

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 662/997:697.1

**Нгуен
Тху Нга**

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ
(Системы. Конструкции. Применение на примере Вьетнама)**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция,
кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

Минск, 2011

Работа выполнена в Белорусском национальном техническом университете (БНТУ) и Научном энергетическом институте Вьетнамской академии наук и технологий (НЭИ ВАНТ)

Научный руководитель – **Хрусталеv Борис Михайлович**, академик НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор, ректор Белорусского национального технического университета

Официальные оппоненты: **Несенчук Анатолий Петрович**, лауреат Государственной премии Республики Беларусь, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника», Белорусский национальный технический университет

Гаркуша Карина Эдуардовна, кандидат технических наук, доцент, декан факультета электрификации УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

Оппонирующая организация – Государственное предприятие «Институт НИПТИС имени С. С. Атаева»

Защита состоится 17 января 2012 г. в 15.00 часов на заседании Совета по защите диссертаций Д 02.05.10 Белорусского национального технического университета по адресу: 220013, г. Минск, проспект Независимости, 65, корп. 1, ауд. 202, тел. ученого секретаря (017)265-97-29.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского национального технического университета.

Автореферат разослан «14» декабря 2011 г.

Ученый секретарь
совета по защите диссертаций

Нестеров Л. В.
© Нгуен Тху Нга
© БНТУ, 2011.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы энергоресурсосбережения и использования топливно-энергетических ресурсов представляют собой актуальную проблему. Одним из путей ее решения является применение нетрадиционных источников энергии. Именно поэтому сегодня основной тенденцией формирования топливного рынка ученые и специалисты считают биоэнергетику. Ожидается, что в ближайшие 50 лет она станет одной из доминирующих в развитии мировой системы энергообеспечения с учетом решения продовольственной программы и улучшения экологической обстановки на местах. Применение нетрадиционных источников энергии в мировой практике отнесено к числу важнейших факторов, обуславливающих будущее энергетики.

Вьетнам и Беларусь – страны с высокоразвитым аграрным сектором, высоким удельным весом в нем животноводства, где находятся сотни животноводческих комплексов, на базе которых ежегодно образуются миллионы тонн отходов. Эти отходы сбрасываются на поля как удобрения. Однако помимо пользы они наносят значительный экологический ущерб. Начиная с XXI в. во многих странах мира проявляется активный интерес к биомассе как источнику энергии для электро-, теплоснабжения, транспорта при условии сохранения невредимыми флоры и фауны данного региона.

Вьетнам, вступив в XXI в. и пройдя 20-летний путь обновления, вышел из социально-экономического кризиса. Экономика развивается быстрыми темпами, идет начальный этап строительства экономики с социалистической ориентацией, форсируется развитие промышленности и сельского хозяйства. Все это требует дополнительной энергии.

В связи с этим Правительство Вьетнама уделяет серьезное внимание научно-технологическим исследованиям в области энергетики в направлении применения технологий, работающих на возобновляемых источниках, в частности получения биогаза из отходов сельского хозяйства. В постановлении Правительства СРВ подчеркивается: «Оказывать содействие работе по изучению, развитию, передаче и применению на практике энергетических систем, не загрязняющих окружающую среду, содержащих новые и возобновляемые источники энергии. Стимулировать применение энергосберегающих технологий и активно проводить программу экономии энергии...». Вопрос о масштабном применении возобновляемых источников энергии во Вьетнаме мало изучен. Не хватает конструкторско-технологических решений, рекомендаций по применению технологий с использованием возобновляемых источников, в том числе на основе биомассы. Биотопливо является местным возобновляемым экологически безопасным энергоресурсом, его использование снижает зависимость от импорта ископаемых топлив. Именно поэтому и для Вьетнама, и для Беларуси – это исключительно актуальный и необходимый вопрос, носящий научный и практический характер.

Решение перечисленных выше крайне актуальных для Вьетнама проблем и задач и стало целью данной диссертационной работы.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами и темами. Тема диссертации включена в утвержденные научные планы работ кафедры «Теплогасоснабжение и вентиляция» БНТУ на 2005–2010 гг. и 2011–2015 гг. приоритетных направлений научных исследований Республики Беларусь (Перечень утвержден постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19 апреля 2010 г., № 585):

– энергообеспечение, энергосбережение, энергоэффективность, энергоэффективные технологии (п. 1.5 – использование возобновляемых источников энергии, вторичных энергоресурсов и местных видов топлива; п. 1.6 – энергосбережение, энергоэффективные технологии);

– физико-химические основы биологии. Биотехнологии, биологическая энергетика и биотопливо (п. 3.9 – технологии производства биотоплива из биомассы энергоинтенсивных растительных культур, отходов промышленного и сельскохозяйственного производств).

Научные исследования по теме диссертации выполнялись в рамках тем НЭИ ВАНТ (Научный энергетический институт Вьетнамской академии наук и технологий) и «Плана развития энергетики Вьетнама на 2006–2015 гг. и прогноза до 2020 г.» (План утвержден постановлением Правительства Республики Вьетнам от 18 июля 2007 г., № 110/2007/QĐ-TTg).

Цель и задачи исследования. Цель диссертационной работы – разработка научных основ и конструкторско-технологической модели получения биогаза на основе отходов от животноводческого производства и схемы энергообеспечения жилого комплекса усадебного типа в сельской местности за счет биогазовой и комбинированных биогелиосистем. Комбинированная энергосистема разработана соискателем совместно с НЭИ ВАНТ и внедрена в ряде провинций Вьетнама (патент № 7449 от 18.04.2011).

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решены следующие задачи исследования:

- на основании результатов натурного эксперимента и его анализа для сельских районов (провинций) Вьетнама установлена эффективность масштабного получения биогаза (местная сырьевая база, климатические и погодные условия и др.) и его использования для энергообеспечения конструкции дома усадебного типа;
- предложена к внедрению конструкция биогазовой установки, работающей на местном сырье;
- разработаны рекомендации по устройству, расчету, проектированию и эксплуатации биогазовой установки (метантенк) на основе отходов животноводческого производства;
- по результатам натурного эксперимента в условиях провинций Вьетнама разработаны рекомендации по использованию гелиосистем;

- предложены для сельских районов (провинций) Вьетнама архитектурно-строительные решения жилого дома усадебного типа с комбинированной системой жизнеобеспечения (энергоснабжение путем использования комбинированных биогазовой и гелиоустановок);

- предложена к внедрению конструкция гелиопанели для условий Вьетнама на базе опытно-аналитических исследований;

- предложены методика и программное обеспечение расчета параметров комбинированной системы энергообеспечения. Решена задача аккумуляции теплоты стеновой конструкцией здания усадебного типа.

Объектом исследования служат предлагаемая биогазовая установка и комбинированная схема энергоснабжения жилых домов усадебного типа, реализуемые за счет возобновляемых (нетрадиционных) источников энергии.

Предмет исследования – технология получения энергии от биогазовой и комбинированных биогелиосистем, разработанных для промышленного внедрения в сельской местности.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Научные основы, методики и конструктивно-технологические характеристики биогелиосистем, разработанные на базе многолетних экспериментальных исследований и внедренные в сельских населенных пунктах Вьетнама.

2. Конструктивные разработки биогазовой установки и гелиопанели, а также методики их внедрения в ряде провинций Вьетнама.

3. Математическая модель и ее решение, описывающие тепловой режим в стеновой конструкции дома усадебного типа за счет аккумуляции теплоты при изменении наружной температуры воздуха в течение суток для определения нагрузки комбинированной системы энергообеспечения.

4. Комбинированная система энергоснабжения жилого дома усадебного типа в сельской местности с использованием одновременных биогазового и гелиоустройств.

Личный вклад соискателя. Автор принимала участие в получении всех экспериментальных и аналитических результатов, представленных в диссертации, выполненной под научным руководством руководителя диссертационной работы совместно с коллективом НЭИ ВАНТ.

Принимала непосредственное участие в написании научных публикаций, докладах на научных конференциях, аналитической обработке материалов эксперимента и в самом эксперименте.

Апробация результатов диссертации. Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих научно-практических конференциях, форумах и симпозиумах: The first International conference SED-2008 «Sustainable energy development: Sustainable energy developmental models and energy security, new and renewable energy, conservation of energy». Hanoi, Vietnam, 13–15 November 2008; Hội nghị Ứng dụng Khoa học và công nghệ

phục vụ phát triển kinh tế xã hội các tỉnh miền núi Tây Bắc. Sơn La, Việt Nam, 20–22/5/2010 (науч. конф. «Применение науки и технологии для социально-экономического развития горных провинций Западно-северного региона Вьетнама». Шонла, Вьетнам, 20–22/5/2009); The second VAST-ISTK workshop on scientific cooperation. Hanoi, 17–18 December 2009; 2-я науч. конф. по устойчивому развитию энергетики. Ханой, 14–15 ноября 2011 г.

