

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАДИЦІЙНИХ ЕНЕРГО-ЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

О. М. Сусак

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42166,  
e-mail: tzn g@n ung. edu. ua

Важливим фактором економічного і політичного благополуччя будь-якої країни є забезпечення її економіки енергоносіями. Розвиток народного господарства в сучасних умовах пов'язаний зі значним споживанням газу. За рахунок природного газу в країнах СНД забезпечуються теплом більш 200 млн міського і сільського населення.

Використання газу для технологічних потреб промисловості зменшує вартість палива, підвищує продуктивність праці, сприяє впровадженню нових прогресивних технологій, покращує умови праці. Використання газу для промисловості дозволяє оздоровити повітряний басейн і поліпшити загалом екологічний стан.

Зростаючі ціни на енергоносії стимулюють економію їх використовувати. Про доцільність такого підходу свідчать європейські країни.

Метою роботи є дослідження енергозберігаючих технологій на ефективність роботи систем газопостачання, системи опалення, для удосконалення методики визначення її теплового навантаження і тепловтрат, а також методи їх вирішення.

Досягнення цієї мети передбачає розв'язок наступних задач:

- 1) виявити причини тепловтрат;
- 2) дослідити питання економії та комфорту;
- 3) дослідити можливості збільшення терміну служби систем газопостачання;
- 4) встановити ефективність застосування традиційних енергозберігаючих технологій на споживання природного палива.

Об'єктом дослідження є газові мережі сільського населеного пункту довільної конфігурації (розгалужене дерево, кільцева); системи опалення житлових будинків.

Предметом дослідження є вплив матеріалу утеплювача на ефективність експлуатації системи газопостачання; вплив використання ефективної опалювальної техніки на скорочення затрат на енергоресурс.

Проведені в роботі дослідження та розробки базуються на використанні: методів математичного планування; методів модульного та об'єктно-орієнтованого програмування; методів візуального програмування; методів математичної статистики та регресійного аналізу.

У роботі вперше досліджено вплив коефіцієнта корисної дії опалювальної техніки та укрупненого показника максимального теплового потоку будівель на скорочення затрат на енергоресурс, а також розраховано економічність застосування поліетиленових газових мереж.

Практична цінність отриманих результатів полягає у тому, що запропоновані у роботі проектні та конструктивні рішення дозволяють до 54 % зменшити тепловтрати будинків і, як наслідок, обсяг споживання газу.

Ключові слова: енергозбереження, відновлювальні джерела енергії, не відновлювальні джерела енергії, тепловтрати, комфорт, коефіцієнт корисної дії, газова мережа, поліетиленові труби.

Важным фактором экономического и политического благополучия любой страны является обеспечение ее экономики энергоснабжателями. Развитие народного хозяйства в современных условиях связан со значительным потреблением газа. За счет природного газа в странах СНГ обеспечиваются теплом более 200 млн. городского и сельского населения.

Использование газа для технологических нужд промышленности уменьшает стоимость топлива, повышает производительность труда, способствует внедрению новых прогрессивных технологий, улучшает условия труда. Использование газа для промышленности позволяет оздоровить воздушный бассейн и улучшить в целом экологическое состояние.

Растущие цены на энергоносители стимулируют экономно их использовать. Целесообразность такого подхода показывают европейские страны.

Целью работы является исследование энергосберегающих технологий на эффективность работы систем газоснабжения, системы отопления, для совершенствования методики определения ее тепловой нагрузки и теплопотерь, а также методы их решения.

Достижение этой цели предполагает решение следующих задач:

- 1) выявить причины теплопотерь;
- 2) исследовать вопрос экономии и комфорта;
- 3) исследовать возможности увеличения срока службы систем газоснабжения;
- 4) установить эффективность применения традиционных энергосберегающих технологий на потребление природного топлива.

Объектом исследования являются газовые сети сельского населенного пункта произвольной конфигурации (разветвленное дерево, кольцевая); системы отопления жилых домов.

Предметом исследования является влияние материала утеплителя на эффективность эксплуатации системы газоснабжения; влияние использования эффективной отопительной техники на сокращение затрат на энергоресурс.

*Проведенные в работе исследования и разработки базируются на использовании: методов математического планирования; методов модульного и объектно - ориентированного программирования; методов визуального программирования ; методов математической статистики и регрессионного анализа.*

*В работе впервые исследовано влияние коэффициента полезного действия отопительной техники и укрупненного показателя максимального теплового потока зданий на сокращение затрат на энергоресурс, а также рассчитано экономичность применения полиэтиленовых газовых сетей.*

*Практическая ценность полученных результатов заключается в том, что предложенные в работе проектные и конструктивные решения позволяют до 54 % уменьшить теплопотери зданий и, как следствие, объем потребления газа.*

*Ключевые слова: энергосбережение, возобновляемые источники энергии, не возобновляемые источники энергии, теплопотери, комфорт, коэффициент полезного действия, газовая сеть, полиэтиленовые трубы.*

*An important factor in the economic and political well-being of any country is to ensure its energy economy. The development of the economy in current conditions associated with significant gas consumption. Due to the natural gas in the CIS provided warmth more than 200 million urban and rural population.*

*Using gas for technological needs of the industry reduces fuel costs, increases productivity, facilitates the introduction of new advanced technology, improves working conditions. The use of gas for industry allows to improve the air and improve the general environmental condition.*

*Soaring energy prices stimulate economical to use them. The feasibility of this approach show European countries.*

*The aim is to study energy-saving technologies on the effectiveness of supply systems, heating systems, to improve the methodology for determining the thermal load and heat, as well as methods for their solution.*

*Achieving this goal requires the solution of the following tasks:*

- 1) identify causes of heat loss;*
- 2) investigate questions of effectiveness and comfort;*
- 3) investigate the possibility of increasing the service life of gas supply systems;*
- 4) ensure efficiency of traditional energy-saving technologies on consumption of fossil fuels.*

*Object is a gas network of rural settlements arbitrary configuration (branched tree ring); heating of residential buildings.*

*The object of study is the effect of the material insulation on the operational efficiency of the gas supply system; influence the use of efficient heating technology to reduce energy costs.*

*Conducted in the research and development based on use: methods of mathematical planning; methods of modular and object- oriented programming; visual programming techniques; methods of mathematical statistics and regression analysis.*

*For the first time the influence of the efficiency of heating equipment and consolidated index of the maximum heat flux of buildings to reduce energy costs and efficiency are calculated applying polyethylene gas pipelines.*

*The practical value of the results is that proposed in the design and construction solutions allow up to 54 % to reduce heat homes and as a result, the consumption of gas.*

*Keywords: energy efficiency, renewable energy, non-renewable sources of energy, heat, comfort, efficiency, gas network, polyethylene pipe.*

**Актуальність теми роботи.** Роботи з підвищення енергоефективності будівель особливо успішно ведуться в Європі - регіоні, найбільш залежному від ввезення енергоносіїв. Накопичений досвід Німеччини та скандинавських країн, особливо Данії та Фінляндії, свідчить про те, що навіть у районах з усталеною забудовою енерговтрати можна звести до мінімуму. Сумарний же ефект економії тепла у знову споруджуваних житлових і комерційних будівлях тут становить 50–70%. Зниження енергоспоживання для України є однією з найважливіших задач, тому що її забезпеченість власними енергоресурсами на цей час не перевищує 40–45 %. Зростання цін на енергоносії вимагає розв'язання однієї із найважливіших задач – зниження енергозатрат на опалення в процесі експлуатації споруд.

