**Министерство образования и науки Кыргызской Республики**

**КЫРГЫЗСКО-УЗБЕКСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ЖАЛАЛАБАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ОШСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Национальная академия наук Кыргызской Республики**

**ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЮО НАН КР**

**Диссертационный совет к 05.14.499**

На правах рукописи

УДК 662.997.534.

**Самиев Маматибраим Самиевич**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СОЛНЕЧНЫХ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЬНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ**

Специальность: 05.14.08 – Энергоустановки на основе

возобновляемых видов энергии

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

**Ош-2015**

Работа выполнена в Институте природных ресурсов Южного отделения НАН Кыргызской Республики и в Кыргызско-Узбекском университете.

**Научный руководитель:**

доктор технических наук, профессор **Исманжанов Анвар**   **Исманжанович**

**Официальные оппоненты:**

доктор технических наук, профессор

**Жамалов Ажимукан**

**Жамалович**

кандидат технических наук, доцент

**Орозов Руслан**

**Назарбаевич**

**Ведущая организация** - Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина.

Защита состоится 27-ноября 2015 г. в 14-30 часов на заседании диссертационного совета К.05.14.499 при Кыргызско-Узбекском университете по адресу: г. Ош, ул. Н. Исанова 79.

С диссертацией можно ознакомиться в научном зале библиотеки Кыргызско-Узбекского университета по адресу г. Ош, ул. Н. Исанова 79,

2-учебный корпус.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные гербовой печатью, просим направить по адресу: 723503, г. Ош, ул. Н. Исанова 79, Кыргызско-Узбекский университет, диссертационный совет К.05.14.499.

Факс +996 – 3222- 5-70-55, e-mail: nauka\_kuu@mail.ru

Автореферат разослан 26-октября 2015 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

К.05.14.499

к.т.н., с.н.с. Калдыбаев Н.А.

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы диссертации.** Уменьшение запасов ископаемого топлива и все возрастающие проблемы их добычи вызывают неуклонный рост их стоимости. Сжигание органического топлива все больше создает проблемы с охраной окружающей среды.

В связи с этим во всем мире быстро растут масштабы использования возобновляемых источников энергии, в том числе и солнечной. Среди установок, преобразующих солнечную энергию, важное место занимает большой класс солнечных теплоэнергетических установок, называемые низкопотенциальными, с интервалом рабочих температур до 100-110оС (солнечные сушильные, опреснительные, водонагревательные и т.д. установки)

Неотъемлемым и весьма важным элементом ряда низкопотенциальных солнечных установок (НПСУ) являются солнечные воздухонагревательные коллекторы (СВК) – теплогенераторы. Повышение эффективности НПСУ в целом невозможно без повышения эффективности СВК.

Теоретические и экспериментальные исследования СВК ведутся более полувека. Анализ этих работ показывает, что для создания эффективных СВК необходимо решить две основные задачи. Первая - уменьшение теплопотери СВК, и вторая - повышение интенсивности теплообмена между теплоприемником –и рабочим воздухом, т.е. повышение их кпд.

До настоящего времени в основном проводился качественный анализ теплотехнических характеристик СВК на основе уравнений баланса и в стационарном режиме, что не позволяет определить влияние отдельных их теплотехнических параметров на кпд. Практически не исследованы нестационарные режимы работы СВК, хотя такой режим является основным в их работе.

СВК представляют теплотехнически сложные многопараметрические системы. Вследствие малой энергетической плотности солнечной радиации и соответственно малых интенсивностей тепловых процессов в СВК, существенное влияние на их работу оказывают не только теплотехнические параметры конструкции, но и параметры окружающей среды.

Указанное приводит к сложностям расчетного и экспериментального исследования СВК, основной целью которых является определение зависимостей между конструктивными и теплофизическими параметрами и выходными характеристиками СВК. Такие зависимости необходимы для анализа различных типов конструкций, применяемых материалов, и в конечном счете для обоснованного проектирования СВК.

Один из основных путей решения таких многопараметрических задач - разработка детальных тепловых математических моделей и на её основе проведение численных экспериментов, позволяющие определять реальные их эффективности.

В связи с вышеизложенными, тема диссертационной работы, направленная на разработку нестационарных тепловых математических моделей СВК и разработки на этой основе методики расчета и исследования их теплотехнических характеристик и выработка рекомендаций к их проектированию, является актуальной.

**Связь темы с научно-техническими программами.** Работа выполнялась в рамках планов научно-исследовательских работ Института природных ресурсов Национальной академии Кыргызской Республики («Создание комплекса энергоустановок на основе нетрадиционных источников энергии для автономного энергообеспечения жителей сельских регионов») и Кыргызско-Узбекского университета («Разработка и исследование автономных энергетических систем на основе возобновляемых видов энергии», ЕТН-07/11).

**Цели и задачи исследования.** Целью работы является разработка детальных теплообменных моделей СВК, учитывающих максимальное количество факторов окружающей среды, а также физических и геометрических параметров самой СВК, исследование на этой основе их стационарных и нестационарных теплотехнических характеристик и выработка рекомендаций по их рациональному проектированию.

Для достижения цели в диссертации рассмотрены следующие основные задачи:

- исследование особенностей теплообмена в СВК и в его основных элементах;

- исследование влияния терморадиационных и оптических характеристик теплоприемников и прозрачных ограждений СВК на их теплотехнические характеристики;

- разработка нестационарных численных математических моделей СВК и исследование на их основе теплотехнических характеристик СВК;

- разработка рекомендаций по рациональному проектированию СВК.

