрометрические работы по замерам расходов воды;
- водомеры типа «Прямоугольный насадок» обеспечивают измерение расходов воды при подпорном режиме истечения, а водомеры типа «Водослив-насадок» - как при подпорном, так и свободном режимах истечения. При этом все это происходит на одном и том сооружении, так что в будущем вопрос о реконструкции данного типа водомера не должен возникать;
- водомеры типа «Прямоугольный насадок» подвергаются к градуировке, чем улучшаются метрологические их характеристики;
- устраняется отрицательное влияние наносов на точность водоучета, так как они, вместе с водой, промываются из верхнего бьефа в нижний;
- имеются и другие преимущества – простота конструкции, возможность изготовления из дешевых подручных материалов – бетона и др.

ВЫВОДЫ

Подводя итоги экспериментальных и теоретических исследований можно сделать следующие выводы:

1. Протяженность внутрихозяйственных каналов в Чуйской долине составляет более 5330км, в земляном русле 3719, остальные - в облицованных каналах и лотках. Эти каналы построены в предгорной и равнинной зонах, при этом проложены они как вдоль, так и поперек горизонталей.

2. Отечественными и зарубежными учеными и инженерами разработаны множество водомеров, к числу которых относятся водомеры типов «Фиксированное русло», «Водослив с тонкой стенкой», «Конусный насадок», «Лоток» и др. На внутрихозяйственных каналах Чуйской долины внедрены:

- на облицованных каналах и лотках – водомеры типа «фиксированное русло», которые, как показывает их эксплуатация, работают нормально в условиях равномерного режима истечения;
- на каналах с земляным руслом, проложенным вдоль и поперек горизонталей в равнинной зоне и вдоль горизонталей в предгорной зоне водомеры типов «Фиксированное русло», «Водослив с тонкой стенкой» не работают или работают с большой погрешностью при подтопленном режиме истечения. А водомеры типа «Конусный насадок» не нашли широкого применения на внутрихозяйственных каналах из-за отсутствия элементов, регулирующих расходы воды. Водомеры типа «Лоток» не применяются из-за невозможности приведения на них градуировочных работ и водомеры типа «Диафрагма с

полкой» являются обнадёживающими средствами для учета воды, но они находятся только на начальной стадии разработки и детального их изучения.

3. На основе водомеров типов «Диафрагма с полкой» и частично – «Водослив», были уточнены требования к разрабатываемым новым компоновкам и конструкциям сооружений, исходя из режимов их работы.

4. Разработаны несколько конструкций водомеров, на которые получены патенты на полезную модель КР.

5. Теоретические разработки по определению пропускной способности разработанных сооружений и методика их исследований легли в основу при испытании разработанных водомеров на экспериментальных сооружениях, построенных путем реконструкции существующих водных объектов. Проведенные натурные исследования подтвердили работоспособность разработанных водомерных сооружений.

7. Определена экономическая эффективность внедренных сооружений, которая заключается прежде всего в том, что при минимальных затратах была восстановлена работоспособность 13 водомерных сооружений с высокими водомерными свойствами. Промыв наносов на этих сооружениях осуществляется непрерывно, сами сооружения градуируются и могут изготавливаться не только из металла, но и в виде бетона. Годовая экономическая эффективность от внедренных сооружений составляет 260тыс.сом.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. **Мамбетов, Э.М.** К вопросу учета воды во внутрихозяйственных оросительных каналах с земляным руслом [Текст] / Э.М.Мамбетов, Д.К.Садыбакова // Вестник КГУСТА. - Бишкек, 2015. – Вып. 2(48). -С. 73-77.

2. **Мамбетов, Э.М.** Расходомерное сооружение для внутрихозяйственных каналов с земляным руслом [Текст] / Э.М.Мамбетов // Вестник «Символ науки». – Уфа, 2016. - Вып. 5. - Ч.2. -С. 76-79.

3. **Мамбетов, Э.М.** К вопросу определения пропускной способности расходомера типа «Водослив-диафрагма» [Текст] / Э.М.Мамбетов // Вестник «Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана». - Бишкек, 2016. - Вып. №3. -С. 26-28.