Житлово-комунальний комплекс України займає третє місце після металургійної і хімічної промисловості за обсягами споживання енергоносіїв і перше місце за споживанням тепла. Щоб знизити енергоспоживання в цій сфері, насамперед, необхідно удосконалити методіку визначення теплового навантаження будинків і споруд, для чого потрібно проаналізувати вплив на їх системи опалення температурних режимів.

Станом на 2004 р. загальне теплоспоживання України складало 237,1 млн. Гкал. Суттєве споживання теплової енергії в країні здійснюється в житлово-комунальному секторі, доля якого складає 44 % від загального теплоспоживання (тобто 104 млн. Гкал/рік).

Теплопостачання в житлово-комунальному секторі використовується для забезпечення потреб в опаленні, вентиляції й кондиціонування, що відноситься до сезонних потреб, а також для гарячого водопостачання, що здійснюється протягом року. Потреба в опаленні та вентиляції виникає в холодний період року.

Виходячи з викладеного, при довгостроковому плануванні та оптимізації роботи паливно-енергетичного комплексу країни, розробці перспективних державних й галузевих програм, що пов'язані з виробництвом, транспортуванням та споживанням енергоресурсів, обов'язково необхідно враховувати динаміку змін клімату, що спостерігається вже сьогодні та прогнозується в майбутньому. Особливу увагу необхідно звернути на застосування застарілих та неефективних засобів опалення, що призводять до високого споживання енергоресурсу і тим самим призводить до підвищення їх ціни.

Особливої уваги при теплозабезпеченні займає питання транспортування енергоресурсу

до пункту перетворення його у теплову енергію. Таким чином, виникає необхідність у впровадженні трубопроводів з матеріалів, які характеризуються вищими показниками надійності, легші для процесу монтажу та експлуатації.

**Мета і задачі досліджень.** Метою роботи є дослідження енергозберігаючих технологій на ефективність роботи систем газопостачання, системи опалення, для удосконалення методики визначення її теплового навантаження і тепловтрат, а також методи їх вирішення.

Досягнення цієї мети передбачає розв'язок наступних **задач**:

- 1) виявити причини тепловтрат;
- 2) дослідити питання економії та комфорту;
- 3) дослідити можливості збільшення терміну служби систем газопостачання;
- 4) встановити ефективність застосування традиційних енергозберігаючих технологій на споживання природного палива.

**Об'єкт дослідження** – газові мережі сільського населеного пункту довільної конфігурації (розгалужене дерево, кільцева); системи опалення житлових будинків.

**Предметом дослідження** є вплив матеріалу на ефективність експлуатації системи газопостачання; вплив використання ефективної опалювальної техніки на скорочення затрат на енергоресурс.

**Методи досліджень.** Проведені в роботі дослідження та розробки базуються на використанні: методів математичного планування; методів модульного та об'єктно-орієнтованого програмування; методів візуального програмування; методів математичної статистики та регресійного аналізу.

**Наукова новизна результатів досліджень.**

У роботі вперше:

- досліджено вплив коефіцієнта корисної дії опалювальної техніки та укрупненого показника максимального теплового потоку будівель на скорочення затрат на енергоресурс;
- розраховано економічність застосування поліетиленових газових мереж.

Аналізування найменших витрат і інтегральне планування є практично еквівалентними поняттями, що взаємно уточнюють суть одне одного, і так чи інакше досить широко застосовуються у світовій практиці. Стосовно проблеми, що розглядається, вони зводяться до наступного: аналізуючи доцільність будівництва нових енергетичних потужностей, при визначенні вартості виробництва одиниці енергії враховують можливі способи її одержання з різних енергоносіїв або ж заміщення її різними технологіями енергозбереження. Витрати на це виробництво впорядковуються за їх рівнем – від найменшої вартості до найбільшої – і відповідно віддається перевага найбільш дешевим.

У зв'язку із цим слід наголосити, що в рамках економіки проблема енергозбереження розглядається з погляду життєдіяльності людини. Іншими словами, мова йде про заощадження тієї складової енергії, що економічно доступна людині й може бути залучена в господарський обіг або ж становить для неї інтерес внаслідок інших, наприклад екологічних, причин.

Енергозбереження, будучи одним з найважливіших напрямків державної економічної політики, є також невід'ємним фактором вирішення екологічних проблем. Воно визначає впровадження сучасних енергозберігаючих технологій в енергетику, промисловість, аграрно-виробничий комплекс, житлово-комунальне господарство, будівництво, розвиток нетрадиційної і відновлювальної енергетики з підвищенням енергоефективності та зниженням енергоємності економіки.

Енергетична стратегія України на період до 2030 року передбачає зменшення споживання природного газу національною економікою з 76,4 млрд. м<sup>3</sup> в 2005 р. до 49,5 млрд. м<sup>3</sup> в 2030 р. або майже на 36 %. З погляду використання первинних джерел енергії вона передбачає заміщення цього ресурсу вугіллям, споживання якого зросте майже в 2 рази – до 130,3 млн. тонн. Однак конкретних шляхів цього заміщення згаданий документ не визначає.

Одним з найбільш перспективних напрямів економії енергії в будівлях і спорудах разом із заходами щодо їх утеплення є застосування теплових насосів – пристроїв, що дають змогу використовувати для опалювання, вентиляції і гарячого водопостачання теплоту навколишнього середовища і теплоту техногенних теплових викидів.

Аналіз тенденцій розвитку світової енергетики свідчить, що ключовими факторами є надійність енергопостачання, енергетична безпека, енергоефективність і екологічна гармонізація. При цьому підвищення енергоефективності є стратегічним напрямком зниження енергоємності економіки.

У світі існує поділ джерел енергії на традиційні та нетрадиційні.

До традиційних джерел енергії належать:

- не відновлювальні, які включають вугілля, природний газ, нафту, уран;
- відновлювальні, які включають гідроенергетику, деревину у вигляді дров.

Сучасна енергетика в основному базується на не відновлювальних джерелах енергії, які маючи обмежені запаси, є вичерпними і не можуть гарантувати стійкий розвиток світової енергетики на тривалу перспективу, а їх використання – один із головних факторів, який призводить до погіршення стану навколишнього середовища і його кризового стану.

У 20 сторіччі відбувся науково-технічний прогрес в сфері енергетики і енергопостачання, що привело до підвищення видобування паливно-енергетичної сировини. Паливно-енергетична сировина – паливно-енергетичні корисні копалини: нафта, природний газ, вугілля, торф, уран та інші. Відіграє важливу, якщо не ключо-

ву, роль у життєздатності будь-якої держави, так як з нею пов'язані практично всі галузі економіки, а деякою мірою і політична та економічна незалежність.