**Научная новизна работы состоит в следующем:**

- разработаны нестационарные численные теплообменные модели одно – и многоканальных СВК, в позволяющие более детально исследовать влияние максимального количества внешних и внутренних факторов на основные теплоэнергетические параметры СВК;

- разработаны и алгоритмически реализованы стационарные и нестационарные численные модели теплообменных процессов в элементах СВК – в теплоприемнике и прозрачном ограждении в зависимости от актинометрических условий и от их геометрических и физических параметров;

- установлены расчетным путем и подтверждено экспериментально новые закономерности механизма теплообменных процессов в каналах СВК при малых интенсивностях тепловых потоков и определены границы применимости в таких случаях общепринятых понятий «ограниченный объем» и «неограниченный объем».

- разработана методика расчета оптимальных параметров проектируемой СВК с учетом теплотехнических и экономических требований к ним в зависимости его от назначения и условий эксплуатации.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

* результаты расчетно-экспериментальных исследований процессов теплообмена в каналах СВК;
* - разработанные нестационарные численные теплообменные модели одно – и многоканальных СВК, учитывающие влияние максимальное количество внешних и внутренних факторов на основные теплоэнергетические параметры СВК;

- разработанные стационарные и нестационарные численные модели теплообменных процессов в элементах СВК – в теплоприемниках и прозрачном ограждении в зависимости от актинометрических условий и от их геометрических и физических параметров;

- установленные расчетным путем и подтвержденные экспериментально новые закономерности механизмов теплообменных процессов в каналах СВК при малых интенсивностях тепловых потоков;

- разработанная методика расчета оптимальных параметров проектируемой СВК с учетом теплотехнических и экономических требований к ним в зависимости его от назначения и условий эксплуатации.

**Практическая и экономическая значимость полученных результатов работы** заключается в том, что они позволяют:

* определять влияние параметров окружающей среды и параметров самих СВК на его теплотехнические характеристики - кпд, теплопроизводительность, температуру воздуха на выходе;

- повысить эффективность НПСУ в целом, теплогенерирующим элементов которого является СВК;

- разработанные модели, программы и методика расчета могут быть использованы при расчете проектировании СВК и выбрать их параметры, оптимальные с теплотехнической и экономической точек зрения, с учетом назначения и условий эксплуатации.

Разработанные методики и результаты исследований были использованы в научно-технических разработках и при проектировании СВК в ряде организаций Кыргызстана.

**Личное участие автора в получении научных результатов**. Автор является непосредственным исполнителем работ как в части разработки и реализации расчетных моделей и проведении расчетных и экспериментальных исследований, так и в части анализа и обобщения результатов, представленных в диссертации. Он является автором диссертационной работы, включая постановку задачи. Основные результаты работы получены им лично.

**Публикации по работе и полнота отражения в них результатов диссертации**. По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ, в том числе 5 статей в международном журнале «Гелиотехника», 5 статей в рекомендованных ВАК КР журналах, 1 статья в материалах Международной конференции (РФ), в том числе 3 статьи-единолично. По материалам диссертационной работы соискателем в соавторстве опубликована научная монография «Гелиовоздухонагреватели низкопотенциальных солнечных установок», в которых полностью отражены основные результаты диссертационной работы.

**Апробация результатов исследования.** Диссертационная работа доложена на Ученом совете Института природных ресурсов ЮО НАН КР, на Научно-техническом совете Кыргызско-Узбекского университета, на объединенном заседании кафедр энергетического направления Ошского технологического университета, на кафедре Нетрадиционной и возобновляемой энергетики Кыргызско-Российского славянского университета, а ее отдельные части - на Международной научно-практической конференции «Вызовы современного мира» Новосибирск, 24-25 сентября 2013 г., на Международной научной конференции «Актуальные проблемы развития науки, образования и интеграции вузов», Ош, 21-22 мая 2015 г.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов и заключений, списка использованной литературы и приложения. Содержит 160 страниц компьютерного набора, включая 84 рисунка, 3 таблицы и библиографию из 91 наименований.

**ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**В первой главе *(Солнечные воздухонагревательные коллекторы и установки. Состояние вопроса и задачи исследований)*** рассмотрены основные типы и параметры СВК, методы и результаты расчетных и экспериментальных исследований их теплотехнических характеристик, определены цели и задачи исследований.

**Во второй главе** ***(Моделирование и исследование процессов теплообмена в элементах солнечных воздухонагревательных коллекто-ров)*** разработаны общие принципы моделирования процессов теплообмена в СВК. Нами рассмотрены и учтены при составлении теплотехнических численных моделей СВК 26 их собственных параметров, а также ряд внешних параметров, потенциально влияющих на выходные характеристики СВК, и в первую очередь - на её кпд.

Разработаны теплотехнические модели и произведены расчеты радиационных характеристик основных элементов СВК - теплоприемников и прозрачных ограждений (ПО) и найдены их оптимальные параметры.

На рис 1.приведены рассчитанные коэффициенты пропускания ПО (стекла) Кпр и влияние коэффициента поглощения стекла К на Кпр.

KprD1 KprD2

KprD3KprKHpo

Рис.1.Зависимость Кпр от времени дня и ориентации ПО: 1- горизонтально; 2 - "экваториально"; 3 - перпендикулярно в полдень и

влияние коэффициента поглощения стекла К на Кпр.

Исследованы механизмы теплообмена в щелевых каналах СВК с помощью расчетного анализа.

22ddt2

Рис.2. Разности равновесной температуры верхней пластины, вычисленные по механизму "теплопроводности" t2t и неограниченного объема t2n в зависимости от температур нижней пластины t1 и расстояния δ.

С целью установления адекватности разработанных моделей проведены экспериментальные исследования теплоотдачи в щелевидных каналах СВК, которые позволяют делать выводы о механизме передачи тепла в щели СВК. Эти исследования проводились для разных расстояний между пластинами δ. Эксперименты показали, что обнаруженное расчетным путем заметное различие в температурах верхней пластины, в зависимости от предполагаемого механизма теплопереноса в "щели" и при одинаковых температурах нижней поверхности, как следует из экспериментов, действительно имеет место.