4. Бейшекеев К.К. К вопросу совершенствования расходомеров с тонкими водосливами [Текст] / К.К. Бейшекеев, С.С. Сатаркулов, **Э.М. Мамбетов** // Вестник «Актуальные вопросы современной науки». – Новосибирск, 2016. - Вып. №47. -С. 228-234.

5. Сатаркулов С.С. Эксплуатационные показатели водомера типа «Водослив-насадок» [Текст] / С.С. Сатаркулов, **Э.М.Мамбетов** // Вестник КРСУ. – Бишкек, 2016. - Вып. №9. Т.16. -С. 132-134.

6. Патент. №217, Кыргызская Республика, МПК E02B 13/00 (2016.01). Водомерное сооружение [Текст] / С.С. Сатаркулов., А.Ж. Батыкова., Э.М. Мамбетов; Бишкек. заявл. 24.11.15; опубл. 30.12.16, Бюл.№12.-8с.: ил.

05.23.07. – гидротехникалык курулуш адистиги боюнча техникалык илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн
«Ички чарба каналдарында суу өлчөмүн ченөөдөгү курулмаларды жакшыртуу «Чүй өрөөнүнүн мисалында» деген темада жазылган Мамбетов Эрик Мунайтбасовичтин диссертациясына КОРУТУНДУ

Түйүндүү сөздөр: ички чарба каналдары, сууну эсепке алуу, суу өлчөөчү курулмалар, эркин жана чөмүлгөн агым режимдери, түздүк аймактардагы жана тоо этектердеги зоналары.

Изилдөөнүн объектиси: Чүй өрөөнүнүн ички чарба каналдары жана алардын суу өлчөөчү курулмалары.

Изилдөөнүн предмети: ички чарба каналдардын суу өлчөөчү курулмаларын жакшыртуу.

Изилдөөнүн максаты: суу өлчөөчү курулмалардын компоновкаларын жана конструкцияларын жакшыртуу аркылуу ички чарба каналдарында суунун чыгымын ченөөдөгү тактыгын жогорулатуу.

Изилдөөнүн ыкмалары: комплекстүү, изилдөө объектеринин теоретикалык натураларын камтыган материалдарды жалпылоо, долбоорлоо, эксплуатациялоо жана илимий иштелмелер.

Илимий жаңылык: сугаруу системаларынын ички чарба каналдарындагы суу өлчөөчү курулмалардын конструкцияларына карата талаптар иштелип чыкты жана аныкталды; «Тик бурчтуу кыска түтүк» жана «Суу куйма- кыска түтүк» түрүндөгү суу өлчөөчү курулмалардын жаңы жана жакшыртылган компоновкалары менен конструкциялары иштелип чыкты; иштелип чыккан суу өлчөөчү курулмалардын өткөрүү жөндөмдүүлүгү теориялык изилдөөлөрдүн негизинде негизделген; жаңы жана жакшыртылган суу өлчөөчү курулмаларды компоновкалоо, конструкциялоо жана гидравликалык эсептөө боюнча сунуштар иштелип чыкты.

Изилдөөнүн натыйжалары иштеп жаткан гидросторду чөмүлгөн жана эркин агуу режимдеринде иштеген «Тик бурчтуу кыска түтүк» жана «Суу куйма- кыска түтүк» түрүндөгү суу өлчөөчү курулмаларына алмаштыруу жолу

менен Чуй мамлекеттик бассейндик суу чарба башкармалыгы менен Ысык-Ата райондук суу чарба башкармалыгында колдонулду.

Колдонуу чөйрөсү: топурак нуктуу ички чарба каналдардагы тоо этектеринин зонасында параллель горизонталга багытталган жана түздүк аймактар зонасында перпендикуляр жана параллель горизонталга багытталган.



