

**БУРКОВ ДМИТРИЙ АЛЬБЕРТОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПО ВОСТОЧНО-  
КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Специальность 6N0717 – Теплоэнергетика

Диссертация  
на соискание ученой степени  
магистра

Научный руководитель  
кандидат физико-математических наук,  
доцент Ердыбаева Н.К.

Республика Казахстан  
Усть-Каменогорск  
2010

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность работы.**

Использование энергосберегающих технологий в Республике Казахстан является одной из самых серьезных задач науки и техники. Этим и вызван повышенный интерес к проблеме поиска альтернативной системы индивидуального теплоснабжения, отвечающей современным требованиям к ее качественным показателям и надежности.

Проведенные в работе исследования по разработке альтернативной системы теплоснабжения проектируемого объекта являются важной научно-технической задачей. В связи с этим не вызывает сомнений актуальность темы диссертации.

### **Связь темы диссертации с государственными программами и с планом работы института.**

Работа выполнялась в соответствии с научной программой Восточно-Казахстанского государственного технического университета.

**Целью работы** является разработка системы теплоснабжения с применением энергосберегающих технологий, которая повысит качество и эффективность индивидуального теплоснабжения.

**Идея работы** заключается в использовании в качестве теплогенераторов установок, работающих в режиме максимально возможного преобразования первичной энергии в тепловую, а также использовать в качестве источников первичной энергии ВИЭ.

**Методы исследования** основывались на методиках расчета тепловых потерь зданий и сооружений, а также на методиках основных тепловых и гидравлических расчетов. Проводились заводские испытания тепловых насосов на базе технопарка «Алтай»

### **Основные научные положения и результаты исследований, выносимые на защиту**

- показано эффективность использования тепловых насосов в природно-климатических условиях Восточно-Казахстанской области в сочетании с другими технологиями использования возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой, биоэнергии);
- разработана энергоэффективная схема индивидуального автономного теплоснабжения. В качестве теплогенератора применяется тепловой насос типа вода-вода GSHP-400P, в качестве источника первичной энергии - комплекс ветрогенераторов (9 ед.) с номинальной выходной мощностью 180 кВт и фотоэлектрических модулей той же выходной мощности;
- проведены расчеты тепловых потерь и гидравлические расчеты системы водяного отопления проектируемого жилого комплекса «Зеленая долина», состоящего из 10 однотипных жилых двухэтажных зданий;
- выполнен расчет низкопотенциального источника теплоты для теплового насоса – система скважин;
- проведены заводские испытания тепловых насосов на базе технопарка «Алтай», в ходе которых подтверждены данные о возможности их

использования в качестве теплогенераторов в Восточно-Казахстанской области;

- рассчитаны удельная себестоимость на производство энергии 1кВт электрической энергии, которая составляет 8,3тг/кВт, вырабатываемой ВЭУ и фотоэлектрическими модулями. А также стоимость производства тепловой энергии - 3685тг/Гкал. Срок окупаемости данной системы составляет 9,8 лет.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений, приведенных в диссертации, подтверждается:**

– доказательной базой исходных посылок, вытекающих из фундаментальных законов естественных наук и основ теории тепломассообмена;

**Научная новизна** работы состоит в следующем:

– разработана система индивидуального теплоснабжения, включающая в себя комплекс альтернативных источников энергии;

– разработана надежная энергоэффективная схема автономного теплоснабжения индивидуально для жилого комплекса «Зеленая долина» Восточно-Казахстанской области;

– проведены заводские испытания тепловых насосов на базе технопарка «Алтай», в ходе которых подтверждены данные о возможности их использования в качестве теплогенераторов в Восточно-Казахстанской области.

**Публикации.** По результатам проведенных исследований опубликована научная статья «Тепловые насосные установки как альтернатива централизованному теплоснабжению»

**Структура и объем работы.** Работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и приложений. Основной текст изложен на 91 странице, диссертация содержит 19 рисунков, 18 таблиц, список использованных источников включает 71 наименование.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В магистерской диссертации дано решение научно-технической задачи - эффективной схемы децентрализованного теплоснабжения жилого комплекса «Зеленая долина» Восточно-Казахстанской области.

Основные результаты работы состоят в следующем:

1. Сделан литературный обзор, который показал, что в настоящее время в РК выражена слабая тенденция применения энергетического оборудования, работающего на возобновляемых источниках энергии, использование которых позволило бы решить целый комплекс вопросов, связанных с энергосбережением.
2. Для достижения максимальной эффективности применения ВИЭ в ВКО необходимо комплексное их использование.
3. Проведены расчеты тепловых потерь и гидравлические расчеты системы водяного отопления проектируемого жилого комплекса «Зеленая долина», состоящего из 10 однотипных жилых двухэтажных

зданий, на основе которых дано резюме о необходимости применения двухтрубной водяной системы отопления.