Опубликованность результатов диссертации. По теме диссертации опубликованы 5 статей в научных журналах, включенных в перечень ВАК Беларуси (всего 1,7 авторского листа), 7 материалов выступлений на конференциях, 1 методическая рекомендация, 1 патент на полезную модель, 1 решение о выдаче патента на изобретение, имеется акт внедрения.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, библиографического списка (включающего 97 использованных источников и 12 публикаций автора) и пяти приложений. Объем диссертации составляет 146 страниц, включая 58 рисунков и 47 таблиц. Объем приложений составляет 53 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В **общей характеристике** работы представлены связь работы с крупными научными программами и темами, задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту, личный вклад соискателя, апробация, опубликованность, структура диссертации.

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации, отмечены вопросы, нуждающиеся в изучении, отражено место диссертации среди других исследований по аналогичной тематике. Отмечена важность проблемы внедрения комбинированных энергосистем, использующих возобновляемые (нетрадиционные) источники энергии в сельских провинциях Вьетнама.

Глава 1 диссертации посвящена аналитическому обзору методов и технологий производства био- и гелиоэнергии, а также оценке состояния сырьевой базы биопродуктов Вьетнама. Выполнен анализ мирового энергопотребления и направлений развития энергетики Вьетнама. Показано, что Вьетнам после 2015 г. будет импортировать электрическую энергию и нефтяное топливо. Поэтому восполнение дефицита традиционной энергии может обеспечивать энергия, выработанная установками производства биогаза и гелиосистемами на местных биологических отходах сельскохозяйственного производства и отходах промышленности. Выполнены анализ и оценка потенциала возобновляемых (нетрадиционных) источников энергии и в соответствии с такой оценкой определены направления развития энергосистемы Вьетнама.

На основании выполненного анализа сформулированы цель и основные задачи исследования, обеспечивающие реализацию поставленной цели (проблемы, цели и задачи в виде структурно-логической схемы представлены на рисунке 1).

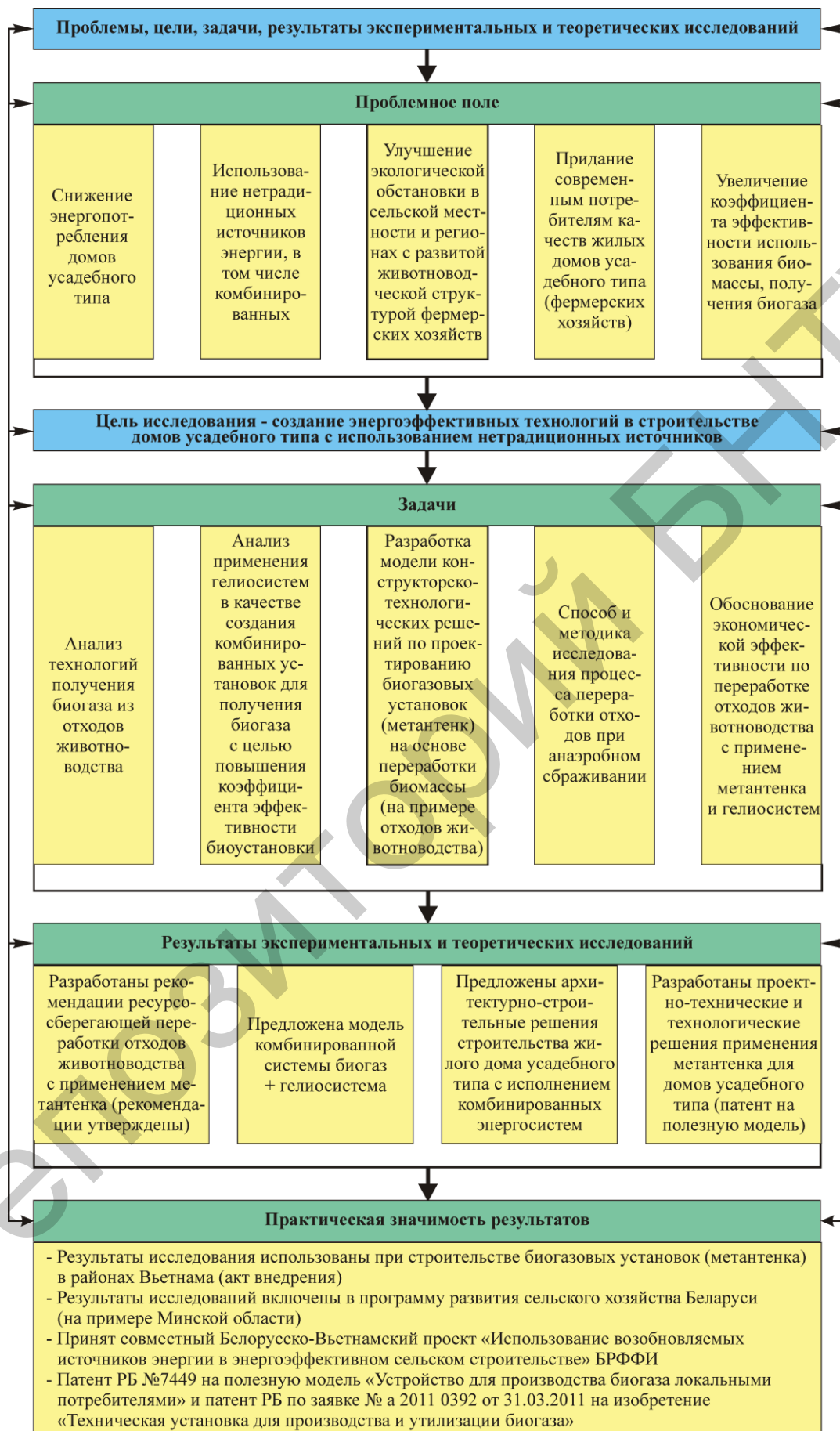
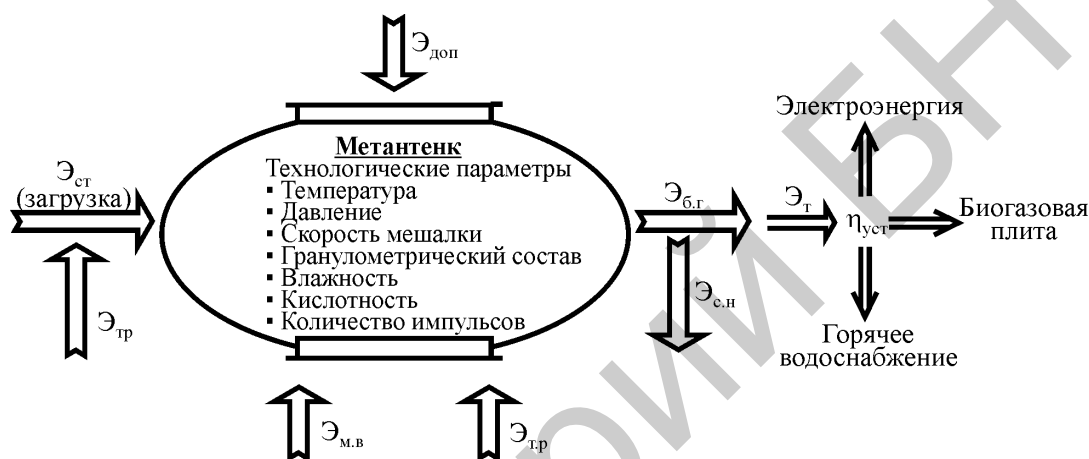


Рисунок 1 – Структурно-логическая схема диссертационной работы

В главе 2 рассматривается организационно-технологическая модель биогазовых технологий для энергообеспечения строительных сооружений усадебного типа, которая выполнена в соответствии с постановкой задачи исследования – создать и рекомендовать к промышленному внедрению работоспособную биосистему для климатических условий и сырьевой базы всех регионов Вьетнама.

Автором показано, что Вьетнам обладает хорошими климатическими условиями и богатой сырьевой базой для производства биогаза.

По технологии, структурная схема которой иллюстрирована рисунком 2, автором выполнен аналитическо-экспериментальный анализ данных, полученных на биогазовой установке (рисунок 3), которая запатентована в Республике Беларусь (совместная разработка автора, БНТУ и НЭИ ВАНТ).