Дослідженням питань у галузі енергозбереження приділяли значну увагу вітчизняні та зарубіжні вчені-економісти. Визначення науково-теоретичних і методологічних основ державної політики енергозбереження відображено в працях Амоші О. І., Асланяна Г. С., Башмакова І. А., Башти О. І., Вайцзеккера Е. Ф., Бажаля Ю. М., Вольфберга Д. Б., Гейця В. М., Долінського А. А., Жовтянського В. А., Зеркалова Д. В., Качана Ю. Г., Ковалка М. В., Кулика М. М., Микитенка В. В., Овсієнко О. В., Праховника А. В., Суходолі О. М., Стогнія Б. С., Сердюк Т. В., Сотнік І. В., Тонкаля В. Е., Турченка Д. К., Франчука І. А., Шидловського А. К. та інших вчених [1-5, 9, 14-17, 22, 23, 27, 29, 30]. Питаннями розробки засад регуляторної політики держави присвячено праці вітчизняних вчених Варналія З. С., Воротіної Л. І., Долгалової О. В., Козаченко Г. В., Крамаренко В. І., Ляпіна К. М., Наливайченко С. П., Поважного О. С., Подсолонка В. А., Поклонського Ф. Ю., Цьохли С. Ю., Юлдашева О. Х., Швець І. Ю. та інших вчених [32-40]. Враховуючи значний внесок сучасної економічної думки і наявні результати вітчизняних і зарубіжних розробок у галузі енергозбереження, варто зазначити, що питання розвитку дієвої регуляторної політики в системі управління енергозбереженням в умовах необхідності удосконалення методів, інструментів та технологій енергозабезпечення потребують подальшого теоретичного, методичного і практичного дослідження.

Находов В. Ф., Борисенко О. В., Кочетова К. К. у своїх працях розглянули досвід методик нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів в Україні, визначили недоліки існуючих методик та неефективність управління цими процесами.

Україна належить до числа держав світу, які мають запаси всіх видів паливно-енергетичної сировини, але ступінь забезпеченості запасами, їх видобуток та використання далеко неоднакові і в сумі вони не дають необхідний рівень енергетичної безпеки (власними енергоресурсами Україна забезпечує себе приблизно на 47 %).

Україна посідає третє місце в Європі (без Росії) по запасах нафти з газоконденсатом, поступаючись тільки Великобританії та Норвегії, але рівень річного видобутку значно нижчий, ніж у багатьох інших країнах.

Використання природної енергії пов'язане з двома проблемами. Перша — запаси відновлюваних джерел енергії вичерпуються, друга — сучасні способи виробництва енергії завдають непоправної шкоди довкіллю та людині внаслідок шкідливих викидів. Тому необхідно її заощаджувати! У зв'язку з цим виникає потреба у енергоощадності. Енергоощадність — це дії для зменшення кількості використовуваної енергії.

Слово "енергоощадність" добре знайоме і сенс його нам здається абсолютно очевидним.

Але говорячи про енергозбереження як про предмет вивчення, з самого початку слід однозначно визначити, що мається на увазі. У 1994 році в Україні прийнято Закон «Про енергозбереження», в якому цей термін визначається як "діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів". У свою чергу, "раціональне використання" енергоресурсів в даному Законі визначено як "досягнення максимальної ефективності використання енергетичних ресурсів при існуючому рівні розвитку техніки і технології".

Для того, щоб впровадити енергозбереження у будь-яку сферу необхідно застосувати енергозберігаючі (енергоефективні) заходи — заходи, спрямовані на впровадження та виробництво енергоефективних продукції, технологій та обладнання.

Енергоефективні продукція, технологія, обладнання — продукція або метод, засіб її виробництва, що забезпечують раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів порівняно з іншими варіантами використання або виробництва продукції однакового споживчого рівня чи з аналогічними техніко-економічними показниками.

Забезпечення раціонального та економного використання енергоресурсів давно приділяється велика увага у всьому світі. Однак, можна стверджувати, що це вельми важливе завдання в науковому плані, вперше було сформульоване ще в Радянському Союзі. Більш теоретичне і практичне значення зазначеним питанням в СРСР надавалося вже на початку 30-х років, задовго до того, як ними стали серйозно займатися в західних країнах. Більш того, в Радянському Союзі була ціла плеяда вчених-фахівців у даній області, якими в 50-70-ті роки була розроблена хороша теоретична база для вирішення завдань енергоощадності (хоч сам термін "енергоощадність" з'явився значно пізніше. Добре відомі імена таких учених як А. З. Горшков, В.І. Вейц, І.В. Гофман, А.А. Тайц, Б.Н. Авілов-Карноухов, Б.А. Константинов, П.П. Ястребов, С.Д. Волобрінскій, С.Л. Прузнер та інші. Створені ними теоретичні положення, це ціла наука енергозбереження, в ті роки досить широко впроваджувалася з виробництвом.

Однак, вже в середині 70-х років у Радянському Союзі почався спад як теоретичної, так і практичної діяльності в галузі раціонального енерговикористання. Практична робота в цій області набувала все більш формального характеру, а наукові розробки в цьому напрямі стали значно менш інтенсивними. Однак, донедавна, вже в незалежній Україні існувала, принаймні формально, система, яка за допомогою різних директивних документів зобов'язувала споживачів витрачати всі види енергії та паливо економно, по-хазяйськи, ліквідувати всяке марнотратство в цій сфері, система ця була адмініст-

ративною, примусовою, і тому далеко не ефективною, але все ж дозволяла підтримувати певний порядок в області енерговикористання.

Перший досвід державного управління у сфері енергозбереження в Україні порівняно з досягненнями у цій сфері країн ближнього та далекого зарубіжжя узагальнили такі науковці як В. А. Жовтянський, М. М. Кулик, Б.С. Стогній. Також чимало інформації було опрацьовано щодо методів управління енергоспоживанням у виробничій сфері, фінансово-економічних механізмів енергозбереження, інформаційного забезпечення та міжнародного досвіду діяльності у сфері енергозбереження.

Населення планети зростає і комфортні умови життя стають стандартом для все більшого числа людей.

Як же забезпечити ці умови, не витрачаючи зайву енергію, і як зробити економічними вже побудоване житло і виробничі будівлі та споруди. Для цього люди звернули увагу на традиції багатовікового будівництва у нас і за кордоном. І виявилось, що практично всі традиційні житлові будівлі в Європі і Азії зроблені за принципом енергоефективності та енергонезалежності.

Всі знають, що правильний сільський будинок теплий навіть у сильні морози і дає прохолоду навіть у спеку. На опалення такого будинку потрібна невелика кількість дров. Наші предки, не маючи комп'ютерів і супутників розуміли, що будинок повинен накопичувати тепло всередині себе і не віддавати його назовні взимку, а влітку не впускати його всередину. Цей простий, але геніальний принцип відродився у середині двадцятого століття в сучасних будівельних технологіях і став основою для розробки енергоефективних будинків.