4. Предложена энергоэффективная схема теплоснабжения на основе теплонасосных установок, работающих сопряжено с ветроэлектрическими установками и фотоэлектрическими модулями
5. Выбран и рассчитан наиболее стабильный источник низкопотенциальной теплоты – система скважин
6. Использование ТН в качестве теплогенераторов для теплоснабжения в природно-климатических условиях ВКО является целесообразным
7. Для эффективной работы ТН температура источника низкопотенциальной теплоты не должна быть ниже  $+4^{\circ}\text{C}$
8. Наиболее высокий коэффициент преобразования ТН наблюдается при значении температуры на выходе из конденсатора  $+65^{\circ}\text{C}$ . Внедрение ВИЭ для снабжения различными видами энергии является капиталоемким, но экономически целесообразным мероприятием.
9. Срок окупаемости предложенной системы теплоснабжения составляет 9,8 лет.
10. Стоимость 1 кВт электроэнергии, вырабатываемой КЭУ составляет 8,3 тг/кВт
11. Стоимость 1 Гкал тепловой энергии, вырабатываемой тепловым насосом составляет 3685 тг/Гкал

## КІРІСПЕ

### **Жұмыстың өзектілігі.**

Қазақстан Республикасындағы энергияны сақтау технологияларын қолдану, ғылыми және техникалық бағыттарының маңызды бір бөлігі болып табылады. Бұл жеке жылумен жабдықтау жүйесінің талғаулы жолдарын іздестіруін оның сапалық көрсеткіштеріне және қазіргі сенімділік талаптарына сәйкес келетін мәселеге үлкен мүдде артқан. Жобаланатын объектінің жылумен жабдықталуын, талғаулы жүйесінің өңдеуі бойынша өткізілген зерттеу жұмыстары, маңызды ғылыми-техникалық есеп болып табылады. Диссертация тақырыбының өзектілігі осыған байланысты шектендірлер емес.

### **Диссертация тақырыбының мемлекеттік программалармен байланысы және институттың жұмыс жоспарымен байланысы.**

Бұл жұмыс Шығыс - Қазақстан мемлекеттік техникалық университеттің ғылыми программасына сәйкес орындалады.

**Жұмыс мақсаты** жеке жылумен жабдықтау жүйелерін жобалау және энергия сақтандыру технологияларының, жоғарғы сападағы тиімділігін көбейту болып табылады.

**Жұмыс идеясы** жылу генераторлар қондырғыларын қолдану және максималды режимде басты энергияны жылу энергиясына айландыру, оны бастапқы энергия көзі ретінде қолдану.

**Зерттеу әдістері** негізгі есептеу әдістемесі ғимараттар мен құрылғылардың жылуды жоғалтуы мен жылу және гидравликалық есептеулері негізінде, «Алтай» технопаркінің базасында, зауоттық шарттар негізінде жылулық насостары сынақтардан өтті.

### **Негізгі ғылыми жағдайлар және олардың зерттеулерінің, қорғауға шығарылатын нәтижелері**

- жылу насостарын қолдануының нәтижесінде көрсетілген табиғи - климаттық үйлестіруде Шығыс - Қазақстандық аймақ шарттарында энергияның жаңармалы түптектерінің қолдануынан басқа технологиялар (күнгей , жел , биоэнергии);
- автономиялық дара жылулық энергиясымен қамтамасыз етуге өңделген тиімді схемасы . Теплогенератор ретінде қолданылатын жылулық насос GSHP-400P, алғашқы энергия түптегі ретінде - желгенераторлар комплексі (9 ед .) номиналды шығу қуаттылығы 180 кВт және сондай шығу қуаттылығымен фотоэлектрлік модульдері комплексі;
- жылу және су жоғалту есептеулер нәтижелерінде, сумен жылыту жобасы жасалған «Зеленая долина» тұрғын үй комплексі екі қабатты, 10 біркелкі ғимараттан тұрады;
- жылу насосқа арналған скважиналық жүйе - жылулық түптектің төменгі потенциалдық есебі жасалған ;
- жылу насостарына өткізілген байқаулар, « Алтай » технопарк базасында жүргізілген сынақтар нәтижелерінде, оларды Шығыс Қазақстан аймағында теплогенераторлар ретінде қолдану мүмкіншіліктері дәлелденген ;

-энергия өндіруге меншікті өзіндік құны есептелінген 1кВт электр энергиясы 8,3тг/кВт, ВЭУ фотоэлектр модульдерімен шығарылады. Сонымен қатар шығарылатын - 3685тг/Гкал жылу энеогиясының құны. Кеткен қаржының қайту мерзімі 9,8 жылды құрайды.