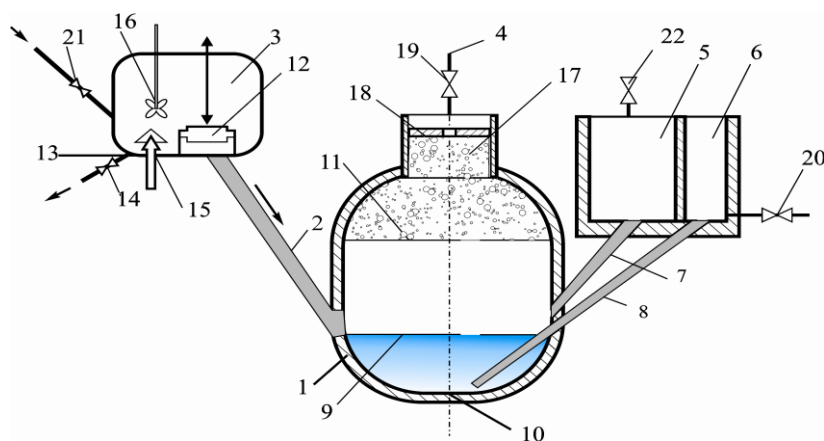
$\dot{E}_{ст}$ – потенциал энергии, заключенный в биомассе; $\dot{E}_{б.г}$ – энергия биогаза, выходящего из метантенка; $\dot{E}_{т}$ – полезная (товарная) энергия биогаза; $\dot{E}_{с.н}$ – энергия, расходуемая на собственные нужды; $\dot{E}_{тр}$ – то же на поддержание заданного температурного режима; $\dot{E}_{м.в}$ – энергия на создание заданных возмущений в метантенке; $\dot{E}_{тр}$ – затраты энергии на транспортирование биомассы; $\dot{E}_{доп}$ – дополнительная энергия, компенсирующая потери, направленные на собственные нужды (солнечная энергетика, ветроэнергетика, другие виды); $\eta_{уст}$ – коэффициент эффективности биоустановки

Рисунок 2 – Структурная схема энергетических потоков, проходящих через метантенк

Предполагаются проектные решения и методики расчетов для условий Вьетнама. При этом важной задачей для комплексной оценки энергетической эффективности работы биогазовой системы является определение коэффициента эффективности установки $\eta_{уст}$ выработанной энергии

$$\eta_{уст} = \frac{Q_{в\text{ых}}}{Q_{потенц}}, \quad (1)$$

где $Q_{в\text{ых}}$ – энергия на выходе (товарная), кДж/кг;
 $Q_{потенц}$ – потенциальная энергия, заключенная в биомассе, кДж/кг (определялась автором работы методом натурального эксперимента (анализа)).



1 – метантенк-газогенератор; 2 – трубопровод; 3 – навозоприемник; 4 – газопровод; 5 – пневмогидравлический демпфер; 6 – илоприемник; 7, 8 – всасывающие трубопроводы; 9, 10 – придонные зоны; 11 – рабочая камера; 12 – шибер; 13 – илоотстойник; 14, 19, 22 – автоматические клапаны; 15 – барботер; 16 – механическая мешалка; 17 – газовая камера; 18 – герметичная крышка; 20 – клапан открытия; 21 – входной клапан

Рисунок 3 – Схема установки для получения биогаза из биоотходов, запатентованная в Беларуси (разработка автора, БНТУ и НЭИ ВАНТ)

Результаты проведенных на базе НЭИ ВАНТ испытаний установки, представленной на рисунке 3, показали, что производство биогаза ускоряется в два раза. Промежуток времени с момента загрузки сырья до получения газа в достаточном количестве на 50–60 % меньше по сравнению с традиционными технологиями. В то же время воспроизводство микробов увеличивается от 10^5 – 10^6 до 10^7 – 10^8 ед., что благоприятно для получения газа, особенно метана. Коэффициент эффективности установки на 30–50 % больше по сравнению с известными технологиями. В условиях интенсивного развития агропромышленного комплекса предлагаемые технологии получения биогаза могут быть наиболее эффективными и рациональными.

Одна из основных составляющих эффекта состоит в том, что без дополнительных энергетических затрат можно получить экологически чистое высококачественное органическое удобрение и соответственно сократить энергоемкое производство минеральных удобрений. Попутно применение биогазовых установок дает возможность существенно улучшить экологическую обстановку вблизи крупных ферм и животноводческих комплексов, а также на территориях, куда в настоящее время удаляют отходы животноводства, снизить затраты на экологические платежи.

Много внимания уделено внедрению биогазовых установок в народное хозяйство Вьетнама в соответствии с проектом «Программа производства биогаза в интересах животноводства Вьетнама», который реализуется с 2003 г. на основе сотрудничества между Вьетнамом и Голландией. Задачей указанного проекта является развитие деревни путем использования биогазовых технологий, переработки отходов животноводства, производства экологически чистой и дешевой энергии для населения, создания дополнительных рабочих мест и сокращения использования ископаемых видов топлива, уменьшения вырубki лесов и снижения уровня выбросов парниковых газов.

По сравнению с имеющимися ныне биогазовыми технологиями новые технологии высокоэффективны при производстве газа быстрого разложения, позволяют уничтожать яйца глистов, способствуют охране окружающей среды. Отходы могут использоваться в качестве удобрения для выращивания риса и цветов.

По предварительным расчетам, ежемесячно экономия семьи на топливе составляет от 150000 до 200000 донгов (10 дол. США). Ежемесячная экономия на освещении и обогреве загона для свиней составила 50000 донгов (2,5 дол. США).

Таким образом, ежегодная экономия для семьи составляет около 3 млн донгов (150 дол. США). При этом следует учитывать такие факторы, как:

- изменения в жизни деревни;
- экологию окружающей среды в связи с отсутствием необходимости транспортировки отходов на свалки;
- защиту здоровья людей и создание нормативных микроклиматических условий для содержания домашнего скота;
- снижение затрат на лекарственные препараты для профилактики эпидемий и т. д.;
- снижение расходов на средства для уничтожения сельскохозяйственных вредителей и химические удобрения.

Глава 3 посвящена анализу развития солнечной энергетики Вьетнама.

Автором проведены наблюдения (натурные наблюдения совместно с НЭИ ВАНТ), характеризующие суммарную солнечную радиацию Северо-Восточного, Северо-Западного, Восточного, Южного регионов страны с целью обоснования и выбора (для промышленного внедрения) наиболее эффективной конструкции и технологической схемы гелиосистемы, для получения теплоносителя или электрической энергии. Показано, что только при применении более эффективного поглощающего покрытия (высокоселективного) в пасмурную погоду разница в эффективности работы солнечных коллекторов может достигать 40 % (рисунок 4).

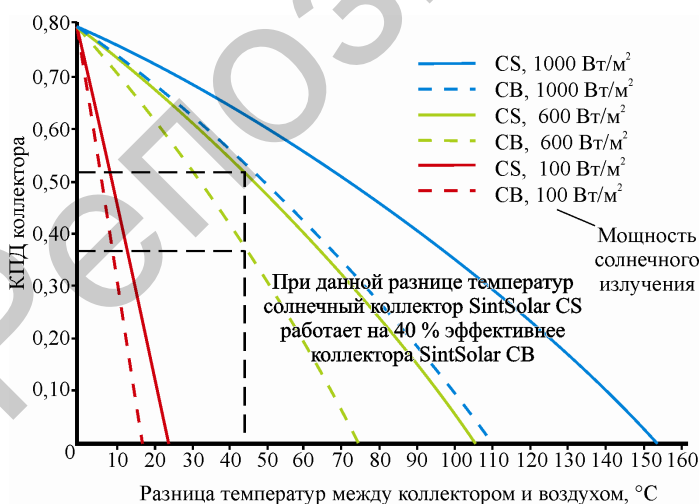


Рисунок 4 – Графики КПД гелиоколлекторов SintSolar CS (высокоселективное поглощающее покрытие поглощающей панели Sunselect) и SintSolar CB (поглощающее покрытие – селективная черная краска) в зависимости от мощности солнечного излучения (с учетом нелинейности)

Выполнены натурные эксперименты по оценке мощности гелиопанели (рисунок 5, таблица 1).