Расчетным путем исследована динамика суточных температур теплоносителя в СВК, одна из результатов приведена на рис. .

v42

Рис.3. Влияние толщины теплоизоляции h на динамику температур

приемника (поверхность теплоизоляции).

Расчетным путем обнаружено, что в зависимости от принимаемого механизма конвективной теплоотдачи между поверхностями горизонтальной щели или прослойки в каналах СВК (эквивалентная теплопроводность или механизм неограниченного объема) могут заметно, от 0,5оС до 3оС изменяться равновесные температуры верхней поверхности щели канала СВК.

Установлено, что в пределах допустимой в таких процессах погрешностях до 15% могут быть использованы оба механизма конвективной теплопередачи между поверхностями каналов СВК. Полученные результаты говорят о возможности применения в численных моделях СВК механизма переноса тепла конвекцией в неограниченном объеме.

Установлено, что каналах СВК и рассматриваемых возможных в них температурах следует, что доля конвективного теплопереноса не превышает 10-20% от общего потока тепла, переносимого от нижней поверхности (дна) к верхней поверхности (прозрачному ограждению), следовательно, и в низкотемпературных процессах основной поток энергии переносится излучением.

Расчетными экспериментальными исследованиями установлено, что возможно существенное влияние на эффективность передачи тепла в СВК может иметь нестационарность тепловых процессов, т.е. важной в исследованиях СВК является задача разработки не только стационарных, но нестационарных тепловых численных моделей СВК.

Исследование характеристик СВК в динамике, т.е. в условиях, близких к реальным позволяет более обоснованно выбирать её параметры, и более обоснованно определять реальную эффективность СВК, следовательно, и более точно определять её реальную производительность.

**В третьей главе *(Численное моделирование процессов теплообмена в солнечных воздухонагревательных коллекторах)***

Разработана единичная а также линейная стационарные теплотехнические модели СВК.

Линейная стационарная теплотехническая модель позволяет учесть реальные теплотехнические характеристики СВК, в которых имеет место существенное изменение температур приемника и теплоносителя по ходу его движения. Эта модель позволяет учитывать переменность температур, а следовательно, и переменность теплопотерь по ходу движения теплоносителя. Результаты расчетов показаны на рис.4.

rmtl2

Рис.4. Изменение кпд и температуры нагрева теплоносителя

по длине СВК при различной "прозрачности" ПО.

Разработаны нестационарные теплотехнические модели основных элементов СВК – теплоприемника и прозрачного ограждения. Схема тепловой модели СВК приведена на рис.5.

Установлено, из-за переменности солнечной радиации в течение дня, а также относительно малые интенсивности тепловых потоков и тепловую инерционность конструкции, допущение о стационарности выполняется только в некотором приближении. В частности, не учет указанных особенностей может приводить к завышению толщины теплоизоляции, а в экспериментальных исследованиях - к завышению кпд СВК.

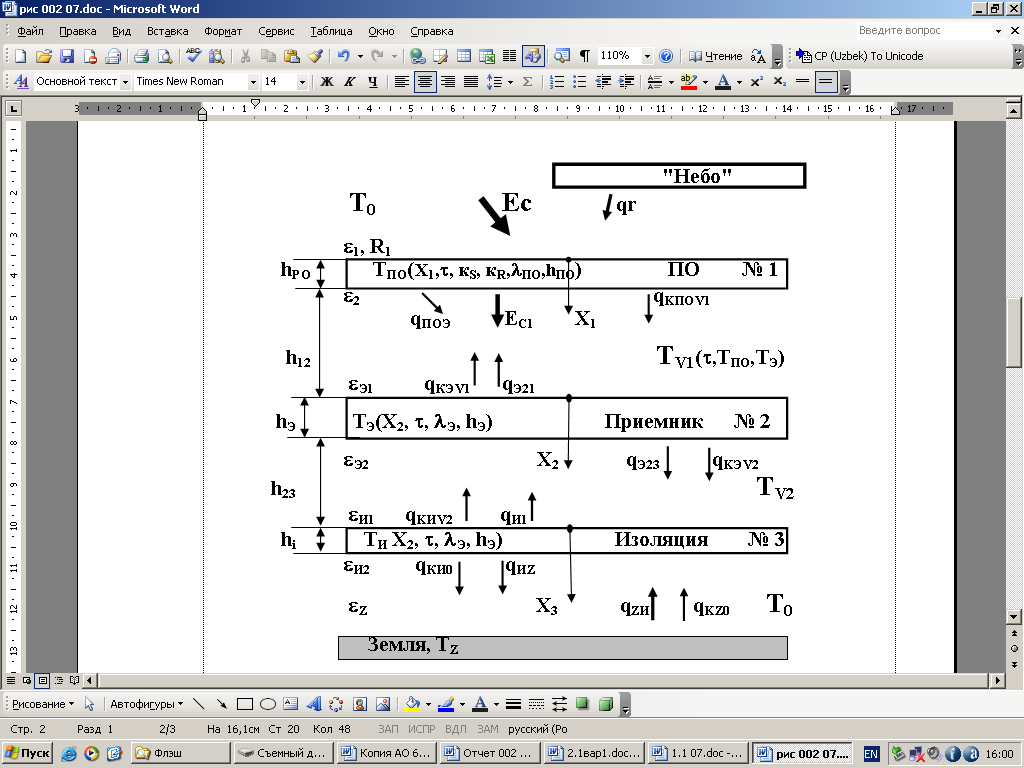


Рис.5. Тепловая модель обобщенной схемы двухканального СВК.

tе1 – температура лицевой и тыльной поверхности приемника (различие между ними меньше десятых долей градуса); t12 – температура воздуха между ПО и лицевой поверхностью приемника; t23 - температура воздуха в канале, между тыльной поверхностью приемника и изоляцией; tС1 – температура наружной поверхности стеклянного ограждения (температура внутренней поверхности стекла больше примерно на 20С); ti1 – температура внутренней поверхности теплоизоляции.