З настанням холодів особливо гостро постає проблема опалення будинків. Однією з основних причин тепловтрат є застаріла конструкція житлових будинків. На витрати тепла значною мірою впливає недосконалість конструкції систем опалення та гарячого водопостачання. Обладнання котельень, які обслуговують наші будинки давно застаріло. Велика частина теплових мереж побудована методом підземної безканалльної прокладки з тепловою ізоляцією з армопенобетонних, фізично зношується і активно піддається корозії. Там, де є покращений тип ізоляції, ґрунт не прогривається, а значить, втрати тепла на трубопроводах мінімальні. Сьогодні коефіцієнт корисної дії (ККД) старих котлів становить 40-60%, сучасне ж котельне обладнання дозволяє досягати рівня ККД – 96%. У таких умовах все більше споживачів переходять на автономне тепlopостачання. А це означає виникнення необхідності в правильному підбиранні котельного обладнання. Котельне обладнання буває різної потужності – від агрегату, обслуговуючого невеликий будинок, до потужного котла громадської будівлі. Сучасний ринок пропонує велику безліч різних котлів для системи опалення: сталеві і чавунні, водогрійні котли, котли на перегрітій воді, парові котли, котли на діатермічному маслі, з

вбудованими пальниками і пальниками окремим блоком, котли на дизельному паливі, газові котли, котли на деревних відходах. Котельне обладнання оснащене сучасною автоматикою, необхідний температурний режим підтримується давачами, що стежать за подачею палива. Якщо приміщення прогрілося, робота котла на час автоматично припиняється. Оперативно реагує автоматика на аварійні ситуації: збої в подачі палива або циркуляції теплоносіїв. Настінні котли ідеально підходять для міських квартир. Котли випускаються в традиційному варіанті з підключенням до димоходу і з системою "турбо" (закрита камера згоряння). Котли з закритою камерою згоряння застосовують в приміщеннях з утрудненою вентиляцією або в умовах, коли утруднено пристрій димоходів і ці димоходи мають тривалу довжину. Якщо необхідна велика кількість гарячої води - можна вибрати варіант з бойлером непрямого нагріву. Настінні котли легко поєднуються з сучасними системами опалення. Якщо постало питання заміни котла без реконструкції існуючої системи опалення, то ефективним вирішенням проблеми стане установка підлогового котла з високоякісного чавуну. Сучасні підлогові котли більш кращі для установки в приватних будинках. У них більш досконалі конструкції та матеріали, тривалий термін служби. Зменшено можливість засмічення котельного блоку продуктами накипу. Високий ККД сучасних котлів істотно зменшує оплату за газ (до 30% за сезон). Яку систему опалення вибрати? Хороший добротний будинок потребує хорошої і надійної системи опалення. Завдяки правильно підібраній і грамотно встановленій системі опалення в будинку створюється атмосфера затишку і комфорту. Особливо яскраво це відчувається в зимову пору року, коли за вікном лютує хуртовина. Найчастіше буває так, що опалення будинку стає причиною появи значних рахунків за електроенергію, тому варто пам'ятати про те, що існують різні способи, що дає змогу звести до мінімуму витрату електроенергії. Щоб розумно витрачати електроенергію, система опалення повинна бути одночасно і досить ефективною, і в міру дорогою. Перед тим, як порівнювати наявні системи опалення та вибрати одну, необхідно оцінити поточну ситуацію: які втрати тепла є в будинку в даний момент. У цьому вам допоможуть фахівці, вони проведуть кваліфіковану оцінку та розроблять низку рекомендацій щодо тієї системи опалення, яка найкращим чином підходить саме вашому будинку. Існує кілька типів опалювальних систем: опалення парою, гарячою водою, системи примусового опалення та системи, що працюють від електрики. Важливою особливістю сучасних опалювальних систем будь-якого типу є наявність спеціального термостата (контролера), який управляє включенням і вимиканням опалення. Коли необхідно нагріти приміщення, термостат автоматично включає обігрівач, який гріє повітря, пару або воду в котлі. Потім нагрітий теплоносій направляється в повітроводи або проходить через труби. Використання поді-

бних систем, зазвичай, призводить до великих витрат електроенергії. Тому, з точки зору економії коштів і природних ресурсів, розумніше вибирати тепловентилятори, у яких є можливість налаштування швидкості двигуна. Така проста опція дозволить значно заощадити на оплаті опалення. Якщо ви проживаєте в місцевості, де панує дуже холодний клімат, то фахівці радять встановлювати у будинку парове опалення. Цей тип системи опалення є оптимальним через наявність вбудованої системи автоматичного управління в поєднанні з низьким рівнем поглинання тепла, високим ступенем ізоляції і мінімальною витратою енергії. Проте, для конкретних умов кожної конкретної місцевості фахівці радять індивідуально підбирати тип теплоносія. Під час вивчення різних способів пристрою опалення власного будинку, не забувайте і про такі чинники як можливість використання палива, можливість і безпеку його накопичення і зберігання, його ліквідність, а також вартість робіт з монтажу та обслуговування. При виборі будь-якого особливо уважні і педантичні, адже правильний вибір системи опалення – це, перш за все, основа теплої і затишної атмосфери у вашому будинку протягом кількох років, а також ваш комфорт і безпека.

Система опалення призначена для створення в приміщеннях будівлі температурних умов, комфортних для людини, які відповідають вимогам технологічного процесу.

Теплота, яка виділяється людським організмом, повинна віддаватися навколишньому середовищу так і в такій кількості, щоб людина, що знаходиться в процесі виконання будь-якого виду діяльності, не відчувала при цьому відчуття холоду або перегріву. Поряд з витратами на випаровування з поверхні шкіри і легень, теплота віддається з поверхні тіла за допомогою конвекції і випромінювання. Інтенсивність тепловіддачі конвекцією в основному визначається температурою і рухливістю навколишнього повітря.

Температурний режим в приміщенні залежить від теплової потужності системи опалення, а також від розташування обігрівальних пристроїв, теплофізичних властивостей зовнішніх і внутрішніх огорожень, інтенсивності інших джерел надходження і втрат теплоти. У холодну пору року приміщення в основному втрачає теплоту через зовнішні огороження і, деякою мірою, через внутрішні огороження, що відокремлюють дане приміщення від суміжних, що мають більш низьку температуру повітря. Крім того, теплота витрачається на нагрівання зовнішнього повітря, що проникає в приміщення через не щільності огорож, а також матеріалів, транспортних засобів, виробів, одягу, які холодними потрапляють в приміщення [8].

Системою вентиляції може подаватися повітря з більш низькою температурою порівняно з температурою повітря в приміщенні. Технологічні процеси в приміщеннях виробничих будівель можуть бути пов'язані з випаровуванням рідин та іншими процесами, супроводжуваними витратами теплоти.