**Дәлелдік және диссертацияға келтірілген ғылыми жағдайлардың ақиқаттығының дәрежесі расталады:**

- негізгі дәлелдің шығу базасымен , табиғи ғылыми заңдарынан ағып шығатұғын және негіздердің жылуалмасу теориялары;

**Ғылыми жаңалық жұмысы** келесіден тұрады:

- Дара жылумен қамтамасыз ету жүйесі құралған , және өзіне қосылған алтернативті энергия көзі көмлекстері бар жүйе;

- энерго тиімді дара автономиялық жылумен қамтамасыз етуге сенімді схемасы жасалған «Зеленая долина» тұрағын үй комплексі Шығыс Қазақстан аумағында құрылған;

- жылу насостарына өткізілген зауоттық байқаулар, « Алтай » технопарк базасында өткізілген мәліметтер нәтижесінде, олардың Шығыс Қазақстан облыстық аумағында, жылу генераторлары ретінде қолдану мүмкіншіліктері дәлелденген.

**Жариялаулар.** Өткізілген зерттеулер нәтижелерінен ғылыми мақала жарияланған « жылу насостарын орнатуға балама сияқты орталықтандырылған жылумен қамтамасыз етуге »

**Құрылым және жұмыс көлемі.** Жұмыс кіріспеден тұрады ,5 бас , нәтижелер , әдебиет тізімінен және қосымшалардың жұмыс кіріспесінен түзеледі . Ең басты мәтінді 91 бетте баяндалған , диссертация 19 суретті құрайды,18 кесте , қолданған түптектердің тізімі 71 аттардан қосылған.

## СОҢҒЫ НӘТИЖЕ

Ғылыми техникалық есептің жауабы магистірлік диссертацияда берілген – тұрғын үй комплексінің децентрализацияланған жылумен қамтамасыз ету нәтижелірі схемалары Шығыс Қазақстан облыстық аумағындағы «Зеленая долина» комплексінде көрсетілген негізгі жұмыс нәтижелері келесіден тұрады:

1. Әдеби шолу істелінген, оның көрсеткені, КР - да осы шақта энергетикалық жабдықтың қолдануы әлсіз тенденциясы айтылған, қайта жаңармалы энергия көзімен жұмыс істейтін, энергия сақтандыру комплекстерінің жауабын шешуіне әкелер еді.
2. Барынша көп нәтижелілік жетуіне арналған ВИЭ да ШКО олардың комплексті қолданулары қажет.
3. Жылу және су жоғалту есептеулер нәтижелерінде, сумен жылыту жобасы жасалған «Зеленая долина» тұрғын үй комплексі екі қабатты, 10 біркелкі ғимараттан тұрады, бұлардың негізінде екіқұбырлы сумен жылыту жүйесі берілген қортынды.

4. Ұсынылған энерго тиімді схема нәтижесінде жылунасосстарымен жылуды қамтамасыз ету, және қосалқы желгенераторлық құрылғысымен жұмыс істейтін фотоэлектірлі модульдері.
5. Таңдалып есептелген өте тұрақты көзді төменгіпотенциалдық жылу - скважиналар жүйесі.
6. жылу насостарын жылу генераторлар ретінде ШҚО табиғи - климаттық аумағында қолдануы, шарттарға орынды болып табылады.
7. жылу насосының тиімді жұмыс атқаруы үшін төменгіпотенциалдық жылу көзінің температурасы  $+4^{\circ}\text{C}$  кем болмауы қажет.
8. өте биік түрлендіру еселігі жылу насосының конденсатордан шығудағы температура мәні  $+65^{\circ}\text{C}$  байқалады. Енгізілуге арналған ВИЭ энергияның әртүрлерімен қамтамасыз етуі капиталға шығымды болғанымен эканомикалық мақсатының шартына лайықты.
9. Ұсынылған жылумен қамтамасыз ету жүйесінің қаржысының есесін қайтару мезгілі 9,8 жылды құрайды.
10. 1 кВт электр қуатының КЭУ шығаратын құны 8,3 тг/кВт сәйкес.
11. 1 Гкал жылу энергиясының қуатынын құнын жылу насосымен шығаратығыны 3685тг/Гкал сәйкес.

## INTRODUCTION

### **Work's urgency**

Use of power saving up technologies in Republic of Kazakhstan is one of the serious problems of a science and technics. It also causes heightened interest to the problem of search of alternative system of an individual heat supply meeting modern requirements to its quality indicators and reliability.

The researches carried out in the work of alternative heat supply system of a projected object development are the important scientific and engineering problem. Thereby it does not cause any doubts in the urgency of the dissertation theme.

### **Connection of the Dissertation theme with government programs and with the work Institute plan.**

Work was carried out according to the East Kazakhstan Technical University scientific program.

The work **purpose** is development of a heat supply system with power saving up technologies usage that will allow rising up the quality and efficiency of an individual heat supply.

The **idea** of work consists in use in the capacity of heat-generators the installations working in a mode of the maximum possible transformation of the primary energy in thermal energy and also to use as sources of primary renewable energy.

The **research methods** were based on design procedures of thermal losses of buildings and constructions, and also on the basic thermal and hydraulic calculations procedures. Production tests of thermal pumps on the basis of the industrial park "Altai" were conducted.

### **The basic scientific positions and the researches' results of which are taken out on Diploma's protection**

- It is shown the efficiency of use of thermal pumps in natural- climatic conditions of the East Kazakhstan area in a combination to other technologies of use of renewed energy sources (solar, wind, bioenergy);

- The power effective scheme of an individual independent heat supply is developed. In the capacity of heat-generator the thermal pump type water-water GSHP-400P, as a source of primary energy – wind generator complex (9 units) with nominal output capacity of 180 kilowatt and photo-electric modules of the same output capacity is applied;

- Calculations of thermal losses and hydraulic calculations of system of water heating of a projected dwelling complex «Green valley», consisting of 10 same dwelling two-storied buildings are carried out;

- Calculation of low potential heat source of warmth for the thermal pump – well's system is executed;

- Production tests of thermal pumps on the basis of industrial park "Altai" are spent. While it's conduction, the data about possibility of their use in the capacity of heat generators in the East Kazakhstan area is confirmed;

- Are calculated the specific cost unit on the energy manufacturing 1kilowatt electric energy which makes 8,3tg/kilowatt, developed by aerogenerator and photo-

electric modules. And also manufacture cost of thermal energy - 3685tg/Gkal. The payback period of the given system makes 9,8 years.

**Degree of validity and reliability of the scientific positions resulted in the dissertation, proves to be true:**

– Demonstrative base of the initial data following from fundamental laws of natural sciences and bases of the heat-mass exchange theory;

**Scientific novelty** of work consists in the following:

– The system of an individual heat supply including a complex of alternative energy sources is developed;

– Safe and reliable power effective scheme of an independent heat supply is developed for the dwelling complex «Green valley» of the East Kazakhstan area;

– Production tests of thermal pumps on the basis of industrial park "Altai" are spent. While it's conduction, the data about possibility of their use in the capacity of heat generators in the East Kazakhstan area is confirmed;

**Publications.** By results of the carried out researches the scientific article «Thermal pump installations as alternative to the centralized heat supply» is published.

**Structure and work volume.** The Work consists of introduction, 5 chapters, the conclusion, the literature list. The basic text is stated on 91 pages, the dissertation contains 19 drawings, 18 tables, and the list of the used sources includes 71 names.

## CONCLUSION

In MPhil, the solution of a scientific and technical problem - the effective scheme of the decentralized heat supply of a dwelling complex «Green valley» of the East Kazakhstan area is given.

The basic results of work consist in the following:

1. The literary review in which reflecting that nowadays in the Republic of Kazakhstan the tendency of the power equipment application working on renewed sources of energy is weak. Its usage would allow to solve the whole complex of questions, connecting with power saving.
2. For achievement of peak efficiency of renewable energy sources application in East-Kazakhstan area - their complex use is necessary.
3. Calculations of thermal losses and hydraulic calculations of water heating of system projected for dwelling complex «Green valley», consisting of 10 same, two-storied dwelling buildings on which basis it is given the resume about necessity of double-pipe water heating system application are carried out.
4. The power effective scheme of a heat supply on a basis of heat pump systems that work with wind-electric installations and photo-electric modules is offered.

5. The stable source of the low-potential heat is chosen and calculated – well's system.
6. Thermal pumps use in capacity of heat- generators for a heat supply in natural- climatic conditions of the East Kazakhstan area is advisable.
7. For effective thermal pumps work the low-potential source temperature should not be lower  $+4^{\circ}\text{C}$ .
8. The highest thermal pump transformation coefficient is observed at value of temperature on an output of the condenser  $+65^{\circ}\text{C}$ . Renewable energy sources implementation for supplying of various kinds of energy is capital-intensive, but economically advisable step.
9. The payback period of the offered system of a heat supply makes 9, 8 years.
10. The cost of the electric power developed by combined energy-saving installation makes of 1 kilowatt equals 8,3 tg/kw.
11. Cost of 1 Gkal of thermal energy developed by the thermal pump makes 3685tg/Gkal.