Таблица 1 – Результаты измерений выходной мощности станции солнечных батарей ВАНТ (типичный день в октябре 2010 г., рисунок 5)

Показатель	Панель 1 (Вт)	Панель 2 (Вт)	Панель 3 (Вт)	Общая мощность станций (Вт)
Мощность постоянного тока 24 Вт	1566	1475	1429	4470
Мощность переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В с отдачей в сеть	1380	1300	1260	3940
Заряжаемая мощность аккумуляторов и потери в системе	186	175	169	530

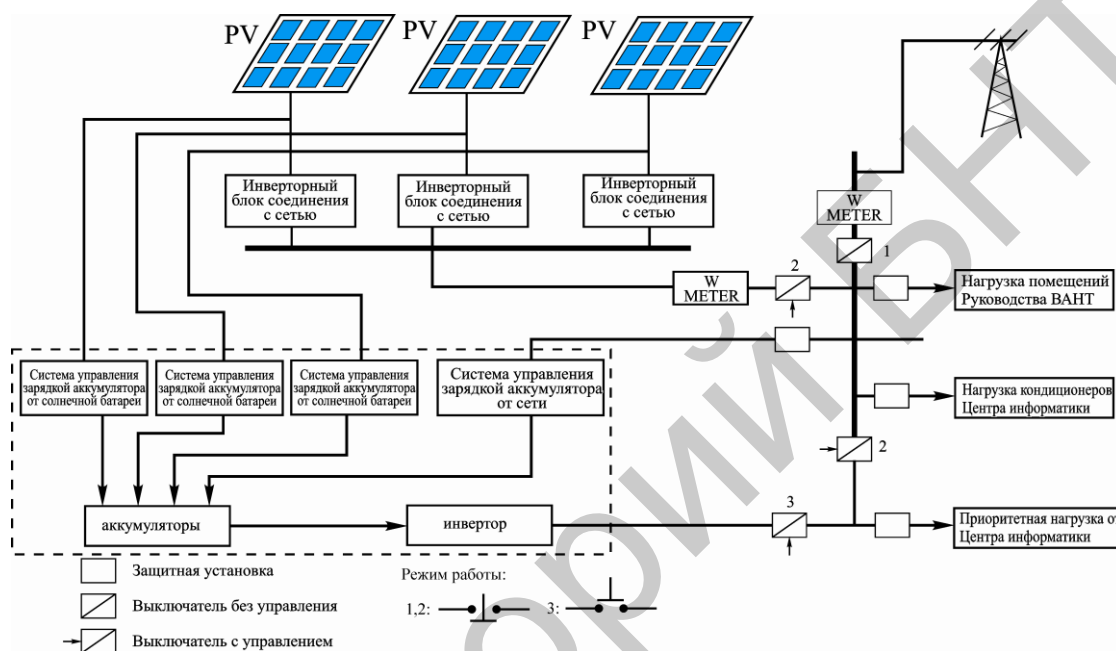


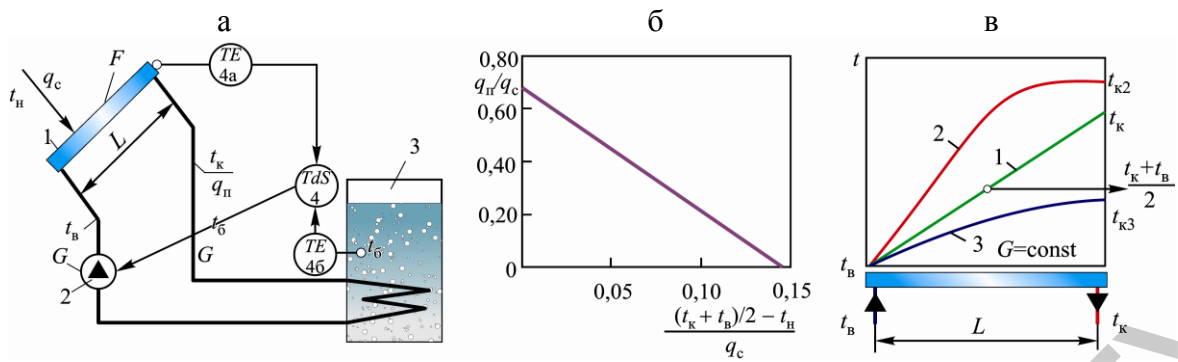
Рисунок 5 – Схема системы из трех гелиоблоков (общая мощность системы – три панели СЭ 6240 Вт-пик (по данным автора))

В работе выполнены экспериментальные исследования характеристик плоских гелиоколлекторов для систем теплоснабжения (рисунок 6) с целью получения их конкретных параметров и рекомендаций для внедрения в промышленное производство.

В домах усадебного типа солнечная энергия может использоваться на нужды горячего водоснабжения и отопления. Экономически целесообразными для отопления дома являются технологии «солнечной архитектуры», а для горячего водоснабжения – технологии водонагревательных гелиосистем. Эффективность гелиосистемы принято оценивать по эффективности работы гелиоколлектора

$$\frac{q_{\Pi}}{q_c} = f\left(\frac{(t_K + t_B)/2 - t_H}{q_c}\right), \quad (2)$$

где q_{Π} – теплопроизводительность коллектора, на 1 м^2 его площади, $\text{Вт}/\text{м}^2$;
 q_c – интенсивность поступающего солнечного излучения, $\text{Вт}/\text{м}^2$;
 t_H – температура охлаждающего гелиоколлектор «наружного» воздуха, $^{\circ}\text{C}$;
 t_B – то же теплоносителя на входе в гелиоколлектор, $^{\circ}\text{C}$;
 t_K – то же на выходе из гелиоколлектора, $^{\circ}\text{C}$.



1 – плоский гелиоколлектор; 2 – циркуляционный насос с постоянной скоростью вращения ротора; 3 – бак-аккумулятор; 4 – двухпозиционный регулятор перепада температуры; 4а, 4б – датчики температуры соответственно на выходе из гелиоколлектора и в баке-аккумуляторе; б – график эффективности гелиоколлектора; в – графики распределения температуры теплоносителя по длине панели

Рисунок 6 – Принципиальная схема геосистемы горячего водоснабжения

Экспериментальные исследования по определению характеристик плоских коллекторов были выполнены на экспериментальной установке, схема которой представлена на рисунке 7.

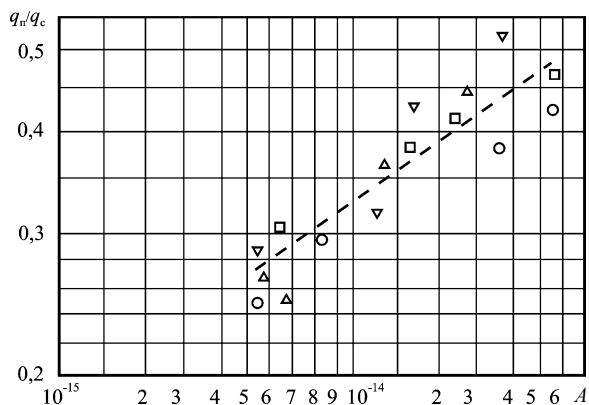
Для данной схемы и условий $q_{\pi} = f(q_c, \theta_n, \theta_k, G/(F\rho), \nu, \rho, L)$ получено уравнение, описывающее эффективность:

$$\eta_{\pi} = \frac{q_{\pi}}{q_c} = f\left(\frac{\theta_k (G/F)^2 \nu}{\theta_n q_c L^2}\right) = f(A). \quad (3)$$



Рисунок 7 – Схема лабораторной установки (по данным автора и БНТУ)

Уравнение (3) в отличие от (2) учитывает многие факторы, влияющие на η_{π} . Константа A была получена экспериментально и представлена на рисунке 8.



○	$t_H = 5\text{ }^\circ\text{C}$	$q_c = 580\text{ Вт/м}^2$	$G = 35\text{ кг/ч}$
△	$20\text{ }^\circ\text{C}$	270 Вт/м^2	35 кг/ч
□	$14\text{ }^\circ\text{C}$	580 Вт/м^2	25 кг/ч
▽	$25\text{ }^\circ\text{C}$	580 Вт/м^2	25 кг/ч

Рисунок 8 – Зависимость КПД коллектора от критерия A

Результаты исследования представлены на рисунке 9.

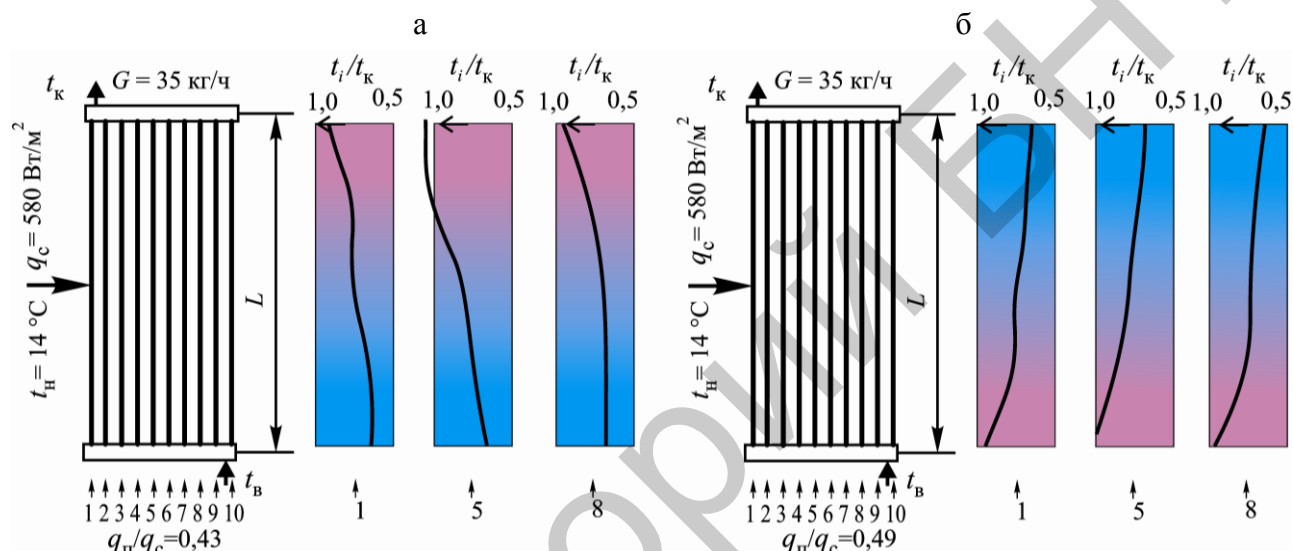


Рисунок 9 – Результаты экспериментального исследования по выявлению характера распределения температуры теплоносителя на трубках гелиоколлектора в зависимости от направления теплоносителя «снизу вверх» (а) и «сверху вниз» (б) (по данным автора и БНТУ)

Результаты эксперимента позволили рекомендовать плоскую гелиосистему (коллектор) к промышленному внедрению в ряде провинций Вьетнама.

В главе 4 дан анализ комбинированных систем (биогазовая и солнечная) в едином комплексе энергообеспечения жилых домов усадебного типа.

В системе производства биогаза, созданной на основе новой технологии, использованы многочисленные преимущества вьетнамской технологии по сравнению с известными системами, открывающие перспективы ее широкого и постоянного применения в сельских районах Вьетнама. Объем установок по сырью соответствует потребностям больших сельских семей, выращивающих небольшое количество домашнего скота. Преимущество такой установки – соответствие нормативно-техническому стабильному потоку сырья, интенсивный и простой процесс выработки газа. Семьи, занимающиеся разведением домашних животных (например, 10–50 свиней), могут самостоятельно построить и эксплуатировать такую установку.

Скорость анаэробного сбраживания зависит от температуры процесса. Репродуктивная способность микроорганизмов наблюдается при температуре 33–54 °С. С понижением температуры до 10 °С микробиологическая активность почти прекращается.

Время цикла сбраживания при температуре около 33 °С органических материалов (коровьего и свиного навоза) составляет около 30–60, соломы – 80–120, ботвы и травы – 20–50 сут. Время, в течение которого сырье находится в резервуаре брожения (время выдержки), принимаемое равным периоду наивысшей интенсивности выработки газа, – 75 % от продолжительности цикла сбраживания. Температура сырья, периодически поступающего в резервуар, значительно меньше оптимально требуемой. Для ускорения процесса брожения следует подводить теплоту к раствору брожения для увеличения его температуры, что ведет к сокращению продолжительности сбраживания и соответственно к повышению интенсивности выработки биогаза.

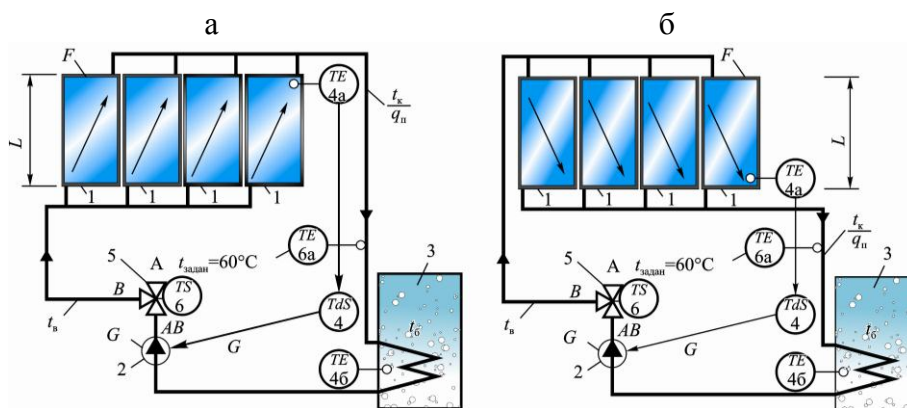
Энергия на подогрев биомассы является составляющей потока энергии, потребляемой на собственные нужды. Для создания и поддержания требуемой температуры биомассу следует нагревать с помощью, например, теплообменников, устройства тепловой рубашки в стенках камеры и т. д. Особенно важен подогрев в первые сутки цикла сбраживания, но в это время значительно снижается интенсивность выработки биогаза.

Проблема может решаться путем предварительного накопления биогаза в ресивере-газгольдере, что значительно усложняет технологию и удорожает всю систему в целом. Другой вариант – использование баков-аккумуляторов теплоты или иного источника теплоты. Наиболее рациональными являются технологии совмещения различных видов возобновляемых источников, например биогазовой и гелиосистемы с баком-аккумулятором (совместная разработка автора и БНТУ). Такой вариант способствует улучшению экологической обстановки и снижению потребления традиционных энергоресурсов. Подобные варианты сочетания биогазовой и гелиотехнической технологий имели место, но были характерны для крупных промышленных комплексов по переработке биомассы.

Задачу совмещения биогазовой и гелиотехнической технологий предлагаем решить путем использования гелиосистемы с полифункциональным безнапорным баком-аккумулятором, конструкция которого сочетает в себе бак-аккумулятор с температурным расслоением, теплообменник, расширительный бак-сосуд и гидравлический разделитель (гидравлическая стрелка).

Как правило, конструкция и объем бака рассчитаны на аккумуляцию теплоты на 2–4 сут. для подогрева метантенка. Бак – центральный энергетический элемент комбинированной системы. Он потребляет и аккумулирует теплоту от гелиосистемы и пикового котла и является источником теплоты для систем теплоснабжения и нагревания метантенка.

Проведенные исследования позволили разработать энергоэффективный вариант гелиосистемы для домов усадебного типа (рисунок 10).



а – при циркуляции теплоносителя «снизу вверх»; б – при циркуляции теплоносителя «сверху вниз»; 1 – плоский гелиоколлектор; 2 – циркуляционный насос с электронным управлением скоростью вращения ротора по перепаду давления; 3 – бак-аккумулятор; 4 – двухпозиционный регулятор перепада температуры; 4а, 4б – датчики температуры соответственно на выходе из гелиоколлектора и в баке-аккумуляторе; 5 – трехходовой термостатический клапан на разделении потоков; 6 – пропорциональный регулятор температуры прямого действия; 6а – жидкостный датчик температуры – термобаллон

Рисунок 10 – Предлагаемые к проектированию принципиальные схемы гелиосистем горячего водоснабжения для домов усадебного типа

В предлагаемых гелиосистемах (рисунок 10) учитывается конструкция плоского гелиоколлектора при выборе направления теплоносителя, а также обеспечивается температура теплоносителя не менее 60 °С при малой интенсивности излучения за счет пропорционального регулятора температуры прямого действия б и циркуляционного насоса с электронным управлением скоростью вращения ротора 2, реагирующего на дросселирующий эффект работы клапана 5. Данная схема легла в основу разработки тепловой схемы технологии совмещения биогазовой и гелиосистемы с полифункциональным баком-аккумулятором (рисунок 11).

Для полноты определения энергопотребления домов усадебного типа применяем известные программы для расчетов параметров схем и установок на примере оценки аккумуляции теплоты стеновой конструкции (как одного из типов ограждающих конструкций зданий и сооружений) при изменении погодных условий в течение суток, года (циклический процесс теплопроводности).

Потоки, поступающие с солнечной и биогазовой энергией к строительной конструкции жилого здания усадебного типа, а также потоки через стеновую конструкцию, представлены рисунком 12.

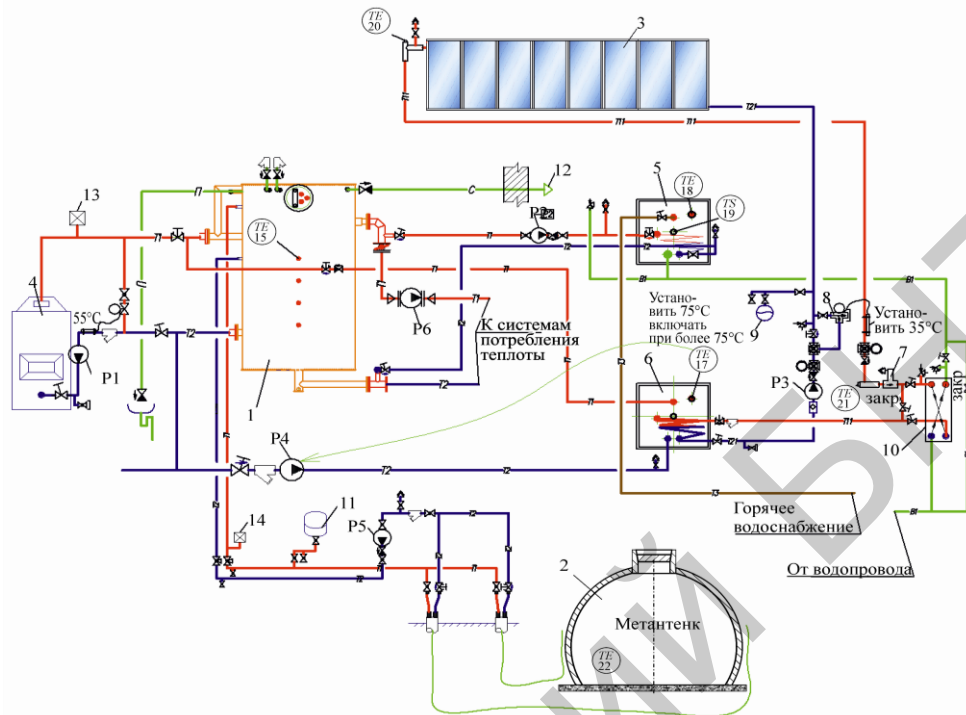
Решение задачи о нагреве – охлаждении при циклически изменяющейся температуре поверхностей ограждения представляет определенные трудности. Один из наиболее распространенных методов упрощенного решения задач теплопроводности через ограждающую конструкцию – численный метод конечных разностей (метод сеток).

Дифференциальное уравнение теплопроводности для однослойной стенки имеет вид

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}. \quad (4)$$

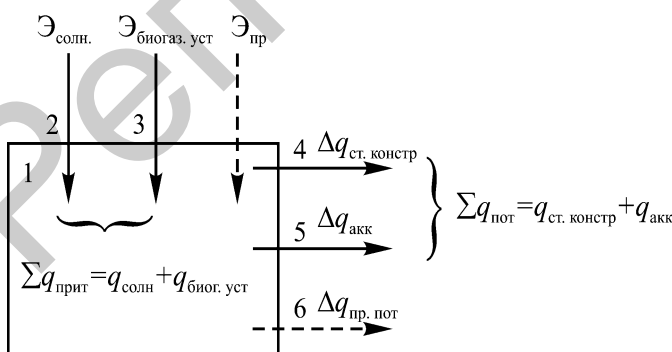
Условие, характеризующее геометрическую форму ограждения, следующее (рисунок 13):

$$0 \leq x < X. \quad (5)$$



- 1 – безнапорный бак-аккумулятор емкостью 3,5 м³; 2 – биогазовая установка; 3 – плоский гелиоколлектор общей площадью 16 м²; 4 – комбинированный водогрейный котел; 5 – горизонтальный бойлер горячего водоснабжения 500 л; 6 – горизонтальный бойлер 500 л гелиосистемы, соединенный с баком-аккумулятором; 7 – сепаратор воздуха гелиосистемы; 8 – термостатический клапан на разделении потоков с пропорциональным регулятором температуры прямого действия; 9, 11 – расширительные баки; 10 – теплообменник гелиосистемы; 12 – свечная труба сброса пара; 13, 14 – группы безопасности; 15–22 – датчики температуры; P1–P6 – циркуляционные насосы

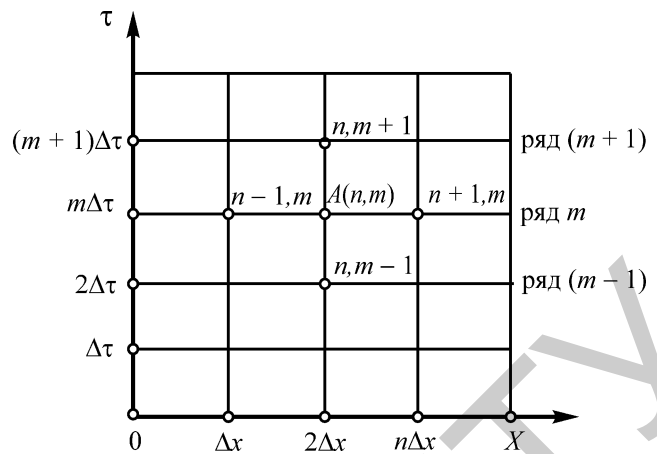
Рисунок 11 – Схема технологии совмещения биогазовой и гелиосистемы с полифункциональным баком-аккумулятором (совместная разработка автора и БНТУ)



- 1 – объект (строительный) усадебного типа; 2 – приток энергии за счет гелиоустановки для жизнеобеспечения объекта 1; 3 – то же, что и 2, но за счет использования биогаза; 4 – потери энергии $\Sigma q_{\text{прит}}$ через стеновую конструкцию; 5 – дополнительные потери через стеновую конструкцию объекта усадебного типа при условии, что $\Delta q_{\text{ст. констр}} \rightarrow \text{var}$; 6 – прочие потери строительного объекта усадебного типа

Рисунок 12 – Распределение потоков энергии $\Sigma q_{\text{прит}}$ и потерь $\Sigma q_{\text{пот}}$ стеновой конструкции дома усадебного типа

Так как функция $t(x, \tau)$ зависит от двух переменных x и τ , поэтому применим метод с использованием прямоугольной сетки (рисунок 13). По оси абсцисс откладываем отрезок длиной X (толщина ограждения), который делится на малые отрезки Δx . По оси ординат откладываем отрезки, пропорциональные интервалам времени $\Delta \tau$. Проведя через узлы на координатных осях прямые, параллельные этим осям, получаем прямоугольную сетку.



**Рисунок 13 – Сетка
прямоугольного типа**

Температуру в узлах, находящихся на осях координат и прямой, отстоящей от начала координат на расстоянии X , записываем исходя из начального и граничных условий.

Обозначим истинную температуру в точке стенки с координатой $n\Delta x$ в момент времени $m\Delta \tau$ через $t_{n,m}$ буквой n – порядковый номер слоя (считая от начала координат), а буквой m – номер отрезка от начального момента времени $\Delta \tau$.

Частные производные в выбранной точке заменим через разностные отношения:

$$\frac{\partial t_{n,m}}{\partial \tau} \approx a \left(\frac{t_{n,m+1} - t_{n,m}}{\Delta \tau} \right); \quad (6) \quad \frac{\partial^2 t_{n,m}}{\partial x^2} \approx \frac{t_{n-1,m} + t_{n+1,m} - 2t_{n,m}}{(\Delta x)^2}. \quad (7)$$

Тогда дифференциальное уравнение для узла A (рисунок 13) заменится соотношением

$$\frac{t_{n,m+1} - t_{n,m}}{\Delta \tau} = a \left(\frac{t_{n-1,m} + t_{n+1,m} - 2t_{n,m}}{(\Delta x)^2} \right) \quad (8)$$

или
$$t_{n,m+1} = \left(1 - \frac{2a\Delta \tau}{(\Delta x)^2} \right) t_{n,m} + \frac{a\Delta \tau}{(\Delta x)^2} (t_{n-1,m} + t_{n+1,m}). \quad (9)$$

Формулу (9) можно записать в виде, если $\Delta \tau = (\Delta x)^2/2a$:

$$t_{n,m+1} = \frac{t_{n-1,m} + t_{n+1,m}}{2}; \quad (10) \quad t_{n,m} = \frac{t_{n+1,m-1} + t_{n-1,m-1}}{2}. \quad (11)$$

В главе 5 рассматриваются вопросы структуризации энергетических ресурсов и стратегии развития энергетической отрасли Вьетнама.

Энергетическая система Вьетнама сегодня состоит из трех основных частей: угольная отрасль (разведка, разработка и использование угля); нефтегазовая отрасль (разведка, добыча, переработка и использование нефти и газа); электроэнергетика (электросистема). Другие виды энергии находятся в стадии развития

либо не имеют достойного значения: возобновляемая энергия (ветра, солнца, биомассы, геотермальная), атомная энергия и др.

Вьетнам сегодня вырабатывает комплексную стратегию развития источников возобновляемой энергии и только лишь вступил в период разработки соответствующей политики. Планируется, что во Вьетнаме доля источников возобновляемой энергии в общем объеме производимой энергии составит 3 % в 2011 г. и 6 % в 2030-м. Эта доля ниже по сравнению с аналогичным показателем в других странах. Практическое использование во Вьетнаме с 1980-х гг. до настоящего времени различных видов возобновляемой энергии, таких как энергия ветра, солнца, воды, биогаза и биомассы, показало, что только лишь некоторые виды энергии могут производиться промышленным способом: гидроэнергия, биогаз, частично ветряная и солнечная энергия. Остальные виды энергии по многим причинам, как, например, высокая стоимость оборудования по сравнению с низкими доходами населения, невысокий уровень доверия к оборудованию, неудобная эксплуатация или низкая эффективность, используются ограниченным количеством семей.

Именно поэтому Министерство промышленности и торговли Вьетнама готовит общий план развития национальной энергетики Вьетнама на период до 2030 г., в котором подчеркивает важнейшие задачи:

- повышение доли новых видов энергии и возобновляемой энергии в общем объеме коммерческой энергии до 5 % в 2020 г. и до 11 % в 2050 г. Полное выполнение программы обеспечения энергией сельской местности и горных районов. К 2020 г. довести до 80 % количество сельских семей, использующих для приготовления пищи коммерческую энергию и полностью обеспечить сельское население электроэнергией;

- определение целей, разработка долгосрочных стандартов охраны окружающей среды в соответствии с аналогичными региональными и мировыми стандартами и экономическими условиями Вьетнама. Контроль и уменьшение негативных последствий загрязнения окружающей среды в результате деятельности энергетических отраслей: к 2015 г. все энергетические предприятия должны отвечать стандартам охраны окружающей среды.

Если включить в расчеты некоммерческую энергию биомассы, то удельный вес возобновляемой энергии (ВЭ) составит 3–4 % от общего объема ее потребления в 2020–2030 гг. (таблица 2).

Таблица 2 – Прогноз использования возобновляемой энергии

Показатель	2010 г.	2020 г.	2030 г.
Производство электроэнергии источниками ВЭ (без учета гидроэлектроэнергии)			
% от общего производства электроэнергии	2,0	3,0	3,5–4,0
Производство электричества, млрд кВт·ч	1,8	6,5	15–16
Планируемые инвестиции, млрд дол. США	+(0,8–0,9)	+(5,5–6,0)	+(9–11)
Использование ВЭ, в общем (без учета энергии биомассы)			
% от поставляемой энергии	2,5	3,0	4,0
Итого: ВЭ, млрд ТОЕ	1,8	2,4	4–5

Выполненная структуризация показывает, что возможности разработки источников первичной энергии внутри страны постоянно опережают потребности и в период до 2015 г. имеют экспортные тенденции. При среднем варианте развития предполагается дефицит около 53 млн ТОЕ в 2020 г., который возрастет до 143 млн ТОЕ в 2030 г., и, как становится очевидным, без новых дополнительных источников энергии доля импортной энергии составит 36 % в 2020 г., 57 % – в 2030 г. и будет продолжать расти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты работы

Обобщен и проанализирован обширный экспериментальный и аналитический материал по производству биотоплива и созданию энергоэффективных биогазовой и комбинированных биогелиосистем, что позволило сформулировать следующие выводы по результатам исследований.

1. Разработана и внедрена конструкторско-технологическая модель метантенка для получения биогаза на основе отходов от животноводческого производства [1, 13, 14].

2. Обобщены и реализуются расчетно-экспериментально-натурные исследования, которые прошли промышленную апробацию в сельскохозяйственных районах (провинциях) Вьетнама: биогазовая установка емкостью 10 м³ (на конструкцию, обеспечивающую энергией дом усадебного типа, получен патент № 7449). Разработка конструкции выполнена по материалам опытно-аналитических исследований автора работы (коэффициент эффективности установки $\eta \sim 0,5-0,6$) [1, 13, 14].

3. Разработаны и внедрены рекомендации по устройству, расчету, проектированию и эксплуатации биогазовой установки (метантенк) на основе отходов животноводческого производства [1].

4. Для сельских районов (провинций) Вьетнама обоснованы и предложены архитектурно-строительные решения жилого дома усадебного типа с энергообеспечением от комбинированных возобновляемых источников энергии (биогазовые установки и гелиопанели) [1, 3].

5. На базе натурных исследований даны анализ в условиях Вьетнама эффективности масштабного применения гелиосистем, а также рекомендации, в результате которых для промышленного использования принята плоская с автоматической ориентацией гелиопанель с высоким КПД порядка $\sim 0,4-0,5$ [2, 3].

6. Автором совместно с НЭИ ВАНТ (Научный энергетический институт Вьетнамской академии наук и технологий) рассчитаны, физико-математически обоснованы, экспериментально апробированы и внедряются устройства для энергообеспечения жилых домов усадебного типа плоская гелиосистема [3].

7. Проведены натурно-экспериментальные исследования, сделан аналитический анализ их результатов для провинций Вьетнама в области генерации биогаза (местная сырьевая база, климатические и погодные условия и др.) и использования для энерго-, тепло-, хладофункционирования жилых домов усадебного типа. [1, 4].

8. Предложена к промышленному внедрению комбинированная система энергоснабжения с использованием биогазовой и комбинированных биогелиосистем жилого комплекса усадебного типа в рамках Государственной программы «План развития энергетики Вьетнама на 2006–2015 гг. и прогноз до 2020 г.» [1, 3, 5].

9. Предложена методика машинного расчета (по разработанной автором программе) параметров системы энергообеспечения, позволяющая оценить потери теплоты при флюктуациях погодных условий в течение суток [1, 3].

Ряд разработок автора включены в государственные программы по строительству домов усадебного типа с энергоэффективными технологиями с использованием нетрадиционных источников энергии, внедрены на практике, что позволило снизить затраты энергии от традиционных источников.

Рекомендации по практическому использованию результатов

К практическому использованию в промышленном масштабе предлагаются:

1. Технологии генерации биогазовой и солнечной энергии для условий Вьетнама, разработанные автором исследования.

2. Оборудование (плоский солнечный коллектор и станция генерации искусственного газа на местном биосырье), разработанное соискателем совместно с НЭИ ВАНТ.

3. Материалы наблюдений и их анализ, касающийся погодных условий и характеристик внедряемых в промышленное производство систем энергообеспечения.

4. Методики расчета термодинамических, геометрических характеристик оборудования комбинированных систем энергообеспечения домов усадебного типа, а также теплопотерь через ограждающую конструкцию.

5. Рекомендации по расчету проектирования, строительству и применению метантенка для получения биогаза.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, включенных в перечень ВАК Беларуси

1. Нгуен Тху Нга. К вопросу применения биогазовых установок: организационно-технологическая модель / Нгуен Тху Нга // Вестник БНТУ. – 2011. – № 2. – С. 75–82.

2. Хрусталева, Б. М. Климатические условия Вьетнама и потенциал нетрадиционных источников энергии / Б. М. Хрусталева, Нго Туан Киет, Нгуен Тху Нга // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2009. – № 6. – С. 31–35.

3. К вопросу проектирования водонагревательных гелиосистем с плоскими коллекторами для домов усадебного типа / Б. М. Хрусталева [и др.] // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2011. – № 4. – С. 32–39.

4. Нго Туан Киет. Обзор современного положения и тенденций развития энергетической системы Вьетнама / Нго Туан Киет, Нгуен Тху Нга // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2009. – № 2. – С. 66–70.

5. Нгуен Тху Нга. Структуризация энергетических ресурсов и стратегия развития энергетической отрасли Вьетнама / Нгуен Тху Нга // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2011. – № 5. – С. 65–74.

Статьи в научных сборниках материалов конференций

6. Nguyen Thuy Nga. Building model of energy database supporting research and development of Vietnamese energy system. The first International conference SED-2008 «Sustainable energy development: Sustainable energy developmental models and energy security, new and renewable energy, conservation of energy». Hanoi, Vietnam, 13–15 November 2008. – P. 114–118.

7. Ngo Tuan Kiet, Hoang Hong Viet, Nguyen Thuy Nga. Discussion energy production solution and providing for development society economy of mountainous region using local fuel resource. The first International conference SED-2008 «Sustainable energy development: Sustainable energy developmental models and energy security, new and renewable energy, conservation of energy». Hanoi, Vietnam, 13–15 November 2008. – P. 289–294.

8. Nguyễn Thúy Nga, Vũ Minh Pháp, Lê Quang Sáng. Mô hình kết hợp biogas và thủy điện nhỏ cung cấp năng lượng cho các hộ gia đình ở khu vực vùng cao ngoài lưới điện quốc gia thuộc các tỉnh Tây Bắc. Tuyển tập Hội nghị Ứng dụng Khoa học và công nghệ phục vụ phát triển kinh tế – xã hội các tỉnh miền núi Tây Bắc. Sơn La, Việt Nam, 20–22/5/2010. – Tr. 105–115.

9. Ngo Tuan Kiet, Nguyen Thuy Nga, Vu Minh Phap. Renewable energy development in Vietnam – Potential and trend. The second VAST-ISTK workshop on scientific cooperation. Hanoi 17–18 December 2009. – P. 134–145.

10. Nguyễn Thúy Nga, Nguyễn Thị Mai Anh, Vũ Minh Pháp, Trương Nguyễn Tường Ân. Xử lý phế phụ phẩm sản xuất và chế biến rau quả tạo khí sinh học ở Việt Nam - tiềm năng và triển vọng. Hội nghị khoa học quốc tế về phát triển năng lượng bền vững lần thứ 2, Hà Nội 14–15/11/2011. – Tr. 347–353.

11. Nguyễn Thúy Nga, Phạm Văn Duy, Nguyễn Hải Bắc. Nghiên cứu hoàn thiện cấu trúc công nghệ hệ thống sản xuất khí sinh học sử dụng chất thải chăn nuôi hộ gia đình và phần mềm tính toán thiết kế các thông số kỹ thuật. Hội nghị khoa học quốc tế về phát triển năng lượng bền vững lần thứ 2, Hà Nội 14–15/11/2011. – Tr. 382–391.

12. Dương Duy Hoạt, Ngô Tuấn Kiệt, Nguyễn Thúy Nga. Phát triển năng lượng tái tạo ở Việt Nam – Hiện trạng và triển vọng. Hội nghị khoa học quốc tế về phát triển năng lượng bền vững lần thứ 2, Hà Nội 14–15/11/2011. – Tr. 259–269.

Патенты на изобретения

13. Устройство для производства биогаза локальным потребителям: пат. № 7449 от 18.04.2011 / Б. М. Хрусталеv, Нгуен Тху Нга, Чан Кхан Туэн, В. Д. Сизов; заявитель Бел. национ. техн. ун-т. – № u 20110231; заявл. 31.03.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 4. – С. 154–155.

14. Техническая установка для производства и утилизации биогаза: решение Нац. центра интеллектуал. собственности от 06.12.2011 о выдаче патента на изобретение Респ. Беларусь / Б. М. Хрусталеv, Нгуен Тху Нга, Чан Кхан Туэн, В. Д. Сизов; заявитель Бел. национ. техн. ун-т. – № a 20110392; заявл. 31.03.2011.

РЭЗЮМЭ

Нгуен Тху Нга

Энергаэфектыўныя тэхналогіі ў сельскім будаўніцтве
з выкарыстаннем нетрадыцыйных крыніц энергіі
(Сістэмы. Канструкцыі. Прымяненне на прыкладзе В'етнама)

Ключавыя словы: біягазавая ўстаноўка, сонечны калектар, эфектыўнасць энергавыкарыстання біягазавай і камбінаваных біягеліясістэм, тэхналогія.

Аб'ект даследавання: фермерскія гаспадаркі, якія ўключаюць дамы сядзібнага тыпу, і жывёлагадоўчыя гаспадаркі.

Прадмет даследавання: распрацоўка тэхналогій атрымання біягазу з адходаў жывёлагадоўлі і праектаванне камбінаваных энергаэфектыўных сістэм на аснове біягазавай вытворчасці і сонечнай энергіі.

Мэта працы: распрацоўка навучных асноў канструктарска-тэхналагічнай мадэлі атрымання біягазу і схемы энергазабеспячэння жылога дома сядзібнага тыпу ў сельскай мясцовасці за кошт біягазавай і камбінаваных біягеліясістэм; распрацоўка біяўстаноўкі і плоскага геліякалектара, прыгодных для прамысловага ўкаранення ва ўмовах В'етнама.

Метады даследавання і апаратура: мадэляванне, метады сетак, лабараторны і прамысловы эксперымент, метады матэматычнай статыстыкі з выкарыстаннем сучаснага праграмнага забеспячэння. Прапанавана матэматычная мадэль ацэнкі цепластратаў сцэнавай канструкцыі пры цыклічнай змене патоку цеплыні. Пры выкананні эксперыменту выкарыстоўваліся абсталяванне і прыборы, якія дазваляюць вызначыць час, магутнасць, расход кропельных і газападобных вадкасцей.

Атрыманыя вынікі:

– распрацавана канструктарска-тэхналагічная мадэль метатэнка для атрымання біягазу на аснове адходаў ад жывёлагадоўчай вытворчасці;

– дадзены аналіз эфектыўнасці маштабнага прымянення для В'етнама геліясістэм, прапанаваны рашэнні жылога дома сядзібнага тыпу з энергазабеспячэннем ад камбінаваных аднаўляемых крыніц.

Рэкамендацыі па выкарыстанню: да практычнага выкарыстання ў прамысловым маштабе прапаноўваюцца тэхналогіі генерацыі энергіі біягазу і сонечнай энергіі, абсталяванне (плоскі сонечны калектар і станцыя генерацыі штучнага газу на мясцовай біясыравіне), метадыкі разліку тэрмафізічных, геаметрычных характарыстык абсталявання камбінаваных сістэм энергазабеспячэння дамоў сядзібнага тыпу, разліку цеплатэхнічных параметраў агараджальных канструкцый.

РЕЗЮМЕ

Нгуен Тху Нга

Энергоэффективные технологии в сельском строительстве с использованием, нетрадиционных источников энергии (Системы. Конструкции. Применение на примере Вьетнама)

Ключевые слова: биогазовая установка, солнечный коллектор, эффективность энергоиспользования биогазовой и комбинированных биогелиосистем, технология.

Объект исследования: фермерские хозяйства, включающие дома усадебного типа, и животноводческие хозяйства.

Предмет исследования: разработка технологий получения биогаза из отходов животноводства и проектирование комбинированных энергоэффективных систем на основе биогазового производства и солнечной энергии.

Цель работы: разработка научных основ конструкторско-технологической модели получения биогаза и схемы энергообеспечения жилого дома усадебного типа в сельской местности за счет биогазовой и комбинированных биогелиосистем; разработка биоустановки и плоского гелиоколлектора, пригодных к промышленному внедрению в условиях Вьетнама.

Методы исследования и аппаратура: моделирование, метод сеток, лабораторный и промышленный эксперимент, методы математической статистики с использованием современного программного обеспечения. Предложена математическая модель оценки теплопотерь стеновой конструкции при циклическом изменении потока теплоты. При выполнении эксперимента использовались оборудование и приборы, позволяющие определять время, мощность, расход капельных и газообразных жидкостей.

Полученные результаты:

– разработана конструкторско-технологическая модель метантенка для получения биогаза на основе отходов от животноводческого производства;

– дан анализ эффективности масштабного применения для условий Вьетнама гелиосистем, предложены решения жилого дома усадебного типа с энергообеспечением от комбинированных возобновляемых источников.

Рекомендации по использованию: к практическому использованию в промышленном масштабе предлагаются технологии генерации энергии биогаза и солнца, оборудование (плоский солнечный коллектор и станция генерации искусственного газа на местном биосырье), методики расчета термодинамических, геометрических характеристик оборудования комбинированных систем энергообеспечения домов усадебного типа, расчета теплотехнических параметров ограждающих конструкций.

SUMMARY

Nguyen Thuy Nga

Energy Efficient Technologies in Agricultural Construction While
Using Non-Conventional Power Sources
(Systems. Structures. Their Application in Vietnam)

Keywords: biogas unit, solar panel, power efficiency of biogas unit and combined bio- and helio-units, technology.

Object of Investigations: farm enterprises including farmstead-like dwelling houses and animal farming enterprises

Subject of Investigations: development of technologies for obtaining biogas from animal breeding wastes and designing of combined energy-efficient systems on the basis of biogas production and solar energy.

Work Objective: development of scientific principles pertaining to a design-technological model for obtaining biogas and scheme that ensure power supply of a farmstead-like dwelling house in a rural area on the basis of a biogas unit and combined bio- and helio-units; to develop a biogas unit and a flat helio-collector which are ready to be introduced in industrial application in Vietnam.

Methods of Investigations and Equipment: simulation, grid method, laboratory and industrial experiments, methods of mathematical statistics while using up-to-date software. A mathematical model is proposed to evaluate heat losses of a wall structure with cyclic change of heat flow. While carrying experiments equipment and devices have been used to determine time, power, expenditure of dropping and gaseous liquid.

The obtained results:

– a design-technological model of methantank for obtaining biogas on the basis of animal breeding wastes has been developed in the paper;

– an analysis of the efficient helio-system application in Vietnam, proposals pertaining to power supply of a farmstead-like dwelling house with the help of combined renewable sources are given in the paper.

Recommendations on application: technologies for generation of biogas and solar energy, equipment (flat solar panel and plant for generating artificial gas on the basis of local bio-material), methodology for calculation of thermal and physical, geometric parameters of the combined system equipment providing power supply to farmstead-like dwelling houses, calculation of thermo-technical parameters of walling structures are proposed for practical application in industry.