У сталому (стаціонарному) режимі втрати дорівнюють кількості теплоти, що надходить. Теплота надходить в приміщення від людей, технологічного та побутового обладнання, джерел штучного освітлення, від нагрітих матеріалів, виробів, в результаті впливу на будівлю сонячної радіації.

Облік усіх перерахованих складових втрат і надходження теплоти необхідний при зведенні теплового балансу приміщень будівлі та визначенні дефіциту або надлишку теплоти. Наявність дефіциту теплоти вказує на необхідність пристрою в приміщенні опалення. Надлишок теплоти, зазвичай, асимілюється вентиляцією. Для визначення теплової потужності системи опалення складається баланс витрат теплоти для розрахункових умов холодного періоду. Баланс складається для умов, коли виникає найбільший при заданому коефіцієнті забезпеченості дефіцит теплоти. Для цивільних (зазвичай, для житлових) будівель враховують регулярне тепlopостачання в приміщенні від людей, освітлення, інших побутових джерел. У виробничих будівлях в розрахунок приймають період технологічного циклу з найменшими тепловиділеннями (можливі максимальні тепловиділення враховують при розрахунку вентиляції). Тепловий баланс складають для стаціонарних умов. Нестационарність теплових процесів, що відбуваються при опаленні приміщень, враховують спеціальними розрахунками на основі теорії теплостійкості [21].

Величина річних експлуатаційних витрат на систему опалення досягає 60-80% її вартості. У зв'язку з цим необхідно виявити і реалізувати можливість зниження окремих складових цих витрат, основною з яких з врахуванням росту вартості є витрата теплової енергії.

Передбачити зменшення витрат палива на опалення можна в процесі проектування будинків і їх експлуатації. Питання зниження витрати теплоти необхідно враховувати безпосередньо при розробці проектів опалення. Так, застосування панельно-променевих систем опалення з нагрівальними елементами в зовнішніх стінах будівлі збільшує розрахункові тепловтрати порівняно зі звичайними системами водяного опалення. При влаштуванні систем опалення з нижнім розведенням невиробничі втрати теплоти в магістральних трубопроводах нижчі, ніж в системах з верхнім розведенням під час прокладання розподільних магістралей на горіщі. Суттєвого ефекту економії теплової енергії можна досягти у процесі розробки систем опалення з пофасадним регулюванням, які дозволяють використовувати сонячну радіацію й враховувати напрямок і швидкість вітру по окремих фасадах будинку.

При експлуатації будинків необхідно розробляти заходи зі зменшення невиробничих втрат теплоти, які можуть бути викликані неякісним утепленням будівель або недоліками в роботі систем опалення. Надмірні тепловтрати можуть бути викликані відсутністю або неякісним ущільненням світлових отворів та інших отворів будинку, в результаті чого збільшують-

ся інфільтрація зовнішнього повітря в приміщеннях, що опалюються. Великі щілини в обрамленнях вікон і дверей, розбите скло вікон, відсутність пружин на входних дверях можуть бути причинами значного переохолодження опалювальних приміщень.

В холодну пору року в будинках підвищеної поверховості часто спостерігається надмірно високий повітрообмін в порівнянні з його розрахунковою величиною, що збільшує інфільтрацію зовнішнього повітря та тепловтрати. Це трапляється тому, що системи природної витяжної вентиляції розраховуються на температуру зовнішнього повітря  $5^{\circ}\text{C}$ . Зі зменшенням температури зовнішнього повітря збільшується природний тиск, а отже, й кількість повітря, яке видаляється з опалювального приміщення. Тому для запобігання переохолодженню приміщень необхідно в зимовий період здійснювати регулювання системи природної вентиляції частковим прикриванням отвору витяжних шахт.

Додаткові тепловтрати можуть відбуватися в панельних будівлях при неякісному виготовленні панелей, особливо при порушенні в них теплоізолюючого шару. Коефіцієнт теплопередачі зовнішніх огорожень зростає з підвищенням вологості матеріалу захисних конструкцій. Вологість зовнішніх стін може відбуватися при порушенні гідроізоляції в цокольній частині будівлі та у випадку, коли атмосферні опади потрапляють на стіни. Слабким місцем у цьому відношенні часто є стики панелей, якщо вони недостатньо герметизовані. Вологість стін не тільки збільшує тепловтрати, але і погіршує санітарно-гігієнічні умови в приміщеннях.

Причиною зайвих тепловтрат можуть бути відсутність або незадовільний стан теплової ізоляції трубопроводів, які прокладені в опалювальних приміщеннях.

Значні невикористані втрати теплоти можуть бути в невідрегульованих системах опалення, при підвищеному діаметрі сопла елеватора в порівнянні з його розрахунковою величиною. У системах опалення, приєднаних до теплових мереж ТЕЦ, суттєві перевитрати теплової енергії часто спостерігаються в перехідні періоди (восени і навесні), коли мінімальна температура води мережі, яка необхідна для теплообмінників гарячого водопостачання, набагато перевищує необхідну температуру за графіком якісного регулювання систем опалення. У перехідний період зменшення витрат теплоти можна досягти автоматичним регулюванням систем опалення [26].

Дослідження впливу погоднокліматичних умов, їх змін на енергетику загалом та окремі її галузі проводяться впродовж багатьох років.

Так, проведений в роботі [31] аналіз для п'яти міст колишнього СРСР свідчить, що з настанням крайніх кліматичних умов витрата теплоти на опалення та вентиляцію може відхилитися від середньобіжорічного значення на 14-18 % для міст європейської частини та на 9-12 % – для міст Сибіру.

В роботі [18] на основі статистичного аналізу тривалих (близько 100 років) рядів параме-

трів опалювальних періодів зазначено, що для різних регіонів СРСР міжрічні коливання теплоспоживання населенням, спричинені флуктуаціями метеорологічних параметрів, також можуть становити 16 % від середньобіжорічної норми. В окремих регіонах ці коливання сягають 33 %.

Співробітниками Енергетичного інституту ім. Г. М. Кржижановського проведені дослідження з метою визначення впливу кліматичних факторів на різні галузі енергетики (теплова, гідро- й атомна енергетика, використання поновлюваних джерел енергії) [10]. В роботі, зокрема, відзначається, що за рахунок підвищення температури повітря на  $1-2^{\circ}\text{C}$  зниження річної витрати палива на теплових електростанціях може складати 4-8 %.

Системи теплопостачання разом з природними умовами за усіма характерними ознаками можна віднести до складних природно-технічних систем, ефективність функціонування яких визначається, насамперед, природнокліматичними умовами об'єкта. Обґрунтовано, що проблема метеорологічного забезпечення теплопостачання набуває особливої актуальності в сучасних умовах [11].

Сьогодні також виконуються дослідження з оцінки погоднокліматичних параметрів та їх впливу на різні сфери енергетики на віддалену перспективу.

Тривалість опалювального періоду співпадає з тривалістю холодного періоду року, який визначається як відрізок часу із середньодобовою температурою зовнішнього повітря рівною  $+8^{\circ}\text{C}$  і нижче [19].