Рассчитанные динамика нагрева во времени теплоприемника и теплоизоляции приведены на рис.6.

C3h1-5tv100w3hi4C3h001hi05-8w3tv100

Рис.6. Динамика нагрева приемника во времени при различных толщинах

приемника h (а) и теплоизоляции (б).

Разработана распределенная нестационарная тепловая модель двухканального СВК, которая дает возможность исследовать распределение температуры теплоносителя по мере движения в канале СВК.

Общая схема СВК для расчета приведена на рис.7, где ПО – прозрачное ограждение, П - приемник, И – теплоизоляция дна. В данном случае СВК разбивается по длине на "единичные" участки длиной dLi (i – номер участка) n – число участков. Отличие распределенной модели от единичной состоит в том, что переменными во времени являются средние температуры теплоносителя на участках и соответственно - температуры теплоносителя на входе и выходе из каждого участка.

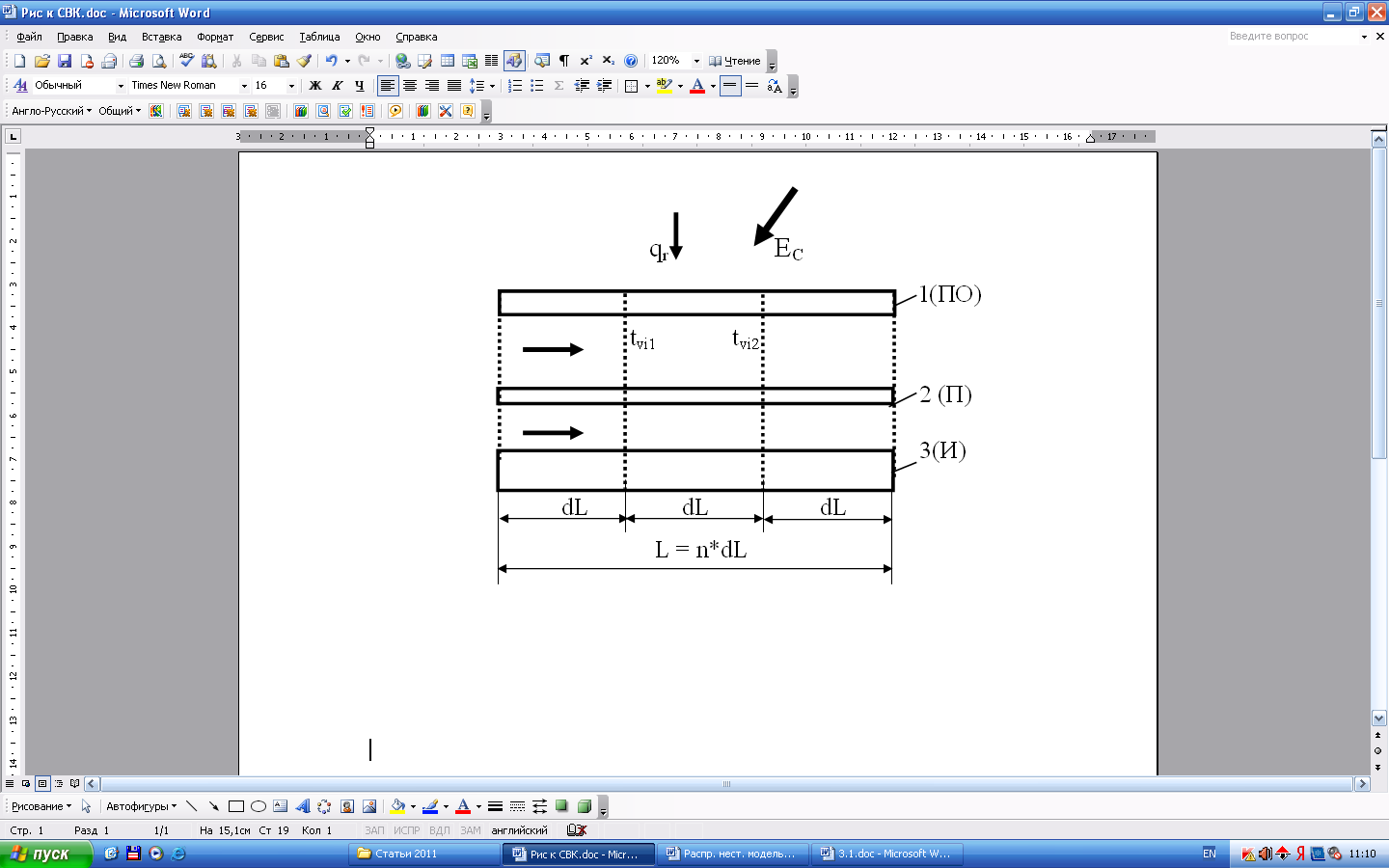
****

Рис.7. Схема определения температур теплоносителя по длине СВК.



Рис.8. Изменение во времени температуры воздуха на выходе из

верхнего канала и среднее кпд СВК при различных скоростях воздуха ω на входе.

При вынужденной конвекции, за счет большей интенсивности теплосъема, равновесные температуры нагрева уменьшаются, а кпд возрастает. Динамика температур и "кпд" имеет практически такой же характер, как и при естественной конвекции, практически не изменяется и время выхода на стационарный режим работы. Установлено, что при естественной конвекции максимальные кпд СВК достигают 43%, то при вынужденной конвекции они доходят до 57% .

3MNNvN-1t12Ltay3MNNvN-1kpd12Ltay

Рис.9. Температуры воздуха на участках СВК (длина участка 1м) в различные моменты времени (а) и мгновенные кпд участков одноканальной модели СВК для различных моментов времени (б).