РЕЗЮМЕ

диссертации **Мамбетова Эрика Мунайтбасовича** на тему

«Совершенствование водомерных сооружений для учета воды во внутрихозяйственных каналах» (на примере Чуйской долины)

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.23.07 – гидротехническое строительство

Ключевые слова: внутрихозяйственные каналы, водоучет, водомерные сооружения, свободный и подтопленный режимы истечения, равнинная и предгорная зоны.

Объект исследования: внутрихозяйственные каналы Чуйской долины и водомерные сооружения на них.

Предмет исследования: совершенствование водомерных сооружений на внутрихозяйственных каналах.

Цель исследования: повышение точности измеряемых расходов воды во внутрихозяйственных каналах путем совершенствования конструкций и компоновок водомерных сооружений.

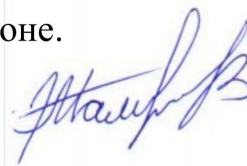
Методы исследования: комплексная, включающая теоретические натурные исследования объектов, обобщение материалов, проектирования, строительства, эксплуатации и научных разработок.

Научная новизна: уточнены и разработаны требования к конструкциям водомерных сооружений на внутрихозяйственных каналах оросительных систем; разработаны новые и усовершенствованные конструкции и компоновки водомерных сооружений типов «Прямоугольный насадок» и «Водослив-насадок»; на основе теоретических исследований обоснована пропускная способность разработанных водомерных сооружений; разработаны рекомендации по компоновке, конструированию и гидравлическому расчету новых и усовершенствованных водомерных сооружений.

Результаты исследования были использованы Чуйским государственным бассейновым управлением водного хозяйства и Иссык-Атинским районным управлением водного хозяйства путем замены существующих гидropостов на водомерные сооружения типов

«Прямоугольный насадок» и «Водослив-насадок», работающих при родтопленном и свободном режимах истечения.

Область применения: внутрихозяйственные каналы в земляном русле, трассы которых проходят параллельно горизонталям в предгорной зоне и перпендикулярно- и параллельно горизонталям в равнинной зоне.



SUMMARY

Eric Munaytbasovich Mambetov's thesis on the topic «**Improvement of water meter facilities for water accounting in the intra-farm channels**» (at the example of Chu Valley) for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.23.07 - hydraulic engineering

Keywords: farm canals, water accounting, water measuring facilities, free and flooding outflow modes, plain and piedmont areas.

The object of study: the Chui valley farm canals and water measuring structures on them.

Subject of research: improvement of water measuring structures on the farm network.

Purpose of the research: to increase the accuracy of the measured flow rates in the channels by improving farm structures and layouts of water meter installations.

Methods of investigation: complex, including the theoretical full-scale research facilities, compilation of materials of design, construction, operation and scientific developments.

Scientific innovation: refined and developed requirements for the design of water meter installations on-farm irrigation canals; developed a new and improved design and layout of water meter installations of "Rectangular nozzles" and "Weir-nozzle" types; on the basis of theoretical studies proved the capacity of developed water-measuring facilities; recommendations on the layout, design and hydraulic calculations of new and improved water-measuring facilities.

Results of the research were used by Chu State Basin Department of Water Resources and Issyk-Ata region department of water management by replacing existing hydrometric gauging stations on the construction type "Rectangular nozzle" and " Weir-nozzle ", working at the expiration of waterlogged and free modes.

Scope: farm canals in earthen channel, which tracks run parallel to the contour lines in the foothill zone and oriented perpendicular and parallel to contour lines in the plain area.



Мамбетов Эрик Мунайтбасович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОДОМЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ УЧЕТА
ВОДЫ ВО ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ КАНАЛАХ
(НА ПРИМЕРЕ ЧУЙСКОЙ ДОЛИНЫ)**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Редактор: *А.Б.Аманкулова*

Подписана в печать 24.02.2017.
Формат 60x84 1/16. Объем 1,25 п.л.

Бумага офсетная. Тираж 100 экз. Заказ 202

Кыргызский государственный университет строительства,
Транспорта и архитектуры им. Н.Исанова

Учебно-издательский центр «Авангард»
720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34, б