Дефіцит тепла – інтегральна сума перепадів температур повітря всередині та ззовні будівель за опалювальний період [6]. В нормативній літературі замість терміну «дефіцит тепла» вживають термін «кількість градусо-днів» [13]. Кількість градусо-днів (або дефіцит тепла) розраховується як добуток різниці середньої температури опалювального періоду і внутрішньої температури повітря в приміщеннях на тривалість опалювального періоду. В роботі [7] запропоновано метод „градусо-днів”, в основу якого покладено пряму залежність витрат газу на опалення будинків від різниці зовнішньої і внутрішньої температур. Проте вагомим недоліком цієї та вищевказаних методик є те, що всі вони побудовані на детермінованому підході, а отже, насправді не відповідають реальним сигналам.

Опалювальний період характеризується декількома прикладними кліматичними параметрами. Крім вище вказаних характеристик опалювального періоду (тривалість опалювального періоду, середня температура опалювального періоду, кількість градусо-днів), розглядається також середня температура зовнішнього повітря найбільш холодної п'ятиденки відповідної забезпеченості, яка призначена для вибору теплозахисних характеристик зовнішніх огорожень будівлі і визначення потужності системи опалення [19].

В [20] встановлено, що основними факторами, які визначають режим газоспоживання, є кліматичні, до яких належать: температура зовнішнього повітря, відносна вологість повітря, сила вітру, атмосферний тиск та ін. Автор роботи розв'язує задачу виявлення кількісних і якісних зв'язків між газоспоживанням і кліматичними показниками. Проте диспетчер АСДУ не володіє достовірною інформацією про інші кліматичні фактори, окрім температури на наступний день.

У [25] запропоновано здійснювати прогноз так: середньодобові значення газоспоживання прогнозувати за середньодобовою температурою навколишнього середовища, а відхилення від цих значень витрат газу для кожної години доби – за спеціально запропонованою методикою, що ґрунтується на використанні адитивної моделі.

В роботі [24] наголошується, що основну увагу при добовому прогнозуванні газоспоживання слід приділяти впливу температури навколишнього середовища і хронологічних факторів, до яких відносять день тижня і сезон. Дослідники детально зупиняються на вирішенні проблеми нерівномірності розподілу температури на місцевості, проте не досліджують точність розробленого методу прогнозу.

Необхідно зазначити, що при визначенні характеристик опалювального періоду ряд вихідних параметрів вважається репрезентативним, якщо він включає дані за 30 і більше років [28]. В нормативному документі [28] представлені дані, які характеризують базовий період – 1945-1975 рр., хоча там вказано, що ці параметри розраховані за період з 1961 по 1990 рр.

Аналіз наявних літературних джерел свідчить, що в Україні сьогодні не враховується динаміка зміни погодно-кліматичних умов та їх вплив на сектор енергетики загалом та окремі її галузі зокрема. Наприклад, в нормативних документах [28], а також [14], що введений на заміну попереднього документу [28], наведені такі параметри опалювального періоду, які не відображають реальної картини сучасних умов клімату.

Можна зробити висновок, що серед кліматичних факторів, які впливають на споживання газу, температура навколишнього середовища має істотний вплив на об'єм спожитого газу, а, отже, і на ефективність роботи системи опалення.

Умовно методи енергозбереження за походженням та використанням можна поділити на два типи: традиційні та нетрадиційні або інноваційні.

До традиційних методів енергозбереження віднесемо методи пов'язані із запровадженням новітніх рішень в системах опалення, що дозволяють більш рационально і економічніше використовувати паливно-енергетичну сировину.

Система опалення – це сукупність пов'язаних між собою конструктивних елементів, призначених для одержання, транспортування та передачі необхідної кількості теплоти опалюваному приміщенню.

Розглянемо джерела втрат теплової енергії в системах опалення.

Будь-яку теплоенергетичну систему з метою аналізу можна умовно розбити на три основні ділянки:

- 1) ділянка виробництва теплової енергії (котельня);
- 2) ділянку транспортування теплової енергії споживачу (трубопроводи теплових мереж);
- 3) ділянка споживання теплової енергії (опалювальний об'єкт).

Кожна з наведених ділянок володіє характерним непродуктивними втратами, зниження яких і є основною функцією енергозбереження.

Головною ланкою на ділянці виробництва теплової енергії є котлоагрегат, функціями якого є перетворення хімічної енергії палива в теплову і передача цієї енергії теплоносію. У котлоагрегаті відбувається ряд фізико-хімічних процесів, кожен з яких має свій ККД. І будь-який котлоагрегат, яким би досконалим він не був, обов'язково втрачає частину енергії палива в цих процесах.

На ділянці виробництва теплової енергії при нормальній роботі котлоагрегату завжди існують три види основних втрат: з недоспалюванням палива і газами, що йдуть (зазвичай не більше 18%), втрати енергії через обмурівку котла (не більше 4%), втрати з продування і на власні потреби котельні (близько 3%). Зазначені цифри теплових втрат приблизно близькі для нормального не нового вітчизняного котла (з ККД близько 75%). Більш досконалі сучасні котлоагрегати мають реальний ККД близько 90% і стандартні втрати у них нижчі.

Дослідження щодо причин малоєфективної роботи котлів у процесі експлуатації були проведені П. І. Янко. Ним було запропоновано методи контролю і автоматизації процесів спалювання газу і рідких палив.

Найбільш істотними складовими теплових втрат у теплоенергетичних системах є втрати на об'єктах-споживачах. Наявність таких не є прозорими і може бути визначено тільки після появи в тепловій будівлі приладу обліку теплової енергії, теплолічильника. Досвід роботи з величезною кількістю вітчизняних теплових систем дає змогу вказати основні джерела виникнення непродуктивних втрат теплової енергії.

Загальні неявні непродуктивні втрати на об'єкті споживання можуть складати до 35% від теплового навантаження. Головною непрямою причиною наявності та зростання перерахованих вище втрат є відсутність на об'єктах теплоспоживання приладів обліку кількості спожитого тепла. Відсутність прозорої картини споживання тепла об'єктом обумовлює нерозуміння значимості прийняття енергозберігаючих заходів.

І. П. Винницький, С. М. Герасимов, П. О. Гут запропонували методику для розрахунку питомих витрат палива на електричну та теплову енергію, що дасть можливість зменшити витрати палива на відпущену теплову енергію споживачам.



Таблиця 1 – Зведена вартість сталевих та поліетиленових трубопроводів, для спорудження розрахованої газової мережі сільського населеного пункту

Одноступенева система газопостачання зі сталевих труб				Одноступенева система газопостачання з поліетиленових труб			
Зовнішній діаметр і товщина стінки, мм	Протяжність, км	Вартість 1 км, тис. грн.	Сума, тис. грн.	Зовнішній діаметр і товщина стінки, мм	Протяжність, км	Вартість 1 км, тис. грн.	Сума, тис. грн.
38x3,2	15,545	21,32	331	40x3,7	15,91	16,44	262
42,3x3,2	0,460	22,98	11	50x2,9	0,580	25,53	15
45x3	0,39	26,5	10	63x3,6	0,745	40,43	30
48x3	0,000	29,12	0	75x4,3	0,400	56,29	23
57x3	0,36	31,88	11	90x5,2	0,58	81,62	47
76x3	0,880	37,26	33	110x6,3	0,070	120,89	8
89x3	0,580	43,88	25				
108x3	0,07	53,61	4				
<b>Всього</b>		<b>426</b>				<b>385</b>	

А. А. Долішній описав апробовані в промислових умовах енерго- і тепло- технології, які дають можливість економити природний газ або заміщувати його іншими видами палива.