Разработана нестационарная численная теплотехническая модель двухканального СВК

3MNNvN3t23Ltay3MNNvN3skpdLtay

Рис.10. Изменение температур и кпд по длине двухканального СВК в нижнем канале (а) и суммарного (в) кпд в различные моменты времени.

Результаты исследований, проведенных на основе разработанных моделей позволили выработать следующие общие рекомендации к выбору параметров приемника и теплоизоляции СВК:

- толщина приемника должна быть достаточно малой, менее 1- 2мм;

- толщина теплоизоляции дна должна быть переменной, и в принципе относительно небольшой, до 0,5см при температурах теплосъема до 40оС и далее увеличиваться до 1-2 см на выходных участках каналов. Следовательно, выбор толщины теплоизоляции должен производиться не только на основе тепловых, но и экономических критериев.

- на начальных участках приемника со стороны верхнего канала важно обеспечивать высокую поглощательную способность для солнечного излучения, а на выходных участках для повышения кпд при высоких температурах теплосъема желательно применение селективных покрытий.

- для нижней поверхности приемника, на всей её длине важно обеспечить высокую отражательную способность для уменьшения теплоотдачи излучением (в этом случае тепло воздуху передается только конвекцией). Это позволяет увеличить суммарное кпд СВК на 8-10%.

Таким образом, в отличие от других "обычных" типов энергоустановок, в СВК будут переменными и выходные характеристики.

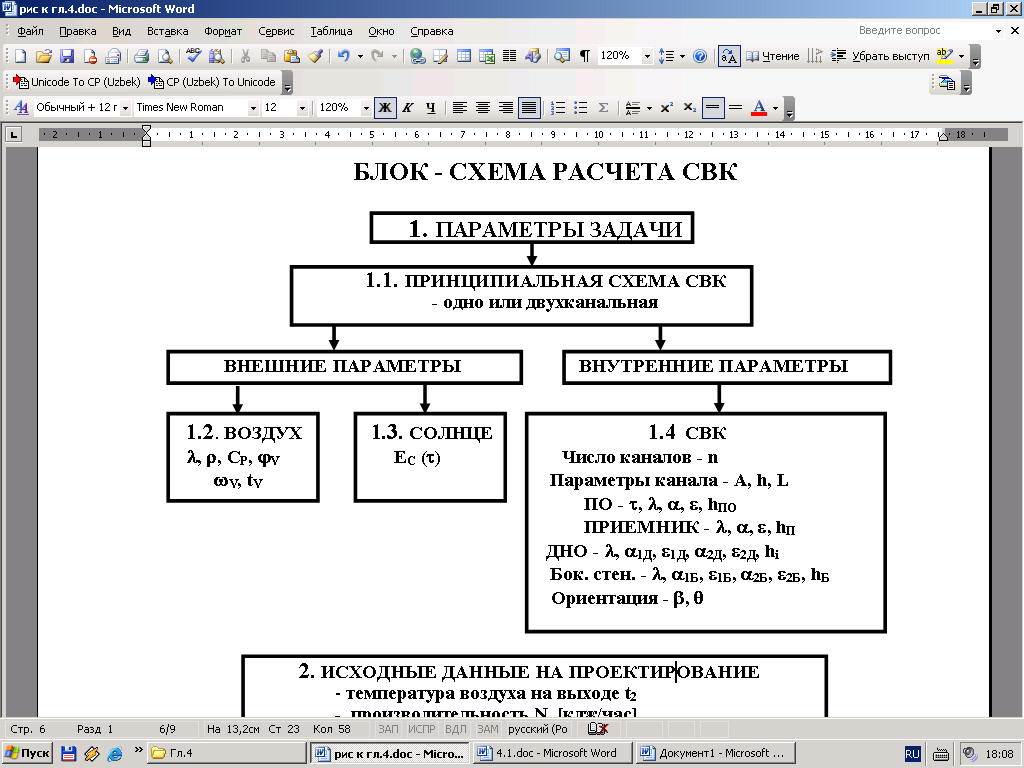
Удовлетворительное совпадение результатов расчетных и экспериментальных исследований подтверждают адекватности разработанных теплотехнических моделей СВК и его элементов и рекомендовать эту методику для использования в практике разработки и создания СВК различного назначения.

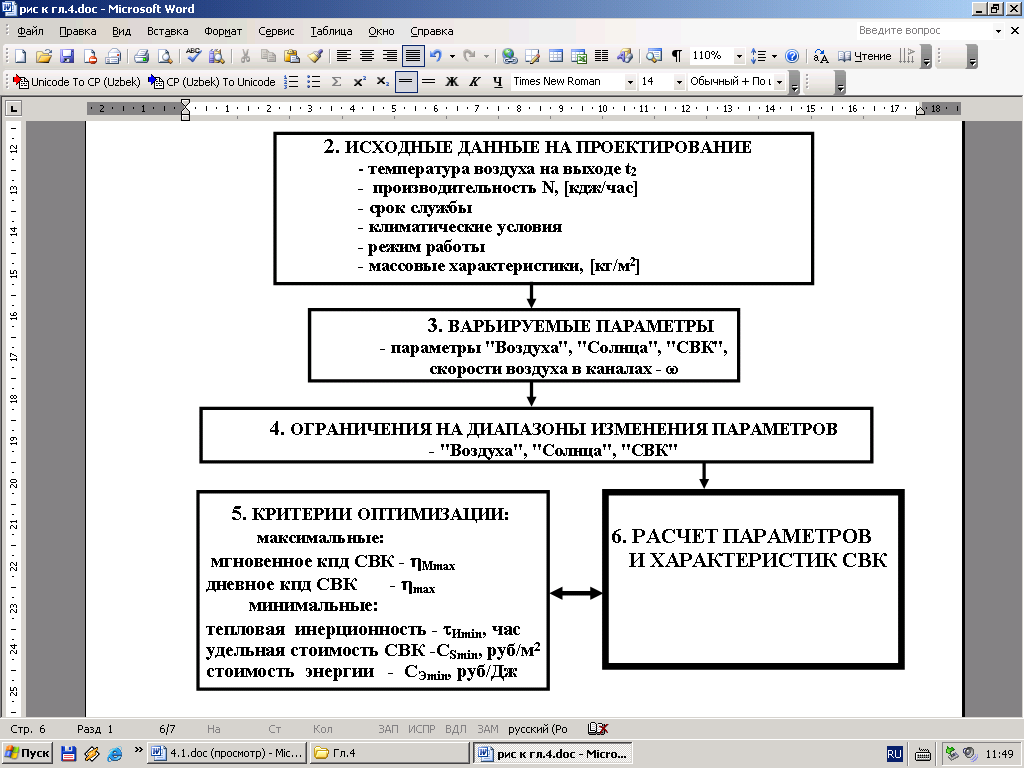
**В четвертой главе *(Разработка методики проектного расчета солнечных воздухонагревательных коллекторов)*** конкретизированы задачи расчета, основные схемы, параметры и характеристики СВК, разработана методика расчета СВК, приведены результаты эксперимен-тальных исследований СВК а также исследований технико-экономических характеристик СВК.

При проектировании СВК должны быть заданы исходные данные, а также более подробно - требования на условия работы СВК, его назначение (например, обогрев помещения, нагрев воздуха в солнечных сушилках, или нагрев аккумулятора тепла). Также необходимо указать сезон работы СВК – круглогодично, в летний, или только в осенне-зимний период.

В исходные данные также должны быть включены и параметры поступающей солнечной энергии и температуры окружающей среды и в том числе ожидаемые температуры Неба и Земли.

Блок-схема разработанной методики проектного расчета СВК приведена на рис. 11. Она позволяет выбрать наиболее оптимальные его параметры в зависимости от назначения и условий его эксплуатации.





Проведены ряд экспериментальных исследований с целью проверки адекватности разработанных моделей. Один из экспериментальных СВК – двухканальный, с переменной высотой каналов и с переменным углом наклона. Габаритные размеры СВК - 1300х830 х250 мм. Площадь приемной поверхности СВК - 1,03 м2. Он позволяет во время экспериментов менять высоту нижнего и верхнего каналов и исследовать влияние величины расстояния между прозрачным покрытием, теплоприемником и дном коллектора на его основные теплоэнергетические параметры – на температуру нагрева воздуха и на его расход.

Исследованы влияния ряда факторов на выходные характеристики СВК. В частности, исследованы зависимости температуры нагрева воздуха в верхних (под стеклом) и нижних (под теплоприемником) каналах, в зависимости от толщины каналов и от степени черноты тыльной стороны теплоприемника воздухонагревателя при различных углах наклона к горизонту.

Нами исследованы технико-экономические характеристики (ТЭХ) СВК. В частности, анализирована тенденция изменения стоимости СВК с учетом тенденции изменения цен на материалы и работы, необходимые для производства СВК.

Анализ ТЭХ СВК проведен с учетом основного показателя энергетических установок - стоимости произведенной установкой энергии. В этой связи критерий, с которым надо сравнивать целесообразность использования солнечной установки это очевидно, стоимость энергии, получаемого от традиционного источника в данном месте эксплуатации.

С другой стороны, стоимость энергии, вырабатываемом на традиционном источнике постоянно меняется с изменением цен топливо, на эксплуатационные и амортизационные расходы генераторного и другого вспомогательного оборудования. Поэтому анализ ТЭХ СВК (и в целом солнечных установок) целесообразно проводить на основе методики, учитывающей изменение цен и на топливо,

Составляющие стоимости СВК зависят от множества факторов – применяемые материалы, масштабы производства и др. В то же время известно, что в различных отраслях промышленности имеются достаточно устойчивые соотношения между статьями затрат

Отсюда следует, что в принципе себестоимость солнечного коллектора может быть выражена в долях от стоимости затраченного на её изготовление топлива (энергии), или через некоторый коэффициент КТ, который определяем в виде

КТ = 100%/(п.4%+п.5%)

Значения коэффициента КТ , например, для продукции черной металлургии составляет 6,76, для промышленности строительных материалов 7,8, а для химической промышленности - 9,0.

Себестоимость производства единицы материала CM (сом/кг, сом/шт. или доллар/кг, доллар/шт. и т.д. ) можем записать в долях от стоимости топлива (энергии) в виде

СМ = CТ \*КТ

где CТ, [сом/кВтч, сом/кг или сом/л] - стоимость топлива (энергии), затраченного на производство единицы материала (продукция для изготовителя). Отметим, что, в общем случае имеем затраты как тепловой так и электрической энергий. Исследования показали, что:

- с увеличением цен на энергию и топливо, стоимость существующих типов и конструкций СВК будет только расти, причем практически в той же пропорции. Для изменения этой тенденции необходима разработка новых конструкций коллекторов, новых материалов и технологий, а также учесть изменение составляющих затрат.

Нами оценены погрешности измерений ряда указанных параметров, определенных прямым или косвенным способом. Наибольшая погрешность измерений составляет 3-5%. Распределение погрешностей подчиняется нормальному закону.

В приложении к диссертации приведены справки об использовании результатов работы и разработанные компьютерные программы расчета характеристик СВК.

**ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ**

Основные выводы и заключения, сделанные по результатампроведенных исследований можно сформулировать следующим образом:

1. Разработаны нестационарные численные теплообменные модели одно – и многоканальных СВК, в позволяющие более детально исследовать влияние максимальное количество внешних и внутренних факторов на основные теплоэнергетические параметры СВК;

2. Разработаны и алгоритмически реализованы стационарные и нестационарные численные модели теплообменных процессов в элементах СВК – в теплоприемник ах и прозрачных ограждениях в зависимости от актинометрических условий и от их геометрических и физических параметров;

3. Установленные расчетным путем и подтвержденные экспериментально новые закономерности механизма теплообменных процессов в каналах СВК при малых интенсивностях тепловых потоков позволяют определять границы применимости в таких случаях общепринятых понятий «ограниченный объем» и «неограниченный объем» при теплопереносе в каналах СВК.

4. Разработанные модели, программы и методика расчета могут быть использованы при проектировании СВК выборе их параметров, оптимальных с теплотехнической и экономической точек зрения с учетом теплотехнических и эконмических требований к ним в зависимости его от назначения и условий эксплуатации.

**Список опубликованных работ по теме диссертации**

1. Самиев М.С. Исследование механизма передачи тепла в солнечных установках типа «горячий ящик»[Текст]/ Исманжанов А.И., Клычев Ш.И.//Наука, образование, техника, 2006, №3, - С.60-62.

2. Самиев М.С. Температурные режимы элементов гелиовозду-хонагревателей[Текст]/Исманжанов А.И., Клычев Ш.И.// Наука, образование, техника, 2006,№3, -С.62-65.

3. Самиев М.С. Динамика суточных температур в солнечных «горячих ящиках» [Текст]/Исманжанов А.И., Клычев Ш.И., Бахрамов С.А., Захидов Р.А.//Гелиотехника, 2007, №1, -С. 29-31.

4. Самиев М.С. Конвективный теплообмен в прослойках солнечных «горячих ящиков» [Текст]/Исманжанов А.И., Клычев Ш.И., Бахрамов С.А., Дудко Ю.А.//Гелиотехника, 2008, №2, -С. 41-48.

5. Самиев М.С. О тепловой инерционности солнечных низкотемпературных установок[Текст]/Исманжанов А.И., Клычев Ш.И., Бахрамов С.А., Тураева У.П.// Наука, образование, техника, 2008,№3, -С.196-202.

6. Самиев М.С. Теплотехническая эффективность двухканального солнечного воздухонагревателя[Текст]/Исманжанов А.И., Клычев Ш.И., Бахрамов С.А., Дудко Ю.А.//Гелиотехника, 2008, №3, -С.27-31.

7. Самиев М.С. Экспериментальное исследование естественной конвекции в низкопотенциальных солнечных установках/ Исманжанов А.И., Клычев Ш.И., Исманжанова А.К.// Наука, образование, техника, 2008, № 4, -С 141-143.

8. Самиев М.С. Эффективность солнечных пластинчатых воздухонагревателей[Текст]//Гелиотехника, 2008, №4, -С.32-36.

9. Самиев М.С. Гелиовоздухонагреватели низкопотенциальных солнечных установок[Текст]/ Исманжанов А.И., Клычев Ш.И., Бишкек, изд-во «Илим»,2013, 186 с.

10. Самиев М.С. Влияние вовлечения ресурсов возобновляемых источников энергии в энергобаланс на социально-экономическую ситуацию в Кыргызстане[Текст]/Исманжанов А.И., Мурзакулов Н.А., Расаходжаев Б.С., Абдырахман уулу К., Ташиев Н.М./Материалы международной научно-практической конференции «Вызовы современного мира». Новосибирск, 24-25 сентября 2013 г. Новосибирский гос. унив-тет экономики и управления «НИНХ», 2013, 182 с., - С.32-33.

11. Самиев М.С. Экспериментальное исследование гелиовоздухо-нагревателей низкопотенциальных гелиоустановок[Текст]/ Исманжанов А.И., Ташиев Н.М.//Известия ОшТУ, 2013,№2, -С.190-194.

12. Самиев М.С. Методика оценки стоимости солнечных коллекторов при изменении цен на топливо[Текст]/Исманжанов А.И.. Клычев Ш.И., Садыкова И.С., Сайфиев А.У.//Гелиотехника, 2013, №3, -С.65-70.

13. Самиев М.С. Моделирование и расчет светопропускания прозрачного ограждения солнечных установок[Текст]/Исманжанов А.И., Клычев Ш.И., Эрмекова З.К.//Наука, образование, техника. 2015, №1, с. 33- 37.

14.Самиев М.С. моделирование процессов теплообмена в элементах солнечных воздухонагревательных коллекторов[Текст]//Наука, образование, техника. 2015, №2, с.16-20.

15. Самиев М.С. Разработка методики проектного расчета солнечных воздухонагревательных коллекторов[Текст]//Наука, образование, техника. 2015, №2, с.20-24.

**РЕЗЮМЕ**

диссертации Самиева Маматибраима Самиевича **«Моделирование и разра-ботка солнечных воздухонагревательных коллекторов»,** представ-ленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специ-альости 05.14.08 – Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии

**Ключевые слова:** солнечное излучение, низкопотенциальная солнечная установка, солнечный воздухонагревательный коллектор,тепловая математическая модель, факторы окружающей среды, конструктивные параметры, воздушный канал, лучевоспринимающая поверхность, прозрачное ограждение, коэффициент полезного действия, теплопроиз-водительность, методика проектного расчета, стоимость.

**Объект исследования.** Солнечные воздухонагревательные коллекторы (CDR) и происходящие в них теплотехнические процессы.

**Целью работы** является разработка детальных теплообменных моделей СВК, учитывающих максимальное количество факторов окружающей среды, а также физических и геометрических параметров самой СВК, исследование на этой основе их стационарных и нестационарных теплотехнических характеристик и выработка рекомендаций по их рациональному проектированию.

**Полученные результаты и их новизна.** Разработаны стационарные и нестационарные численные теплообменные модели одно – и многоканаль-ных СВК, в позволяющие более детально исследовать влияние максималь-ного количества внешних и внутренних факторов на основные теплоэнергетические параметры СВК;

Разработаны и алгоритмически реализованы стационарные и нестационарные численные модели теплообменных процессов в основных элементах СВК – в теплоприемнике и прозрачном ограждении в зависи-мости от актинометрических условий, от геометрических параметров СВК и физических параметров материалов изготовления;

Установлены расчетным путем и подтверждено экспериментально новые закономерности механизма теплообменных процессов в каналах СВК при малых интенсивностях тепловых потоков и определены границы применимости в таких случаях общепринятых понятий «ограниченный объем» и «неограниченный объем».

Разработаны методика и компьютерные программы для расчета и оптимизации параметров проектируемой СВК с учетом теплотехнических и экономических требований к ним в зависимости от их назначения и условий эксплуатации.

**Область применения:** Солнечные низкопотенциальные теплоэнергетические установки.

Самиев Маматибраим Самиевичтин 05.10.08-Энергиянын жаңылануучу түрлѳрүнүн негизиндеги энергия түзүлүштѳрү адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын алуу үчүн сунушталган **«Аба жылытуучу күн коллекторлорун моделдештирүү жана иштеп чыгуу»** темадагы диссертациясынын

**РЕЗЮМЕСИ**

**Чечүүчү сѳздѳр:** күндүн нуру, тѳмѳн потенциалдуу күн түзүлүштѳрү, аба жылытуучу күн коллектору, жылуулук математикалык модели, айлана-чѳйрѳнүн факторлору, конструктивдик параметрлер, аба каналы, нур кабыл алуучу тегиздик, тунук тосмо, пайдалуу аракет коэффициенти, жылуулук иштеп чыгаруу ѳндүрүмдүүлүгү, долбоордук эсептѳѳ усулу, нарк.

**Изилдѳѳнүн объектиси:** аба жылытуучу күн коллекторлору (АЖКК) жана аларда жүрүп жаткан жылуулук техникалык процесстери.

**Изилѳѳнүн максаты:** айлана-чѳйрѳдѳгү факторлордун максималдуу санын, ошондой эле АЖККнын физикалык жана геометрикалык параметрлерин эске алып, АЖККлардын деталдуу жылуулук алмашуу моделдерин иштеп чыгуу, анын негизинде алардын стационардык жана стационардык эмес жылуулук техникалык мүнѳздѳмѳлѳрүн изилдѳѳ жана аларды рационалдуу долбоорлоо боюнча сунуштарды иштеп чыгуу.

**Алынган натыйжалар жана алардын жаңычылдыгы:** Сырткы жана ички факторлордун АЖККнын негизги жылуулук энергетикалык параметрлерине тийгизген таасиринин максималдуу санын майда-чүйдѳсүнѳ чейин изилдѳѳгѳ мүмкүнчүлүк берүүчү бир жана кѳп каналдуу АЖККнын стационардык жана стационардык эмес жылуулук алмашуучу моделдери иштелип чыгылган.

АЖККлардын негизги элементтеринде, тактап айтканда жылуулук кабыл алуучуда жана тунук тосмода, актинометрикалык шарттардан, АЖККнын геометрикалык парамтерлеринен жана даярдалуучу материалдын физикалык параметрлеринен кѳз каранды болгон жылуулук алмашуу процесстеринин стандарттык жана стандарттык эмес сандык моделдери иштелип чыккан жана алгоритмикалык түрдѳ ишке ашырылган.

Жылуулук агымдарынын аз интенсивдүү шартында АЖККнын каналдарындагы жылуулук алмашуу процесстеринин механизминин жаңы закон ченемдүүлүктѳрү эсептѳѳ жолу менен аныкталган жана эксперименталдык түрдѳ далилденген, ошондой эле мындай учурда жалпы кабыл алынган «чектелген кѳлѳм» жана «чектелбеген кѳлѳм» түшүнүктѳрүн колдонуунун чек аралары белгиленген.

АЖККлардын милдетине жана колдонуу шарттарына жараша аларга коюлган жылуулук техникалык жана экономикалык талаптарды эске алуу менен долбоорлонуучу АЖККнын параметрлерин эсептѳѳ жана оптимизациялоо үчүн усулдар жана компьютердик программалар иштелип чыгылды.

**Колдонуу аймагы:** Тѳмѳн потенциалдуу күн жылуулук энертегикалык түзүлүштѳрү.

**SUMMARY**

of the dissertation of Samiev Mamatibraim Samievich «Modeling and development of solar air heater collectors», for the degree candidate of technical sciences on specialty 05.14.08 – Power devices on renewable energy sources.

**Keywords:** Solar radiation, low potential solar installation, solar air heater collector, thermal mathematical model, factors of environment, constructive parameters, air channel, thermal sensitive surface, transparent fence, efficiency, heat productivity, method of project calculation, cost.

**Object of research.** Solar air heater collectors (SAHC) and they thermal processes.

**Objectives of dissertation –** development of detailed thermal mathematical models of the heat exchange, considering maximal environment, physical and geometrical parameters of SAHC, and research on this base their static and non-static thermal characteristics and developing recommendations for its rational projecting.

**Aquired results and their novelty.** Static and non static quantitative heat-exchange models of single and multi-channel SAHC were developed, allowed more detailed research of the influence maximal number of outer and inner factors on the main thermal energy parameters of CAHC.

Static and no static thermal quantitative mathematical models of the heat exchange processes in the main elements of SAHC –absorber and transparent fence have been developed, and algorithmically implemented, – depending on actinometrical conditions, on geometrical parameters of SAHC and physical parameters of produced materials.

New regularities of the heat exchange processes in the channels of SAHC under the small intensively of heat streams were established by estimations and experimentally confirmed, and determined the limits of application in this cases generally accepted apprehensions as «limited volume» and «no limited volume».

The method and computer programs for the calculation and optimization of the parameters of projected SAHC have been developed, in consideration of heat engineering and economic requirements to it, depending on the purpose and exploitation conditions.

**Scope of application:** Low potential solar heat installations.