Не менш важливе місце в енергетичній системі України займають розподільні газові мережі населених пунктів.

Газова мережа — система трубопроводів (газопроводів), що служить для транспортування паливних газів та розподілу їх між споживачами. Крім того, це є основним елементом системи газопостачання населення та промисловості.

Залежно від призначення розрізняють такі газові мережі: розподільні, призначені для подачі газу від міських розподільних станцій, міських розподільних пунктів і сховищ газу до місць споживання, введення в будинки і спорудження, по яких газ надходить безпосередньо до споживачів. У середині будинків (споруджень) газ розподіляється по внутрішньобудинкових газопроводах.

Системи газопостачання являють собою складний комплекс споруджень. На вибір системи газопостачання міста впливає ряд факторів. Це насамперед розмір газифікованої території, особливості її планування, щільність населення, число і характер споживачів газу, наявність природних і штучних перешкод для прокладання газопроводів (рік, дамб, ярів, залізничних колій, підземних споруджень тощо). Під час проектування системи газопостачання розробляють ряд варіантів і роблять їхнє техніко-економічне порівняння. Для будівництва застосовують найвигідніший варіант.

Для обґрунтування енергозберігаючих технологій під час проектування розподільних газових мереж розглянуто одноступеневу систему газопостачання сільського населеного пункту.

Використовуючи методику аналітичного розрахунку газової мережі середнього тиску, проведено гідравлічний розрахунок: визначено

витрати газу на ділянках, втрати тиску та діаметри ділянок газової мережі. Розрахунок проведено для двох випадків:

- застосування сталевих трубопроводів;
- застосування поліетиленових трубопроводів.

Застосування поліетиленових труб для газопроводів має такі переваги:

- термін експлуатації довше, ніж у металевих (гарантійний термін 50 років);
- не вимагають катодного захисту, і тому майже не потребують обслуговування;
- не бояться контактів з водою і стійкі до більшості агресивних середовищ;
- поліетиленові труби в 2-4 рази легші сталевих;
- поліетиленові труби здатні витримувати змінні навантаження від ґрунту;
- поліетиленові труби діаметром від 20 до 110 мм випускаються бухтами від 50 до 500 метрів;
- стикове зварювання поліетиленових газопровідних труб значно дешевше, простіше і займає менше часу;
- поліетиленовий стик не вимагає ніяких додаткових витратних матеріалів (ізоляції, електродів);
- допускається використання терморезисторних муфт, при цьому процес зварювання значно спрощується;
- час підготовки зварників для поліетиленових газопровідних труб значно менше, ніж для сталевих;
- можливість прокладання газопроводу методом протягування;
- висока еластичність, а також низька шорсткість внутрішньої поверхні.

Результати розрахунків доцільно представити у вигляді таблиці 1.

Таким чином, проаналізувавши отримані результати, робимо висновок, що при спорудженні газової мережі з поліетиленових трубопроводів економія становить 10 %.

Таблиця 2 – Результати розрахунку витрат газу споживачами при врахуванні укрупненого показника максимального теплового потоку для будинків без енергозберігаючих технологій та із використанням енергозберігаючих технологій (вікна, утеплення), м<sup>3</sup>/рік

Будинки без енергозберігаючих технологій				Будинки із енергозберігаючими технологіями		
Витрата газу, м <sup>3</sup> /рік				Витрата газу, м <sup>3</sup> /рік		
Вид потреб	Газова піч з ККД 60%	Одноконтурний котел ККД 83%	Одноконтурний котел ККД 91,5%	Газова піч з ККД 60%	Одноконтурний котел ККД 83%	Одноконтурний котел ККД 91,5%
На господарсько-побутові потреби	506	506	506	506	506	506
На опалення	25776	18633	16902	20872	15088	13687
На вентиляцію	22912	16563	15024	18553	13412	12166
Всього	49194	35702	32432	39931	29006	26359

Наступним етапом роботи є дослідження ефективності проведення реконструкції внутрішньобудинкової мережі, шляхом заміни котельного обладнання старого покоління на більш сучасне.

Так, опалення природним газом почалось із застосування печей, коефіцієнт корисної дії яких становив до 65%. Згодом наприкінці 20 століття з'являються стаціонарні наземні газові котли, у яких коефіцієнт корисної дії досяг 85%. В 21 столітті коефіцієнт корисної дії в сучасних газових котлах складає більше 90%.

Дослідження полягають у проведенні розрахунків зміни витрати природного газу залежно від коефіцієнта корисної дії. Розрахунки проведено згідно з Державними будівельними нормами України ДБН В. 2.5-20-2001. Дана методика передбачає врахування укрупненого показника максимального теплового потоку для будинків, що залежить від часу їх будівництва та температури зовнішнього повітря для проектування опалення. Результати розрахунків, з врахуванням перерахованих пунктів наведено у таблиці 2.

**Висновки.** На основі детального аналізу представлених результатів досліджень встановлено, що використання поліетиленових трубопроводів дає можливість економити до 10% на матеріалах, а при заміні опалювальної техніки на ефективнішу з високим коефіцієнтом корисної дії (вище 90) - до 50%.

**Практична цінність отриманих результатів.** Практична цінність отриманих результатів полягає у тому, що запропоновані у роботі проектні та конструктивні рішення дають змогу зменшити тепловтрати будинків до 54 % і, як наслідок, обсяг споживання газу.

Наступним етапом даної роботи є вивчення питань заміщення традиційних джерел енергопостачання населення нетрадиційними, які дадуть можливість Україні стати більш незалежною в енергетичних аспектах.

### Література

1 Амоша О.І. Економічні перспективи енергетики України / О.І.Амоша, Д.Ю.Череватський // Вісник ДДМА. – 2008. - №2. – С.7-11.

2 Аналіз ефективності виконання державних програм у сфері енергозбереження. Аналітична записка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/567>.

3 Аналіз ефективності використання позик міжнародних фінансових організацій на виконання системних та інвестиційних проектів економічного і соціального розвитку України // Бюлетень Рахункової палати України. – К.: Рахункова палата України, 2007. – Вип. 6. – 186 с.

4 Андрійчук В. Енергобезпека: енергозбереження і напрями диверсифікації енергопостачання (у контексті перспективи взаємодії України та Польщі) / В.Андрійчук // Економічний часопис ХХІ. – 2007. - №7-8. – С.11-16.

5 Баясанов Д.Б. Распределительные системы газоснабжения / Д.Б. Баясанов, А.А. Ионин. – М.: Стройиздат, 1977. – 408 с.

6 Безносова Д. С. Прогнозирование динамики тепло- и энергопотребления под влиянием климатических изменений и оценка выбросов парниковых газов: [автореф. дис. канд. техн. наук: 05.14.01.] / Д. С. Безносова – М., 2005. – 20 с.

7 Бицадзе Д.Г. Прогнозирование расхода природного газа / Д.Г. Бицадзе, Р.И. Долмазашвили, Т.Ш. Хазалашвили. – Тбилиси, 1988. – 36 с.

8 Богословский В.Н. Тепловой режим здания / В.Н. Богословский. – М.: Стройиздат, 1979. – 248 с.

9 Богуславский Л.Д. Снижение расходов энергии при работе систем отопления и вентиляции / Л.Д. Богуславский. – М.: Стройиздат, 1985. – 336 с.

10 Бусаров В. Н. Электроэнергетика и климат / В. Н. Бусаров, И. И. Потапов. – М.: НИЦ «СИНАПС», 1995. – 114 с.

11 Волощук В. А. Наукові принципи розрахунку і оптимізації проектних, технічних і технологічних рішень з управління системами тепlopостачання на еколого-економічних заса-

- дах / В. А. Волощук, А. М. Рокочинський. – Київ, 2007. – 56 с.
- 12 ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
- 13 ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель.
- 14 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія.
- 15 Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 № 145-р.
- 16 Жовтянський В.А. Результативність і проблемні питання енергозбереження в Україні: муніципальний розріз / В. А. Жовтянський ; за заг. ред. А.В. Праховника. – К. : Альянс за збереження енергії, 2001. – С. 35–47.
- 17 Жовтянський В.А. Система нормування питомих витрат енергоресурсів: за та проти – запрошення до обговорення / В. А. Жовтянський, О. М. Суходоля // Новини енергетики. – 2001. – № 11. – С. 52–56.
- 18 Зоркальцев В.И. Анализ интенсивности и синхронности колебаний потребности в топливе на отопление / [Сер. препринтов сообщений «Автоматизация научных исследований»] / В.И. Зоркальцев, Е.Н. Иванова. – Сыктывкар: Коми научный центр Ур О АН СССР, 1989. – 24 с.
- 19 Малявина Е. Г. Теплопотери здания: [справочное пособие] / Е.Г. Малявина. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 144 с.
- 20 Мамедов Н.Я. Влияние климатических факторов на процесс газопотребления (на примере Азербайджанской ССР): [автореф. дис. на соиск. научн. ст. канд. техн. наук: спец. 05.23.03] / Н.Я. Мамедов. – Баку: Азербайджанский инженерно-строительный институт, 1985. – 22 с.
- 21 Маркус Т.А. Здания, климат и энергия / Т.А. Маркус, Э.Н. Моррис Перевод с англ. под ред. Н.В. Кобышевой, Е.Г. Малявиной. – Д.: Гидрометеиздат, 1985. – 82 с.
- 22 Находов В. Ф. Аналіз діючих в Україні методик нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів / В. Ф. Находов, О. В. Борисенко, К. К. Кочетова // Промелектро. – 2007. – № 2. – С. 42–48.
- 23 Находов В. Ф. Энергосбережение и проблема контроля эффективности энергоиспользования / В.Ф. Находов // Промислова електроенергетика та електротехніка. – 2007. – № 1. – С. 34–42.
- 24 Панкратов В.С. Информационно-вычислительные системы в диспетчерском управлении газопроводами / В.С. Панкратов, А.В. Дубинский, Б.И. Сипештейн. – Л.: Недра, 1988. – 246 с.
- 25 Попадько В.Е. Некоторые вопросы оперативного прогнозирования газопотребления методами теории случайных процессов: [автореф. дис. на соиск. научн. ст. канд.техн. наук: спец. 198] / В.Е. Попадько. – Москва: МИНХ и ГП им.И.М.Губкина, 1972. – 24 с.
- 26 Ратушняк Г.С. Энергозбереження та експлуатація систем теплопостачання: [навчальний посібник] / Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова. – Вінниця: ВДТУ, 2002. – 120 с.
- 27 Ратушняк Г.С. Энергозбереження та експлуатація систем теплопостачання: [навчальний посібник] / Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова. – Вінниця: ВДТУ, 2002. – 120 с.
- 28 СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика.
- 29 Стратегія енергозбереження в Україні : аналітично – довідкові матеріали: У 2 т. Т.1. Загальні засади енергозбереження / [Б.С. Стогній, М.М. Кулик, В.А. Жовтянський та ін.]. – К. : Академперіодика, 2006.-530 с.
- 30 Стратегія енергозбереження в Україні : аналітично – довідкові матеріали: У 2 т. Т.2. Механізми реалізації політики енергозбереження / [Б. С. Стогній, М. М. Кулик, В. А. Жовтянський та ін.]. – К. : Академперіодика, – 2006. – 600 с.
- 31 Хрилев Л. С. О влиянии климатического фактора на перспективную структуру топливно-энергетического баланса / Л. С. Хрилев. – Теплоэнергетика, 1965, №2. – с. 16-20.
- 32 Butterworth, D. Two-phase flow and heat transfer / D. Butterworth, G. Hewitt. S. 1. : Oxford Univ Press, 1977. - 328 p.
- 33 Ganic, E.N. Dispersed flow heat transfer / Ganic E.N., Rohsenov W.M. // Int. J. Heatant Mass Transfer. 1976. – vol.20. – P.855 -866.
- 34 Habbard, M.G. Regimes characteristics in horizontal two phase flow / Habbard M.G., Dukler A.E // Proc Stanford Univ. Press. – 1996. – p. 100.
- 35 Hewitt, G.F. Annular two-phase flow / Hewitt G.F., Hall-Taylor N.S. -S. 1: Pergamon Press, 1972. – 371 p.
- 36 Issa, R.I. Solution of the Implicitly Discretised Fluid Flow Equations by Operator Splitting / Issa, R.I. // J. Comput. Phys. – 1986. – vol.62. – P.40-65.
- 37 Long, Chalmers G., joint author. Energy conservation Standards for building design, construction, and operation. US: Mcgraw-Hill Book Company, 1978.
- 38 Nigmatulin, B.I. Heat and mass transfer and force interactions in annular dispersed two-phase flow / Nigmatulin B.I. // Heat Transfer, Munchen. 1982. – V7, № 1. – P.63-81.
- 39 Theofanous, T., Sullivan J. Turbulence in two-pase flows / Theofanous T., Sullivan J. // J/ Fluid Mech. 1982. - V.116. -P.343-362.
- 40 Van Doormaal, J.P. Enhancements of the Simple method for predicting incompressible fluid flows / J.P. Van Doormaal, G.D. Raithby. – Numerical Heat Transfer. 1984. - vol.7. - P. 147-163.

Стаття надійшла до редакційної колегії  
18.09.14

Рекомендована до друку  
професором **Грудзом В.Я.**  
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)  
професором **Зайцевим В.В.**

(Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв)