

НОВА ТЕМА

Асоціація інженерів енергоефективних технологій України
Київський Національний університет будівництва та архітектури

Адреса редакції 03037, м. Київ,
просп. Червонозоряний, 5, оф. 47
novatema@ukr.net; aietu@yandex.ru
тел.: (044) 249-8030

Вадим КОРБУТ головний редактор,
д. т. н., професор

Микола СТЕПАНОВ заступник головного
редактора, відповідальний секретар, к. т. н.,
доцент КНУБА

Олексій ВАСИЛЕНКО заступник головного
редактора, к. т. н., професор

Анна ЖОВНІР випусковий редактор

Дизайн та верстка: ТОВ «Імідж Принт»,
вул. Нововокзальна 8, тел.: (044) 528-5707

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Едуард МАЛКІН д. т. н., професор

Олег ЗАЙЦЕВ д. т. н., професор (м. Сімферопіль)

В'ячеслав ПІСАРЕВ д. т. н.

Євген НИКИФОРОВИЧ член-кор. НАН України
д. т. н., заст. директора Інституту Гідромеханіки
НАН України

Олексій ПІДГОРНИЙ доктор архітектури, професор

Леонід МУЛЯР кандидат архітектури, академік
Української академії архітектури

Юрій РОСКОВШЕНКО к. т. н., професор, завідувач
кафедри «Теплогазопостачання і вентиляції» КНУБА

Орест ВОЗНЯК к. т. н., завідувач кафедри
«Теплогазопостачання і вентиляція» Львівської
політехніки

Георгій РАТУШНЯК к. т. н., професор, директор
Інституту будівництва, теплоенергетики та газо-
постачання (м. Вінниця)

Олександр КУЗНЕЦЬ к. т. н., голова правління
Асоціації інженерів енергоефективних техно-
логій України

Володимир ПУЛЬ к. т. н., директор
«Слобожанщина-Інтерм» (м. Харків)

Володимир СКОРОХОД
директор ЗАТ «Теплотехніка» (м. Херсон)

Іван ВІВЧАРІВСЬКИЙ
директор ВТФ «Укрінтерм» (м. Львів)

Сергій САМАРІН начальник відділу технічного
розвитку СП «Укрінтерм» (м. Біла Церква)

Статті прорецензовані:

О. ЗАЙЦЕВ, М. СТЕПАНОВ

**Журнал включений до списку наукових
фахових видань України (Постанова президії
ВАК України № 1-05/4 від 14.10.2009 р.)**

Рекомендовано до випуску вченою радою
КНУБА, протокол №9 від 25.05.2012 р.

**Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ № 12638-1522 ПР від 25.04.2007 р.**

В журналі публікуються результати наукових до-
сліджень в галузі опалення, вентиляції, теплога-
зопостачання, енергозбереження, використання
нетрадиційних джерел енергії.

За достовірність інформації у рекламних статтях
відповідає рекламодавець. Редакція може не по-
діляти точку зору авторів. Редакція бере на себе
право редагувати та скорочувати матеріали. Пе-
редрук здійснюється тільки з дозволу редакції.
Посилання обов'язкові.



СЛОВО РЕДАКТОРА	4
НОВИНИ	4
ДОСВІД РЕГІОНІВ	
А. Скороход, С. Шаганов, Ю. Курганов Диспетчеризація, як основа безпечної експлуатації об'єктів	8
М.П.Савчук, Г.В.Атаманчук, М.М. Великий Практичний досвід реалізації енергоощадних проектів	11
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА	
Е. Я.Никифорович Європейський проект «ERAИМ»– запровадження новітніх методів стратегічного менеджменту для розвитку систем теплопостачання міст України	16
Л.В. Мельниченко Модернізація систем централізованого теплопостачання на засадах публічно- приватного партнерства	18
К.М Предун., О.М. Шевчук Стан та перспективи розвитку теплопостачання населених пунктів України.....	21
ПОЛІТИКА ГАЛУЗІ	
А.С. Киричок Енергоефективна політика країн ЄС в комунальній енергетиці.....	24
ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД	
Г.М.Дмитриев, В.В.Судиловская, В.К.Судиловский О развитии энергетики отраслей в народном хозяйстве Беларуси	27
ТЕНДЕНЦІЇ	
Н. Казимиров Солнечный коллектор – устройство для сбора тепловой энергии солнца	29
М.С. Коренблюм Тенденції щодо джерел тепла для доступного житла.....	32
Е. Легкун, Г. Поберезніченко Підвищення ефективності систем опалення шляхом використання нових конструкцій опалювальних приладів і захисту від корозії.....	34
Ж.А. Дудник Паяные пластинчатые теплообменники Альфа Лаваль	37
БУДІВНИЦТВО	
Л. Х. Муляр Основы биоклиматической архитектуры	39
Д. О. Сафонов Город будущего, экополис.....	42
ЕКОЛОГІЯ	
Т.В. Тимочко Екологічний погляд на оновлену Енергетичну Стратегію України.....	46
НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ	
М.Е.Тернюк, Р.Й.Когут, О.М.Печеник Забезпечення гранично високої економічної ефективності регіональних програм енергозбереження на етапі прийняття проектних рішень.....	38
О. М. Голишев, М. І. Красіков, Д. В. Михалків Регулювання теплової потужності циркуляційних стояків як захід енергозбереження в системах гарячого водопостачання житлових будівель.....	50
П. М. Гламаздін, Д. П. Гламаздін Енергоефективні теплові схеми опалювальних котелень систем централізованого теплопостачання	52
П.П. Куделя, В.П.Барабаш Энергетическая эффективность конденсационных котлов	55

Шановні читачі!



Микола Степанов,
заступник головного редактора

Дві події відбулися не так давно в Україні, на які вся Європа звернула увагу. Перша з них «Євро-2012». Організацію і проведення фінальної частини чемпіонату Європи з футболу Україна виконала на самому високому рівні. Європа ближче побачила Україну, її гостинність, її уміння й можливості співпрацювати з усіма країнами не тільки в спортивній сфері, а й в економіці, в торгівлі, в політиці, в інших напрямках. Навіть можна було почути, що Україна організувала «Євро-2012» краще, ніж Англія Олімпіаду-2012. Так це, чи не так не нам судити, але імідж України в Європі значно піднявся. Нам вірять і довіряють.

Друга подія ледь не перекреслила результати п'яти років підготовки та двох тижнів проведення чемпіонату Європи з футболу. Йдеться про прийняття Верховною Радою України так званого закону про мовну політику. Очевидно хотіли зробити як краще. Вирішили, що Україні надто необхідне прийняття такого закону. Якщо це й так, то чому це рішення було прийняте з такою поспішністю, чому його так інтригуюче довго не підписував Голова Верховної Ради? Чине приведе цей закон до деукраїнізації нашої країни? Може не треба було приймати неготове рішення? Власне кажучи в українців ніколи не було проблеми мови. Українську мову треба берегти і розвивати. Але нікому не забороняється говорити угорською, татарською, російською чи іншою мовою. Наш народ добрий, толерантний, привітливий і завжди знайде необхідні слова для спілкування. Є проблеми інші, які давно чекають вирішення. Це економічний і соціальний рівень життя, безробіття, справедливості, права людини, рівність усіх громадян перед законом. В міцних трудових колективах головне місце займають виробничі питання, фінансування основних напрямків наукового і технічного прогресу, реалізація виготовленої продукції. Наприклад, в колективі СП Укрінтерм плідно працюють російськомовні В.В. Скороход і В.М. Пуль, україномовні І.В. Вівчарівський і Т.І. Шевченко, словак Марек Шпіс, всі прекрасно один одного розуміють. Мова зовсім не заважає їм спілкуватися, приймати технічні, економічні та фінансові рішення за програмою виробництва. А таких колективів, як СП Укрінтерм, в Україні більшість.

КОРИСНА



Вимоги нормативних актів, у сфері будівництва

Директива ЄС 89/106/ЕЕС встановлює шість вимог до будівель і споруд, що держава повинна гарантувати споживачам:

- забезпечення механічного опору та стійкості
- дотримання вимог пожежної безпеки
- безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього природного середовища
- безпека експлуатації
- захист від шуму
- економія енергії

Зміст державного управління у сфері містобудування становить:

- проведення ліцензування і професійної атестації;
- розробка і затвердження будівельних норм, державних стандартів і правил, запровадження одночасної дії міжнародних кодів та стандартів;
- контроль за дотриманням

законодавства у сфері містобудівної діяльності.

Проектна документація на будівництво:

- не підлягають обов'язковій експертизі проекти об'єктів I-III категорій складності.
- обов'язковій експертизі підлягають проекти об'єктів, які, що належать до IV і V категорій складності.

Замовники та підрядники під час створення об'єкта архітектури зобов'язані:

- доручати виконання окремих видів проектних і будівельних робіт особам, які мають відповідну ліцензію (кваліфікаційний сертифікат);
- забезпечувати будівництво об'єктів архітектури згідно з робочою документацією, застосовувати будівельні матеріали, виробі і конструкції, які відповідають державним стандартам, нормам і правилам і такі, що пройшли

Кодекс України про адміністративні правопорушення

Порушення	Штраф (неоп.мін.)	
	громадяни	посадовці
вимог законодавства, будівельних норм, державних стандартів і правил та затверджених проектних рішень під час будівництва, реконструкції, реставрації, капітального ремонту об'єктів чи споруд	10-50	50-100
виконання будівельних робіт з будівництва об'єктів без реєстрації декларації про початок виконання		
на об'єктах I категорії складності	1000	1000
на об'єктах II категорії складності	2000	2000
на об'єктах III категорії складності	5000	5000
Здійснення авторського та технічного нагляду з порушенням вимог законодавства		400-500
передача замовнику проектної документації для виконання будівельних робіт на об'єкті, розробленої з порушенням вимог		900-1000

ІНФОРМАЦІЯ

сертифікацію.

- не включати до завдання на проектування умов, що суперечать вимогам законодавства України, затвердженій містобудівній документації, державним нормам, стандартам і правилам.

Порядок застосування будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу

Закон України Про відповідальність за правопорушення у сфері містобудівної діяльності

Порушення	Штраф (мін.з/п)
передача замовнику проектної документації для виконання будівельних робіт на об'єкті будівництва, розробленої з порушенням вимог законодавства, містобудівної документації, вихідних даних для проектування об'єктів містобудування, будівельних норм, державних стандартів і правил	
проектна організація	90
експертна організація	18
застосування будівельних матеріалів, виробів і конструкцій, що не відповідають державним нормам, стандартам, технічним умовам, проектним рішенням, а також тих, що підлягають обов'язковій сертифікації, але не пройшли її	90
виконання будівельних робіт з порушенням вимог будівельних норм, державних стандартів і правил або затверджених проектних рішень	45
залучення до виконання окремих видів робіт відповідальних виконавців, які не мають відповідного кваліфікаційного сертифіката, у випадках, коли такий сертифікат є обов'язковим згідно із законодавством	10
виробництво або виготовлення будівельних матеріалів, виробів, конструкцій, які підлягають обов'язковій сертифікації або показники безпеки яких наводяться в нормативних документах і підлягають підтвердженню відповідності шляхом сертифікації або декларування, але не пройшли їх	63
виробництво або виготовлення будівельних матеріалів, виробів, конструкцій, які не відповідають вимогам державних норм, стандартів або технічним умовам	126
виконання підготовчих робіт (I - III категорій складності)	5
виконання будівельних робіт (I-III категорій складності)	10
виконання підготовчих робіт без декларації	20
виконання буд. робіт без декларації (дозволу):	
I категорія складності	18
II категорія складності	36
III категорія складності	90
IV категорії складності	370
V категорії складності	900

- для проектування об'єктів замовник разом з проектувальником може застосовувати будівельні норми, розроблені на основі національних технологічних традицій, або будівельні норми, гармонізовані з нормативними документами ЄС, що обумовлюється в завданні на проектування.

- у проектній документації на один об'єкт не можуть одночасно застосовуватися будівельні норми, розроблені на основі національних технологічних традицій, та будівельні норми,

гармонізовані з нормативними документами ЄС.

Порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів (постанова КМУ від 13.04.2011 № 461)

- прийняття в експлуатацію об'єктів, що належать до I – III категорії складності, та об'єктів, будівництво яких здійснено на підставі будівельного паспорта, проводиться шляхом реєстрації Державною архітектурно-будівельною інспекцією та її територіальними органами поданої замовником декларації про готовність об'єкта до експлуатації.

- прийняття в експлуатацію об'єктів, що належать до IV і V категорії складності, здійснюється на підставі акта готовності об'єкта до експлуатації шляхом видачі Інспекцією сертифіката.

- на об'єкті повинні бути виконані всі передбачені проектною документацією згідно із державними будівельними нормами, стандартами і правилами роботи, а також змонтоване і випробуване обладнання.

Стаття 24. Особливості регулювання земельних відносин при здійсненні містобудівної діяльності

1. Документація із землеустрою розробляється з урахуванням положень плану зонування та/або детального плану території.

3. У разі відсутності плану зонування або детального плану території, затвердженого відповідно до вимог цього Закону, надання земельних ділянок із земель державної або комунальної власності у власність чи користування фізичним та юридичним особам для містобудівних потреб забороняється. (набирає чинності з 1 січня 2013 року).

4. Зміна цільового призначення земельної ділянки, яка не відповідає плану зонування території та/або детальному плану території забороняється. (набирає чинності з 1 січня 2013 року).

Кваліфікаційний рівень



Корпорація «Європейська енергетична компанія», однією з головних цілей діяльності якої є об'єднання фінансового, виробничого, науково-технічного потенціалу учасників корпорації, мобілізація виробничих, трудових і науково-технічних ресурсів підприємств для виробництва, реалізації та обслуговування теплогенеруючого обладнання; має у своєму складі фахівців із кваліфікаційними сертифікатами. Серед них налічується два кваліфікаційні сертифікати з економії енергії, три - із кошторису, два інженери-проектувальники сертифіковані із захисту від шуму, а також у Корпорації ЄЕК є кваліфікаційний сертифікат із технології будівельного виробництва.

Затрати на виробництво 1 кВт·год тепла при використанні різних енергетичних джерел

№ №	Найменування	Опалювальна площа, кв.м при теплових втратах 87,0 Вт/кв.м	Ціна енергоносія з п.д.в., Грн	К.к.д. котла	Пряма ціна 1 кВт·год тепла, Грн	Термін амортизації котла	Ціна 1 кВт·год тепла з врахуванням амортизації обладнання та експлуатаційних затрат, Грн
Газ природний, що використовується населенням на побутові потреби, теплотворність 9,46 кВт·г/куб.м							
1	Річний обсяг споживання газу: не перевищує 2 500 куб.м.	111	725,4	92%	0,08	10	0,15
2	- " -	124	725,4	103%	0,07	10	0,16
3	Річний обсяг споживання газу: не перевищує 6 000 куб.м.	266	1 098,0	92%	0,13	10	0,15
4	- " -	298	1 098,0	103%	0,11	10	0,15
5	Річний обсяг споживання газу: не перевищує 12 000 куб.м.	532	2 248,2	92%	0,26	10	0,30
6	- " -	596	2 248,2	103%	0,23	10	0,29
7	Річний обсяг споживання газу: перевищує 12 000 куб.м.	532	2 685,6	92%	0,31	10	0,34
8	- " -	596	2 685,6	103%	0,28	10	0,32
Вартість послуг з газопостачання для							
9	Бюджетних установ та промислових споживачів	5 350	4 687,4	92%	0,54	14	0,59
10	- " -	5 350	4 687,4	103%	0,48	14	0,54
13	Підприємств комунальної тепло-енергетики	5 350	1 309,2	92%	0,15	14	0,20
14	- " -	5 350	1 309,2	103%	0,13	14	0,19
Газ природний скраплений, теплотворність 7,52 кВтг / літр							
15	Газ природний скраплений, літр	88	6,5	92%	0,94	10	1,02
16	- " -	99	6,5	103%	0,84	10	0,95
17	- " -	212	6,5	92%	0,94	10	0,97
18	- " -	237	6,5	103%	0,84	10	0,89
Електроенергія, що відпускається населенню:							
19	за обсяг, спожитий понад 150 кВт·год до 800 кВт·год електроенергії на місяць	172	36,48	98%	0,37	7	
	- " - понад 800 кВт·год (тариф А)	172	95,76	98%	0,98	7	0,93
20	яке проживає в сільській місцевості, за обсяг, спожитий понад 150 кВт·год до 800 кВт·год електроенергії на місяць	172	33,72	98%	0,34	7	
	- " - понад 800 кВт·год (тариф В)	172	95,76	98%	0,98	7	0,92
21	яке проживає в житлових будинках (у тому числі в житлових будинках готельного типу та гуртожитках), обладнаних у встановленому порядку електроопалювальними установками або електроопалювальними установками та кухонними електроплитами (у тому числі в сільській місцевості) в період з 1 жовтня по 30 квітня за обсяг, спожитий до 1 800 кВт·год електроенергії на місяць	172	21,54	98%	0,22	7	
	- " - понад 1 800 кВт·год (тариф С)	172	95,76	98%	0,98	7	0,74
22	яке проживає в багатоквартирних будинках, не газифікованих природним газом і в яких відсутні або не функціонують системи централізованого теплопостачання: в період з 1 жовтня по 30 квітня за обсяг, спожитий до 1 800 кВт·год електроенергії на місяць	69	21,54	98%	0,22	7	
	- " - понад 1 800 кВт·год (тариф D)	69	95,76	98%	0,98	7	0,38
Електроенергія, що відпускається населенню за 2 зонним тарифом:							
23	тариф А	172		98%	0,88	10	1,09
24	тариф В	172		98%	0,87	10	1,09
25	тариф С	172		98%	0,69	10	0,91
26	тариф D	69		98%	0,27	10	0,43

Електроенергія, що відпускається населенню за 2 зонним тарифом:

23	тариф А	172		98%	0,88	10	1,09
24	тариф В	172		98%	0,87	10	1,09
25	тариф С	172		98%	0,69	10	0,91
26	тариф D	69		98%	0,27	10	0,43

Електроенергія, що відпускається населенню за 3 зонним тарифом:

27	тариф А	172		98%	0,88	10	1,09
28	тариф В	172		98%	0,87	10	1,09
29	тариф С	172		98%	0,69	10	0,91
30	тариф D	69		98%	0,27	10	0,43

Електроенергія, що відпускається юридичним особам:

31	I клас напруги - 27,5 кВ і вище (тариф Е)	1 200	89,24	98%	0,91	10	0,94
32	II клас напруги - до 27,5 кВ (тариф І)	1 200	113,60	98%	1,16	10	1,19

Електроенергія, що відпускається юридичним особам за 2 зонним тарифом:

33	тариф Е	1 200	89,24	98%	0,36	14	0,56
34	тариф І	1 200	113,60	98%	0,46	14	0,66

Електроенергія, що відпускається юридичним особам за 3 зонним тарифом:

35	тариф Е	1 200	89,24	98%	0,32	14	0,52
36	тариф І	1 200	113,60	98%	0,41	14	0,61

Тепловий насос "розсіл - вода"

37	тариф А	172		3,0	0,22	15	1,26
38	тариф В	172		3,0	0,22	15	1,25
39	тариф С	172	21,54	3,0	0,07	15	1,11
40	тариф D	69	21,54	3,0	0,07	15	1,43

Сонячний тепловий насос

41	тариф А	172		6,0	0,06	15	1,33
42	тариф В	172	33,72	6,0	0,06	15	1,33
43	тариф С	172	21,54	6,0	0,04	15	1,31
44	тариф D	69	21,54	6,0	0,04	15	1,63

Тепловий насос "розсіл - вода"

45	тариф Е	1 200	89,24	3,0	0,30	25	0,71
46	тариф І	1 200	113,60	3,0	0,38	25	0,79

Сонячна енергія

47	Сонячна енергія		0,00	70%	0,00	15	0,74
----	-----------------	--	------	-----	------	----	------

Рослинні види палива

48	Щепа, 3,75 кВт·год/кг, 230 кг/м ³	м ³	345	170,00	87%	0,23	10	0,41
49	Щепа, 3,75 кВт·год/кг, 230 кг/м ³	м ³	1 380	170,00	87%	0,23	15	0,28
50	Дрова, 4,0 кВт·год/кг, 530 кг/м ³	м ³	345	250,00	71%	0,17	10	0,21
51	Дрова, 4,0 кВт·год/кг, 530 кг/м ³	м ³	1 380	250,00	80%	0,15	15	0,17
52	Дрова, 4,0 кВт·год/кг, 530 кг/м ³ , піроліз	м ³	230	250,00	91%	0,13	10	0,21
53	Дрова, 4,0 кВт·год/кг, 530 кг/м ³ , піроліз	м ³	1 150	250,00	90%	0,13	15	0,16
54	Пелети з деревини, 5,0 кВт·год/кг,	кг	290	1,21	91%	0,27	10	0,48
55	Пелети з деревини, 5,0 кВт·год/кг,	кг	1 150	1,21	91%	0,27	15	0,32
56	Пелети з лущиння, 5,0 кВт·год/кг,	кг	1 150	0,94	90%	0,21	15	0,27
57	Брикети з деревини, 5,0 кВт·год/кг,	кг	290	0,94	90%	0,21	10	0,27

Вугілля

58	Вугілля марки АК, 8,37 кВт·год/кг,	т	138	1 750	82%	0,25	10	0,35
59	Вугілля марки АМ, 8,14 кВт·год/кг,	т	230	1 650	82%	0,25	10	0,32
60	Вугілля марки АС, 8,02 кВт·год/кг,	т	5 750	1 550	80%	0,24	10	0,27
61	Брикети вугільні, 8,00 кВт·год/кг,	т	574	900	78%	0,14	10	0,22

49	Рідке паливо, 11,9 кВт·год/кг	кг		4,70	92%	0,36	15	0,43
----	-------------------------------	----	--	------	-----	------	----	------

ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ, КАК ОСНОВА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ

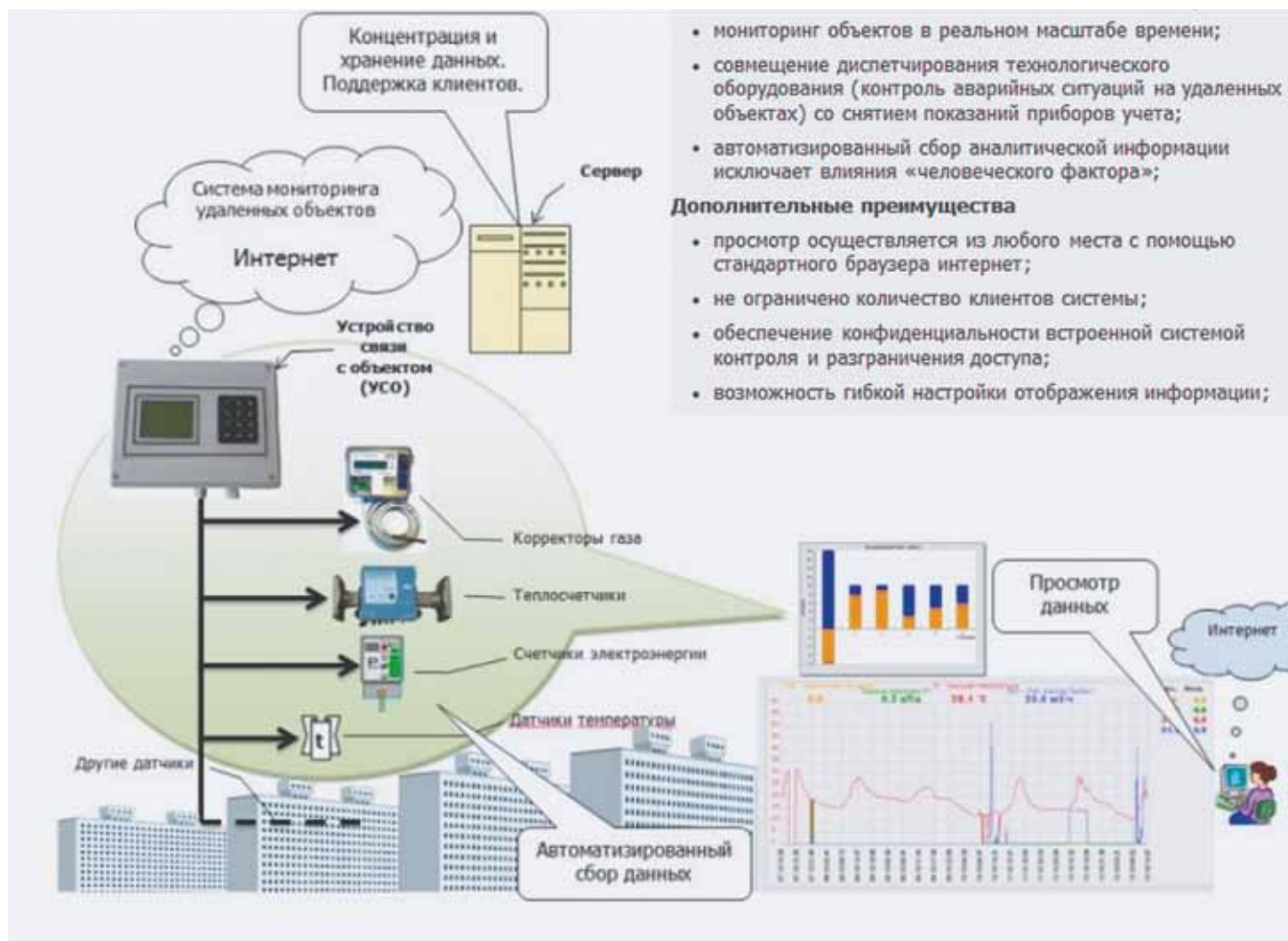
Скороход А. - Директор ООО "ТК "Теплотехника"
Шаганов С. - инженер СКБ "Простор"
Курганов Ю. - инженер СКБ "Простор"

В статье описывается новый подход к диспетчеризации по средствам удаленного управления объектами. В частности рассмотрена система «Простор», которая представляет собой комплект устройств и программ, обеспечивающих сопряжение с наиболее востребованными типами датчиков, измерителями и приборами учета – счетчиками газа, электроэнергии, воды и т.п.

У статті описується новий підхід до диспетчеризації шляхом віддаленого управління об'єктами. Зокрема, розглянута система «Простор» яка являє собою комплект пристроїв і програм, що забезпечують сполучення з найбільш затребуваними типами датчиків, вимірниками і приладами обліку - лічильниками газу, електроенергії, води тощо.

In the article the new going of remote objects management is described. The system "Prostor", that is a complete set of devices and programs, providing an interface with the most highly sought types of sensors, measuring devices and devices of account - by the meters of gas, electric and water power is considered.

Система "ПРОСТОР" - использование возможностей интернет технологий



Как известно, диспетчеризация это централизация (концентрация) оперативного контроля и координация управления процессами с целью обеспечения согласованного функционирования отдельных звеньев системы или подсистем для достижения при их эксплуатации заданных технико-экономических показателей. В общем случае задача диспетчеризации охватывает контроль и управление технологическими процессами, контроль и оперативное распределение материальных и энергетических ресурсов, транспортных средств, учёт работы машин и механизмов, способствуя предотвращению простоев оборудования и потерь рабочего времени. Круг задач, реализуемых системами диспетчеризации, расширялся по мере развития транспорта, энергетики, производства, требования к оборудованию и функцио-

реализации и дальнейшего развития таких систем, с другой стороны — достаточно дешев, надежен и удобен для организации рабочих мест диспетчера, обеспечивает низкую стоимость и высокую надежность хранения и обработки данных, решает вопросы конфиденциальности. Примером реализации такого подхода есть система «Простор».

Создание системы «Простор» стало возможным благодаря развитию современных информационных технологий и микропроцессорной техники, а также стремительного внедрения интернет во все сферы деятельности человека и значительного увеличения доступности предоставляемых интернет услуг.

Система «Простор» условно состоит из трех уровней:

- уровень сопряжения с объектом размещается непосредственно на объектах, которые подлежат мониторингу, и выполняет согласование с приборами учета — счетчиками, датчиками и т.п.;
- уровень сбора данных посредством интернет - технологии обеспечивает передачу информации с объектов в базу данных, расположенную на интернет - сервере, реализуется устройством УСО;
- уровень хранения и отображения поддерживает базу данных, расположенную на интернет - сервере, доступ к которой осуществляется через интернет - сайт со специализированным интерфейсом. Для обеспечения конфиденциальности используется система профилирования и контроля доступа.

Система «Простор» представляет собой комплект устройств и программ, которые обеспечивают сопряжение с наиболее востребованными типами датчиков, измерителями и приборами учета — счетчиками газа, электроэнергии, воды и т.п. Устройства комплекта преобразуют информацию в цифровой формат и передают по сетевой технологии устройству связи с объектом (УСО).

Устройство УСО с заданной частотой передает собранную информацию на сервер в интернет, информация накапливается в базе данных сервера.

Пользователь системы, имеющий доступ к информации, может просматривать данные с любого компьютера, используя стандартный браузер.

В случае возникновения аварии на объекте, информация на сервер передается в экстренном порядке, а также дублируется с помощью рассылки SMS-сообщений.

Основным элементом системы есть устройство связи

1. Общие показатели расхода энергоресурсов.

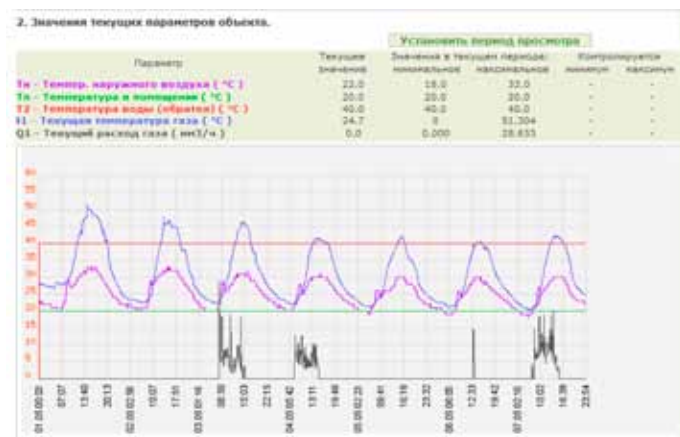
Вид ресурса	Потреблено	Остаток	Лимит
Потреблено газа (м3)	115938.635	92.8% 92.8%	125000
Выработано тепла (Гкал)	-	58% Дело-режим / 42% 42%	200000
Потреблено электроэнергии (кВт/ч)	-	231.9% 231.9%	50000
Потреблено воды (м3)	-	77.3% Дело-режим / 22.7% 22.7%	150000



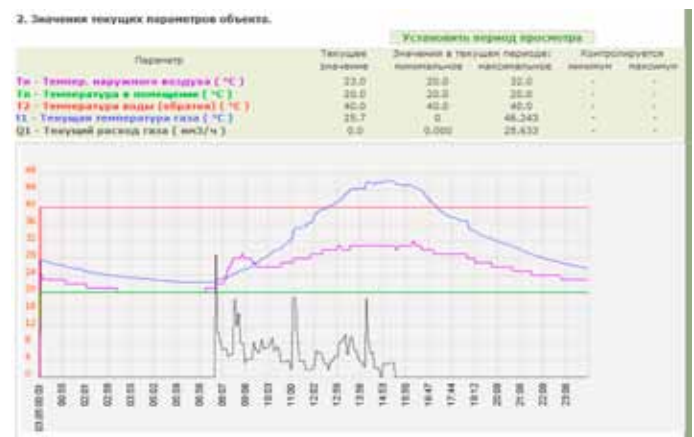
Общая панель расхода энергоресурса

нальности диспетчерских систем вырабатывались достаточно давно и в большой степени зависят от специфики объекта диспетчеризации. Если для транспорта, связи, энергетики особых ограничений по цене нет, то для диспетчеризации офисных зданий, муниципальной и коммерческой недвижимости, разнообразных городских коммунальных сетей и служб, как то тепловые сети, водопровод и водоотведение, наружное уличное освещение, ЦТП и лифтовое хозяйство ценовой фактор имеет достаточно большое значение.

В настоящее время решение задач построения таких систем возможно с применением таких технологий, как SCADA - системы, OPC - сервера, специализированных систем диспетчеризации и визуализации, но наиболее приемлемым, на наш взгляд, есть применение WEB- диспетчеризации. Такой подход с одной стороны позволяет интегрировать в единую систему самые разнообразные процессы, предоставляя единую платформу для



Текущие параметры объекта - неделя



Текущие параметры объекта - сутки

ПРАКТИЧНИЙ ДОСВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГООЩАДНИХ ПРОЕКТІВ

Атаманчук Г.В., ПП ТОВ "Полісся-Інтерм"
Великий М.М., головний спеціаліст КП Житомирпроект
Савчук М.П., директор АСЕП

У статті розглянуто впровадження енергозберігаючих технологій на прикладі технічного переоснащення котельні в м. Житомир.

В статье рассмотрено внедрение энергоэффективных технологий на примере технического переоборудования котельной в г. Житомир.

In the article introduction of energy effective technologies is considered on the example of technical re-equipment of boiler room in Zhytomyr.



Перелік заходів, спрямованих на впровадження енергоощадних технологій достатньо великий і включає утеплення зовнішніх стін будівель, заміну вікон і дверей на теплоізоляційні, впровадження конденсаційних котлів та котлів на місцевому паливі (дрова, щепи, пелети). До цього переліку необхідно додати перспективні розробки: геліоустановки, теплові насоси, когенераційні системи, опалення на теплонакопичувачах моделі YFWi, тощо.

Асоціація «Сучасні Енергетично – Будівельні підприємства» (м. Житомир) засновниками якої є ТОВ «Полісся – Інтерм» та ТОВ «Вірма – Електро» об'єднує понад 10 підприємств енергетично – будівельної галузі. Наші підприємства і організації: ТОВ «Полісся – Інтерм», ТОВ «Вірма – Електро», КП «Житомирпроект» та інші активно займаються впровадженням подібних технологій. Це потреба часу, оскільки в області, на сьогодні, ще знаходяться в експлуатації понад 1000 котлів НІСТУ-5, ККД яких, за оптимістичними оцінками, не перевищує 75 – 80%.

В поточному році ТОВ «Полісся – Інтерм» розробило низку проектів переоснащення котельень з встановленням високоефективних конденсаційних котлів і котлів на місцевих видах палива.

Розглянемо конкретний проект, що передбачає реконструкцію існуючої котельні без збільшення потужності та зміни конструктивних елементів будівлі.

На даний час в котельні встановлено наступне енергетичне обладнання:

Водогрійний котел НІСТУ-5 потужністю 0,54 МВт	6 шт
Паровий котел МЗК-7АГ потужністю 0,6 МВт	1 шт
Мережний насос БКМ-12 з потужністю двигуна 17,5 кВт	1 шт
Мережний насос БК8 з потужністю двигуна 17,5 кВт	1 шт
Підживлювальний насос К20/30 з потужністю двигуна 5,5 кВт	2 шт
Живильний насос ПН1,6/16 з потужністю двигуна 1,5 кВт	1 шт

Теплова потужність існуючої котельні до переоснащення становить 4,0 МВт, теплове навантаження складає 2,93 МВт. Тепло механічна частина котельні морально застаріла та малоефективна. Термін експлуатації існуючих котлів закінчився у 1987-1996 роках, їх загальний ККД знизився до 76%.

Насосне обладнання також не модернізувалося і його електрична потужність при існуючому навантаженні завищена. З метою заощадження паливно-енергетичних ресурсів, підвищення ефективності існуючої системи тепlopостачання та його надійності пропонується провести переоснащення діючої котельні в межах наявного приміщення без зміни встановлених режимів роботи.

Реконструкція передбачає заміну водогрійних котлів НІСТУ-5 на більш економічні та надійні котли з ККД не менш 93%, а також впровадження більш широкого кола енергоощадних інженерно-технічних рішень, а саме:

- встановити сучасні пальники;
- замінити мережеві насоси;
- замінити підживлювальні насоси;
- замінити циркуляційні та рециркуляційні насоси ГВП;
- замінити теплообмінники;
- встановити хімічну деаерацію;
- узгодити регулювання температури теплоносія в системі опалення.

Проектом передбачається встановити два нових сучасних конденсаційних котли теплопродуктивністю 0,978 МВт та 0,895 МВт, обладнаних сучасними високоефективними пальниками з ККД 109% при конденсаційному режимі та 98% при звичайному режимі. Для забезпечення системи гарячого водopостачання встановлюється два водогрійні котли продуктивністю 0,537 МВт, ККД яких при максимальній потужності – 93,4%. Також в котельні

встановлюються мережні насоси Wilo IPL 80/155-7,5/2 – 2 шт., циркуляційні насоси Wilo IPL 65/140-4/2 – 2 шт., рециркуляційні насоси ГВП Wilo IPL 40/120-1,5/2 – 2 шт., підживлювальні насоси Wilo Multivert MVI 803 – 2 шт., (один робочий, один резервний), хімічна деаерація води з насосом-дозатором типу Seco Tekna Evo TPG 500 1,5/6 для пропорційного введення реагенту (засіб протиокислювальної корозії та відкладень накипу), теплообмінники ТТАИ «Теплообмін» 150/1900 потужністю 581 кВт – 2 шт. Збільшення загального ККД котельні після технічного переоснащення, а також зменшення електричної потужності насосного обладнання заощадить значну кількість паливно-енергетичних ресурсів. Джерелом газopостачання слугує існуючий газopровід середнього тиску 0,3 МПа Ду100.

Порівняння витрат газу для забезпечення опалення та гарячого водopостачання існуючих котлів з пропозицією проекту

/п	Адреса споживача	Відомча приналежність	Навантаження, Гкал/год		
			Опалення	ГВП	Всього
1	Сабурова, 2	ЦМЛ №2	0,998	0,762	1,76
2	Сабурова, 2	Паталогоанат. бюро	0,049	0,035	0,084
3	Сабурова, 2	Центр матері та дитини	0,623	0,463	1,086
Загальне підключене навантаження			1,67	1,26	2,93
З втратами в теплових мережах - 5,9%					3,1

Розрахуємо кількість теплоти, необхідної для опалення споживачів, для чого використовуємо формулу:

$$Q_{piv.on.} = \frac{Q_{роз} (t_e - t_{н.ср}) \cdot n \cdot 24}{(t_e - t_n)};$$

де – $Q_{роз} = 1,67$ Гкал/год - розрахункова погодинна витрата тепла на опалення;

t_e – розрахункова температура внутрішнього повітря в опалювальному приміщенні;

$t_{н.ср}$ - середня температура зовнішнього повітря впродовж опалювального періоду, °С. Для м.Житомира $t_{н.ср} = -0,8$ °С.

$n = 192$ діб – тривалість опалювального періоду;

24 – кількість годин роботи системи опалення протягом доби;

$t_n = -22$ °С (опалення) – розрахункова температура зовнішнього повітря.

$$Q_{on.} = \frac{0,998 \cdot (20 - (-0,8)) \cdot 192 \cdot 24}{(20 - (-22))} + \frac{0,049 \cdot (16 - (-0,8)) \cdot 192 \cdot 24}{(16 - (-22))} + \frac{0,623 \cdot (25 - (-0,8)) \cdot 24 \cdot 192}{(25 - (-22))} = 3953,19 \text{ Гкал.}$$

Кількість теплоти, необхідної для забезпечення потреби гарячого водopостачання на протязі року становить:

$$Q_{piv.гв} = \frac{Q_{гв}}{2,4} \cdot 10 \cdot 192 + \frac{Q_{гв}}{2,4} \cdot 0,8 \cdot 10 \cdot (350 - 192), \text{ Гкал};$$

де: $Q_{гв}$ – розрахункова погодинна витрата тепла на гаряче водopостачання;

10 – кількість годин подачі гарячої води за добу;

0,8- коефіцієнт, що враховує зміну середнього теплового потоку в неопалювальний період;

350 – кількість діб роботи системи ГВП за рік.

$$Q_{\text{річ.зв}} = \frac{0,762}{2,4} \cdot 10 \cdot 192 + \frac{0,762}{2,4} \cdot 0,8 \cdot 10 \cdot 158 + \frac{0,498}{2,4} \cdot 24 \cdot 192 + \frac{0,498}{2,4} \cdot 0,8 \cdot 24 \cdot 158 = 2596,55 \text{ Гкал.}$$

Кількість корисно використаної теплоти для забезпечення опалення та гарячого водопостачання споживачів становитиме:

$$Q_k = Q_{\text{оп}} + Q_{\text{гв}} = 3953,19 + 2596,55 = 6549,74 \text{ Гкал}$$

Визначимо кількість відпущеного тепла з втратами в теплових мережах 5,9%.

$$Q_{\text{відн.}} = Q_k \frac{100}{100 - p} = 6549,74 \cdot \frac{100}{100 - 5,9} = 6960,4 \text{ Гкал};$$

Визначимо середнє споживання газу за опалювальний період:

$$B = \frac{Q_{\text{відн.}}}{Q_n^p \times \eta},$$

Q_n^p – нижча теплотворна спроможність палива, 8159 ккал/м³; – ККД котла;

Визначимо річні витрати природного газу при експлуатації існуючих водогрійних котлів НІСТУ-5:

$$B_1 = \frac{Q_{\text{відн.}}}{8159 \cdot \eta_1} = \frac{6960,4 \cdot 10^6}{8159 \cdot 0,76} = 1122,493 \text{ тис. м}^3$$

Після технічного переоснащення котельні, ККД водогрійних котлів значно підвищиться, тому витрати природного газу зменшаться.

Визначимо річні витрати природного газу на опалення при експлуатації конденсаційних котлів з ККД- 109/98. Згідно температурного графіку для м. Житомира, робота котла у конденсаційному режимі можлива лише при температурі атмосферного повітря вищій за 0°C. Згідно СНіП 23-01-99 для м. Житомира тривалість періоду з середньодобовою температурою повітря нижче 0°C становить 109 діб, вищій за 0°C - 83 доби.

$$B_2^{\text{оп}} = \frac{Q_{\text{відн.}}}{8159 \cdot \eta_2} = \frac{2384,92 \cdot 10^6}{8159 \cdot 0,98} + \frac{1816,1 \cdot 10^6}{8159 \cdot 1,09} = 502,48 \text{ тис. м}^3$$

Річні витрати природного газу на гаряче водопостачання становитимуть:

$$B_2^{\text{гв}} = \frac{Q_{\text{відн.}}}{8159 \cdot \eta_2} = \frac{1659,7 \cdot 10^6}{8159 \cdot 0,934} + \frac{1092,64 \cdot 10^6}{8159 \cdot 1,09} = 340,65 \text{ тис. м}^3$$

Загальні річні витрати природного газу по котельні після технічного переоснащення становлять:

$$B_2 = B_2^{\text{оп}} + B_2^{\text{гв}} = 502,48 + 340,65 = 843,13 \text{ тис. м}^3$$

Заощаджено газу:

$$E = B_1 - B_2 = 1122,493 - 843,13 = 279,363 \text{ тис. м}^3,$$

що становить 25% від теперішніх витрат.

Річний відпуск тепла бюджетним споживачам по існуючому джерелу тепlopостачання становить 100%.

Розрахуємо вартість опалення та гарячого водопостачання до та після реконструкції, яка складається з вартості газу та електроенергії. Витрати на гаряче водоспоживання залишається без змін.

Вартість газу рахуємо, виходячи з тарифу на 2012р., який складає для бюджетних та інших організацій за 1000 м³ - 4185,61 грн.

Вартість природного газу, витраченого на одержання за відпущеного тепла до переоснащення:

$$1122,493 \cdot 4185,61 / 1000 = 4698,32 \text{ тис. грн.}$$

Вартість природного газу, витраченого на одержання за відпущеного тепла після переоснащення:

$$843,13 \cdot 4185,61 / 1000 = 3529,01 \text{ тис. грн.}$$

Природний газ	До технічного переоснащення	Після технічного переоснащення
Вартість, тис. грн:	4698,32	3529,01

Сума витрат за електроенергію до реконструкції при тарифі у 1002,72 грн за 1000 кВт:

$$\text{Складає } 128,4 \cdot 1,00272 = 128,75 \text{ тис. грн}$$

Сума витрат за електроенергію після реконструкції при тарифі у 1002,72 грн за 1000 кВт:

$$\text{Складає } 104,89 \cdot 1,00272 = 105,175 \text{ тис. грн.}$$

Загальна вартість опалення та ГПВ при існуючому стані котельні становить 4698,32 + 128,75 = 4827,07 тис. грн.

Загальна вартість опалення та ГВП після реконструкції становить 3529,01 + 105,175 = 3634,185 тис. грн.

В розрахунку на рік заощаджено 4827,07 - 3634,185 = 1192,885 тис. грн.

Термін окупності

Загальна кошторисна вартість проекту складає 3073,061 тис. грн. Термін окупності розраховується як відношення капітальних вкладень до прибутку, тобто 3073,061 грн / 1192,885 грн = 2,5 роки.

Розрахунок показує, що реалізація проекту, після строку окупності, щороку буде приносити до 1192,885 тис. грн. прибутку.

Соціальні, технічні та економічні надбання від реалізації проекту:

- підвищення ефективності роботи джерела тепlopостачання;
- зменшення споживання природного газу та електроенергії;
- зменшення викидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище;
- покращення якості та підвищення надійності системи тепlopостачання..

Крім цього КП «Житомирпроект» спільно з ТОВ «Торговий дім Крігер» розробляють проекти переведення котельень в Чернігівській і Полтавській областях на використання відходів деревини, лушпиння соняшника.

При цьому неефективні котли «НІСТУ - 5» міняються на котли KB5(a) - 2,5, 1,5, 0,82, 0,5 і 0,3 МВт.

Всі котли комплектуються мультициклонами з ККД 97%. Подача палива здійснюється за схемою «живе дно», або шнеками з механізованою системою видалення попелу.

При переводі котельних на спалювання місцевих видів палива економічний ефект досягається за рахунок різниці вартості палива, проте збільшуються затрати на обладнання, амортизаційні витрати і заробітну плату. Разом з тим, термінів окупності від реалізації цих проектів становлять 1,5 - 3 роки.

(Стаття надійшла в редакцію 18.08.2012)

СП «УКРІНТЕРМ» ПРЕСТАВЛЯЄ:



Модульні котельні установки системи «Укрінтерм»

Модульні котельні установки системи «Укрінтерм» призначені для теплопостачання і гарячого водопостачання виробничих, житлових і громадських будівель і споруд. Котельні установки montуються з виготовлених в заводських умовах модулів нагріву МН Еко (80, 100, 120 кВт), модулів гарячого водопостачання МГВ (100-250 л/хв.), модулів-регуляторів системи опалення, а також модулів для підключення різноманітного технологічного обладнання та комплексу аксесуарів для монтажу.



Транспортабельні модульні котельні установки ТМКУ

Транспортабельні модульні котельні установки системи «Укрінтерм» (ТМКУ) застосовуються для теплопостачання та гарячого водопостачання виробничих, житлових та громадських будівель і споруд. Виготовляються в контейнерах з габаритними розмірами, що дозволяють перевозити їх автомобільним транспортом, на базі нагрівальних модулів МН80еко, МН100еко і МН120еко потужністю від 100 кВт до 2 МВт. Після встановлення на місці експлуатації і підключення до водяних, газової та електричної мереж установка повністю готова до опалення і гарячого водопостачання.



Котли серії «БОГДАН»

Котли опалювальні водогрійні підлогові з чавунним теплообмінником серії «Богдан» з примусовою циркуляцією теплоносія тепловою потужністю 40, 47, 55, 80 і 100 кВт з покращеними екологічними характеристиками використовуються для опалення квартир, офісів, майстерень, комунальних споруд площею до 1000 кв.м. Котли обладнані спеціальним низькофакельним водоохолоджуваним паливом, що дозволяє значно скоротити вміст шкідливих речовин в продуктах згорання.



Шкафні регуляторні пункти ШРП

Шкафні регуляторні пункти (ШРП) призначені для зниження тиску газу. Застосовуються в побутовому та промисловому секторі: колонки, котли, промислові печі, пальники, а також інша апаратура, що споживає газ та потребує точного та швидкого регулювання тиску газу, його очищення та, якщо необхідно, комерційного обліку.



Котли серії «Укрінтерм»

Котли опалювальні водогрійні підлогові УКРІНТЕРМ-13 та УКРІНТЕРМ-20 (13 і 20 кВт) зі сталевим теплообмінником призначені для опалення житлових будинків та споруд комунально-побутового призначення, обладнаних системами водяного опалення з природньою циркуляцією теплоносія. В котлах «Укрінтерм-42» конденсаційного типу застосовується новітня технологія відбору тепла, завдяки якій суттєво підвищується ККД та знижується вміст шкідливих речовин у продуктах згорання.



Модулі нагріву МН240

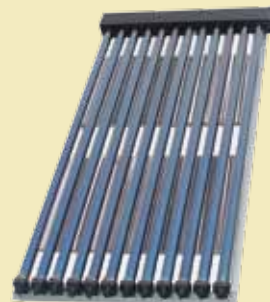
В модулях нагріву МН240 конденсаційного типу застосовується новітня технологія відбору тепла, завдяки якій суттєво підвищується ККД (в звичайному режимі - 97%, у конденсаційному - 103%) та знижується вміст шкідливих речовин у продуктах згорання: CO - 50 мг/м3, NOx - 15 мг/м3.





Геліосистеми

Геліосистеми на базі високоефективних вакуумних сонячних колекторів дозволяють використовувати безкоштовні сонячні ресурси для приготування гарячої води, опалення, підігріву басейнів в котеджах, санаторіях, на підприємствах тощо.



Котли «Анна-нова»

Настінні проточні опалювальні котли «Анна-нова» випускаються тепловою потужністю від 24 до 30 кВт та застосовуються для водяного опалення і гарячого водопостачання квартир, офісів, магазинів, комунальних споруд площею до 290 кв.м.



Твердопаливні котли та котли на пилетях

«Укрінтерм» пропонує твердопаливні котли піролізного типу з високим ККД, а також сталеві котли, що працюють на деревному пилеті з цифровим контролем, управлінням та автоматичною системою розпалювання, подачі пилета та регулювання.



Теплові насоси

Разом з фірмою Evi-Heat (Швеція) корпорація «Європейська енергетична компанія» пропонує комбіновані системи теплових насосів та сонячних колекторів. Теплові насоси дозволяють зібрати безкоштовну енергію ґрунту, відкритого водоймища, навколишнього повітря, стічних вод тощо для потреб опалення, нагріву води та охолодження.



Індивідуальні теплові пункти ІТП

Індивідуальні теплові пункти ІТП дозволяють організувати облік спожитого окремою квартирою тепла та холодної води, а також дає можливість відключення квартир неплатників.



Насосні станції

Установки насосні призначені для підвищення тиску в системах водопостачання, пожежогасіння, для виробничих технологічних процесів тощо.



Європейський проект «ERAІНМ» — запровадження новітніх методів стратегічного менеджменту для розвитку систем тепlopостачання міст України



Переверза К., молодший науковий співробітник НТУУ «КПІ», член команди проекту «ERAІНМ»
Пасічний О., заступник директора Світового центру даних з геоінформатики та сталого розвитку, НТУУ «КПІ», член команди проекту «ERAІНМ».



В статті представлено інформацію про проект 7-ої рамкової програми Європейського Союзу – «ERAІНМ», однією з ключових цілей якого є розробка сценаріїв розвитку систем тепlopостачання міст України із використанням сучасних підходів до прийняття та впровадження стратегічних управлінських рішень.

В статті представлена інформація о проекте 7-ой рамочной программы Европейского Союза – «ERAІНМ». Одной из ключевых целей данного проекта является разработка сценариев будущего развития систем теплоснабжения городов Украины с использованием современных подходов к формированию и внедрению управленческих решений.

In the paper FP7project “ERAІНМ” is presented. One of the main aims of the project is scenario development for heating system of Ukrainian cities using modern effective methods of strategic management.

У 2013 році підходить до завершення проект «ERAІНМ» – «Посилення потенціалу для досліджень та співробітництва Інституту гідромеханіки НАН України», що виконується під егідою 7-ої рамкової програми Європейського Союзу (FP7 ЄС). FP7 ЄС є найкрупнішою програмою для фінансування наукових досліджень в Європі, яка надає гранти для вирішення важливих та актуальних, на думку ЄС, задач. Слід відмітити, що європейський грант для реалізації проекту виграв Інститут гідромеханіки НАН України, об'єднавши зусилля з двома європейськими партнерами, крупними науковими центрами, – Королівським

технологічним інститутом (КТН, Стокгольм, Швеція) та Дельфтським університетом технологій (TU Delft, Дельфт, Нідерланди). Від початку реалізації проекту в 2010 році до його впровадження долучилися представники державних структур, наукових установ, комерційних підприємств, організацій та громадськості різних міст України. Однією із ключових задач даного проекту є розробка сценаріїв розвитку систем тепlopостачання міст України з використанням сучасних підходів до прийняття та впровадження стратегічних управлінських рішень. Досвід міст Європи показує, що ефективно запровадження таких



Команда та партнери проекту «ERAІНМ»

рішень неможливе без участі на основних етапах їх формування всіх сторін, які потенційно залучені до проблеми, що вирішується. Такий підхід дозволяє врахувати думки різних сторін, подолати існуючі протиріччя, та в результаті знайти рішення, яке буде максимально прийнятним для всіх. Саме таке рішення і користуватиметься найбільшою

сторін сприяли швидкому та ефективному старту проекту в місті.

Від початку реалізації проекту в Білій Церкві до побудови сценаріїв розвитку системи тепlopостачання долучилися керівництво та представники мерії, комунального підприємства «Білоцерківська тепломережа», приватного підприємства «Білоцерківська Теплоцентрально», компанії «Укрінтерм», архітектурного управління та управління комунальним господарством Білої Церкви, громадських організацій, мешканці та представники ряду ОСББ міста.

В ході роботи над проектом було проведено серію інтерв'ю, робочих семінарів та дискусій з представниками залучених сторін. Зокрема, 24 травня 2012 року у місті Біла Церква з візитом перебували дослідники Королівського технологічного інституту, Дельфтського інституту технологій, Інституту гідромеханіки НАН України, Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Наразі команда проекту працює над аналізом отриманої інформації та готує подальші етапи для спільної роботи над вирішенням задачі тепlopостачання міста.



Учасники семінару у місті Біла Церква 24 травня 2012 р.

підтримкою на етапі його впровадження.

Побудова сценаріїв у свою чергу полягає у формуванні кількох варіантів розвитку системи тепlopостачання із врахуванням різноманітних економічних, екологічних та соціальних факторів. При побудові сценаріїв розглядають одразу кілька можливих варіантів розвитку системи та всебічно аналізують їх довгострокові наслідки. Такий підхід дозволяє приймати більш обґрунтовані стратегічні рішення.

З початку реалізації проекту його командою було проведено суттєву роботу по вивченню та адаптації для використання в містах України розповсюдженого в Західній Європі для вирішення поставлених перед проектом задач методу «backcasting». Різні етапи цього методу включають збір та аналіз великої кількості фактичної інформації, при цьому суттєвою частиною є проведення інтерв'ю, робочих семінарів та дискусій із представниками залучених до проблеми тепlopостачання сторін — міських адміністрацій, представників компаній, які виробляють та транспортують тепло, споживачів тепла — мешканців, об'єднань мешканців, комунальних організацій міст.

Після повномасштабного аналізу зібраної інформації для подальшого обговорення усіма, залученим до тепlopостачання міста сторонами, будуть запропоновані детально описані варіанти розвитку системи тепlopостачання. Усі розроблені варіанти враховуватимуть локальні особливості міста, ресурси, які є в місті, реальні потреби та вимоги до якості тепlopостачання з боку споживачів та багато інших економічних, екологічних та соціальних факторів. В якості одного з «пілотних» міст для реалізації проекту було обрано Білу Церкву. Активна позиція мерії міста та ключових залучених до задачі тепlopостачання міста

Таким чином проект «ERAІНМ» має на меті адаптувати та запровадити для використання в містах України європейські методи прийняття стратегічних управлінських рішень. Зокрема, передбачається побудова сценаріїв розвитку систем тепlopостачання міст, що сьогодні є досить актуальною задачею з огляду на необхідність модернізації та підвищення ефективності систем тепlopостачання у містах України.

Зацікавленість мерій багатьох міст у співпраці з проектом дозволяє сподіватися не лише на успішне завершення його пілоотної стадії, але й на подальший розвиток проекту та впровадження уже опрацьованих нових методів в інших



Робота у групах під час семінару в м. Біла Церква 24 травня 2012 р.

містах України. Отриманий досвід стане основою для масового впровадження сучасних енергоефективних технологій в інших містах України і суттєво покращить енергетичну безпеку країни.

Модернізація систем централізованого теплопостачання на засадах публічно-приватного партнерства



Олеся Мельниченко, експерт, заступник директора компанії «Сантепλοςервіс»

У статті проаналізовано сучасний стан систем централізованого теплопостачання в Україні, запропоновано шляхи для їх модернізації та вдосконалення.

В статье проанализировано современное состояние систем централизованного теплоснабжения в Украине, предложены пути для их модернизации и совершенствования.

In the article the modern consisting of the Ukrainian centralized heating systems is analyzed and the ways for its modernization and perfection are offered.

Україна характеризується достатньо розвинутою системою тепло-енергопостачання, яку формують: 250 теплових електростанцій різного типу, що працюють на органічному паливі; 92,2 тис. промислових і опалювальних котелень; близько 500 тис. автономних теплогенераторів; 660 теплових утилізаційних установок; 41,8 тис. км у двотрубному обчисленні магістральних і розподільних теплових мереж і понад 380 тис. центральних та індивідуальних теплових пунктів (ЦТП та ІТП). Однак, на сьогодні теплоенергетика не відповідає сучасним вимогам за техніко-економічними і екологічними показниками і потребує оновлення та модернізації, впровадження нових технологій для підвищення рівня використання традиційних і альтернативних видів енергії.

Постачання теплової енергії, яке здійснюється від міських чи промислових ТЕЦ, в останні роки перебуває в кризовому стані. Це спричинено переважно значним зниженням використання теплоти промисловими підприємствами, що пов'язано з припиненням або скороченням їх виробничої діяльності.

В умовах зростання цін на природний газ, нафту і нафтопродукти у сфері генерації теплової енергії на ТЕЦ, постає питання необхідності підвищення їх енергоефективності за рахунок впровадження нових технологій енергогенерації або заміни їх на інші засоби генерування теплоти з використанням електроенергії та альтернативних видів палива, таких як шахтний метан, рослинна біомаса тощо.

Обсяги виробництва теплової енергії промисловими та опалювальними котельнями становить 62-63% в тепловому балансі України. Питомі витрати палива на відпуск теплоти не відповідають сучасним прогресивним нормам, оскільки понад 50% опалювальних котелень в Україні оснащені котлами, які експлуатуються понад 30 років. Тому головним напрямом підвищення ефективності їх роботи є заміна морально і фізично застарілих котлів на нові.

У міських системах централізованого теплопостачання теплові мережі укладено в землю, переважно в бетонних коробах ізольовані мінеральною ватою або пористим бетоном. В сільській місцевості трубопроводи теплових мереж

прокладено безпосередньо в ґрунті.

Зазначені технології вкрай неефективні і сприяють прискореній корозії та електроерозії трубопроводів. В результаті знижується надійність системи теплопостачання і збільшуються втрати теплоти. На сьогодні зношеність магістральних і розподільчих теплових мереж сягає 70%, що призводить до втрат майже 30% теплоти від загального об'єму відпуску.

Для порівняння, втрати теплоти в теплових мережах держав Європи коливаються в межах 4-6% і не перевищують 8%.

Тому для сучасних теплотрас на труби в заводських умовах наноситься захисний шар з пористого поліуретану або пінополістиролу і додатково накладається захисний металізований шар. Нові технології прокладання трубопроводів передбачають також установку систем виявлення пошкоджень теплової ізоляції та трубопроводів, що знижує кількість аварійних ситуацій. Якщо щороку 4,5-5% існуючих трубопроводів буде замінюватися ізольованими трубами, то в 2030 році втрати теплоти в мережах не перевищать 6-7%, що дозволить заощаджувати до 5 млн Гкал теплоти.

Крім теплових мереж в системах централізованого теплопостачання експлуатуються більш як 380 тис. одиниць центральних і індивідуальних теплових пунктів (ЦТП і ІТП) Вони мають розподіляти теплоносій та регулювати його параметри, а також забезпечувати комерційний облік споживання теплоти. Проте більшість із них обладнані кожухотрубними теплообмінниками, теплотехнічні характеристики яких на 30% гірші пластинчатих. Крім того відсутність якісних регуляторів і систем автоматики для забезпечення температурного режиму "теплоносій – зовнішнє повітря" і надійного обліку споживаної теплоти не гарантує належної роботи ЦТП та ІТП як секційних елементів систем централізованого теплопостачання. В той же час досвід роботи низки теплопостачальних підприємств "Луганськтеплокомуненерго", Житомира, Вінниці, та інших доводить доцільність переведення ЦТП у режим міні-котелень. А для розподілу теплоти використовувати ІТП, оснащені пластинчастими теплообмінниками, приладами регулювання

параметрів теплоносія та обліку витрат. Такі ІТП доцільно встановлювати в кожному будинку, що дозволить підвищити якість теплопостачання і налагодити достовірний комерційний облік витрат теплоти.

Виходячи з аналізу існуючого стану систем теплозабезпечення та з метою їхньої модернізації пропонуємо два варіанта дій:

перший — замінити морально та фізично зношене обладнання котелень на сучасне. Перекласти аварійні ділянки мереж з перспективою заміни усіх застарілих теплових мереж централізованого теплопостачання на попередньо ізольовані трубопроводи. Замінити в ЦТП та ІТП кожухотрубні теплообмінники на пластинчаті і оснастити їх системами регулювання параметрів теплоносія та приладами обліку витрат.

другий — у відповідності до норм Закону України «Про теплопостачання» населених пунктів перевести частину централізованих систем теплопостачання на помірно-централізовані та децентралізовані (де це є економічно та технологічно доцільним) з використанням автономних джерел генерування теплової енергії.

Обидва запропоновані варіанти можуть бути реалізовані паралельно і одночасно. Конкретний вибір залежить від місцевих умов та політики Уряду стосовно внутрішніх цін на енергоносії (електроенергію та паливо).

Значні економічні, екологічні та соціальні переваги для забезпечення надійного функціонування комунальної теплоенергетики обіцяє широке використання нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії

Однією з найбільш ефективних та екологічно чистих технологій, що набула значного поширення у світовій енергетиці, являються теплонасосні системи, які використовують низькопотенційну теплоту. Ресурси акумульованої в довкіллі (переважно в атмосферному повітрі) низькопотенційної теплоти, що можуть використовуватися в теплонасосних системах з прийнятними технічними та економічними показниками, є практично необмеженими. Крім використання атмосферного повітря як джерела теплоти, останніми можуть бути також поверхневі водойми, поверхневі ґрунтові води (безнапірні чи артезіанські), низькотемпературні термальні води, які залягають на невеликій глибині, акумульована в земній поверхні тепла сонячна енергія, тощо.

Не менш привабливим джерелом відновлюваної енергії є виробництво біопалива (біогазу, біодизелю), з відходів лісового та сільськогосподарського виробництва. Зазначені та інші аналогічні технології підтримуються українським законодавством і відповідними нормативними актами. Найбільш стимулюючим документом є положення по «зеленому тарифу», згідно якого тариф на енергію вироблену із альтернативного джерела значно вищий ринкового.

Загалом в Україні питання комунальної теплоенергетики регулюються значною кількістю законодавчо-нормативних актів, зокрема:

- Закон України «Про енергозбереження»;
- Закон України «Про електроенергетику»;
- Закон України «Про теплопостачання»;
- Закон України «Про загально — державну програму реформування та розвитку житлово-комунального господарства на 2009- 2014 роки»;
- Державна цільова програма модернізації комунальної теплоенергетики України на 2010-2014 роки»
- Закон України «Про альтернативні джерела енергії»;
- Закон України «Про особливості передачі в оренду чи концесію об'єктів централізованого водо-, теплопостачання і водовідведення, що перебувають у комунальній власності»;
- Закон України «Про загальні засади державно-приватного

партнерства».

- Енергетична Стратегія України на період до 2030 року. На сьогодні розроблено оновлений варіант Енергетичної Стратегії, яка активно обговорюється громадськістю.

Не менш важливим питанням реформування комунальної теплоенергетики є послідовність впровадження прогресивних технологій енергогенерації на місцевому та регіональному рівнях.

Згідно Закону України «Про теплопостачання», в населених пунктах проектування, будівництво, реконструкція об'єктів теплопостачання повинні ґрунтуватися на Схемі теплопостачання, затвердженій органом місцевого самоврядування, які розглядають наступні питання:

- характеристика (паспортизація) складових діючої системи постачання: джерела генерації, теплові мережі, теплові пункти, споживачі;
- баланс теплової енергії системи теплопостачання;
- розрахунок потреби міста в тепловій енергії на перспективу;
- варіанти та етапи модернізації елементів системи теплопостачання: джерел генерації, транспортування, регулювання та споживання;
- розробка заходів по скороченню споживання та ефективного використанню викопних паливно-енергетичних ресурсів, зокрема, використання місцевих видів палива, вторинних енергетичних ресурсів, впровадженню технологій генерації енергії з нетрадиційних та відновлюваних джерел;
- поетапний перехід на двотрубні системи теплопостачання з улаштуванням індивідуальних теплових пунктів. Забезпечення регулювання та облік спожитої теплової енергії;
- підвищення енергоефективності будівель: заміна вікон, дверей, утеплення стін;
- техніко-економічні показники системи теплопостачання міста за рекомендованим варіантом.

Наступним кроком, передбаченим Постановою Кабінету Міністрів України від 02.04.2009р. №401 «Про затвердження Порядку розроблення регіональних програм модернізації систем теплопостачання», є розробка Регіональних програм, які включають заходи, передбачені Схемами теплопостачання окремих міст даного регіону (області).

Вищезазначені технічні документи місцевого та регіонального значення містять техніко-економічні обґрунтування інвестиційних проектів і слугують «відправною точкою» для розробки та впровадження інвестиційних проектів на конкурсних засадах.

Оскільки переважна більшість систем теплопостачання знаходиться в комунальній власності, одночасно з проведенням їх модернізації передбачається поступове впровадження ринкових відносин на засадах публічно-приватного партнерства (ППП).

ППП - реальний шлях до залучення банківських кредитів та приватних коштів у теплоенергетичну галузь. Модернізувати інженерну інфраструктуру неможливо без залучення значних коштів. Фінансування цих заходів з бюджету України неприйнятне, оскільки призведе лише до збільшення вартості житлово-комунальних послуг.

Реалізація проектів PPP може відбуватись у різних формах: оренда, концесія, комунальна власність, лізинг, угоди про розподіл продукції, спільне управління державною власністю, спільні підприємства, енергосервісні та енергопостачальні компанії тощо.

При цьому, регулятивні органи у сфері теплопостачання на державному, регіональному та місцевому рівнях, діяльність яких основана на незалежності від суб'єктів господарювання, у межах своїх повноважень, виконують наступні функції:

відповідальність за дотриманням суб'єктами господарювання діючих нормативів при виконанні робіт і наявності у них відповідних ліцензій;

забезпечення контролю за обґрунтованістю встановлених тарифів на послуги, що мають відповідати дійсним витратам виробника і бути вільними від короткострокової політичної кон'юктури;

розробити і впровадити ефективні механізми стимулювання сплати за отримані послуги та заходи соціального захисту незахищених верств населення;

максимально зменшити втрати енергії за рахунок регулювання її генерації, відповідності до змін її споживання у часі;

надавати системи теплопостачання в оренду чи іншу форму управління, відповідно до вимог ППП, на строки достатні для проведення необхідних заходів по впровадженню енергоощадних заходів, використання покращенню якості обслуговування споживачів, модернізації обладнання;

сприяти використанню «зелених тарифів» при впровадженні технологій, що використовують;

забезпечити моніторинг ринку з метою не допущення монополізації ринку теплових послуг та створення умов для справедливої конкуренції;

жорстко контролювати дотримання природоохоронного законодавства та норм безпеки праці.

Окремого розгляду потребує питання впровадження ППП в енергоємну та соціально-залежну галузь, яка до того ж потребує докорінної модернізації з максимально можливим використанням новітніх нетрадиційних технологій.

Важливим аспектом при підготовці інвестиційних проектів в рамках ППП є забезпечення прозорості дій суб'єктів та вичерпність інформації для громадськості при розгляді та оцінці наслідків їх реалізації у разі зміни структури власності та управління.

В регіонах, необхідно враховувати місцеві умови, особливо у разі використання сучасних технологій генерації енергії з нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії. Ця обставина впливає і на форми організації ППП, які повинні мати в своєму складі технологічну, фінансову, екологічну, соціальну та управлінську та інші складові.

З метою зменшення ризиків, доцільно починати з

створення пілотних (демонстраційних) проектів ППП, фінансова підтримка яких передбачається державним та регіональними бюджетами.

Успішно впроваджені в регіонах пілотні (демонстраційні) проекти на засадах ППП слугуватимуть стимулом для подальшого інвестування.

При організації ППП на регіональному чи місцевому рівні, вибір приватного інвестора повинен проводитися на основі відкритого тендеру, де чітко сформульовані завдання, критерії та зобов'язання, з урахуванням управлінського досвіду інвестора, його фінансових можливостей та надійності, а також конкретних умов приватизації або контрактних домовленостей на основі довгострокової перспективи. Стосовно організації та розвитку ППП в Україні, «публічному партнеру» (державного, регіонального та місцевого рівнів) належить приділити серйозну увагу підготовці відповідних фахівців.

Це також добре розуміють «приватні партнери», які без залучення незалежних експертів та консультантів, у тому числі міжнародних консалтингових компаній, не можуть бути впевнені у правильному прийнятті рішень.

Незалежні кваліфіковані консультанти з технічних питань, фінансів, права, оподаткування та інших сфер діяльності повинні супроводжувати проект та нести відповідальність за його реалізацію.

Відповідно, і для захисту інтересів владних партнерів всіх рівнів та населення, необхідно створити фонди для фінансування професійних консультантів, які б готували необхідні документи та супроводжували прийняття владою рішень за проектами ППП.

Разом з тим реалізація в Україні проектів ППП стримується не тільки недостатнім досвідом, але і відсутністю інвестицій. Враховуючи значний досвід західноєвропейських країн щодо успішної реалізації проектів на основі ППП, доцільно розглянути можливість організації між державних фондів (платформ) на постійно діючій довгостроковій основі. Це сприятиме прискоренню процесу підготовки інвестиційних проектів на належному рівні; ознайомленню з реалізованими проектами в західноєвропейських країнах; залученню потенційних інвесторів до реалізації проектів ППП в Україні.



УДК 696.2

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ УКРАЇНИ



Предун К.М.,
Шевчук О.М., Київський національний університет будівництва і архітектури

У статті проаналізовано сучасний стан системи теплопостачання населених пунктів України, розглянуто її перспективи та запропоновано можливі шляхи реконструкції.

В статье проанализировано современное состояние системы теплоснабжения населенных пунктов Украины, рассмотрены ее перспективы и предложены возможные пути реконструкции.

In the article the modern state of the Ukrainian settlements' heat supplying system is analyzed, its prospects are considered and the possible ways of reconstruction are offered.

Українська економіка у міжнародному порівнянні характеризується надзвичайно високим рівнем енергоспоживання [1]. Продуктивність використання енергії (споживання первинної енергії по відношенню до внутрішнього валового продукту) в Україні становить 0.89 кг умовн. палива/\$ США і перевищує середньосвітовий показник у 2.6 р. Системи теплопостачання, що потребують до 30% річного обсягу паливно-енергетичних ресурсів країни, є яскравим прикладом цієї неефективності.

Загалом будь-яка система теплопостачання складається з трьох основних структурних елементів:

- 1) джерело теплової енергії (від звичайного побутового теплогенератора квартирної системи опалення до теплоелектроцентралі великого населеного пункту);
- 2) споживач теплоти (для централізованих систем теплопостачання – це індивідуальний або центральний тепловий пункт, для місцевих систем – безпосередньо система опалення, теплопостачання повітрянагрівачів системи припливної вентиляції тощо);
- 3) теплопроводи (для передачі теплової енергії від джерела теплоти до споживача).

В залежності від взаємного розміщення джерел і споживачів теплоти системи поділяють на автономні і централізовані. Існуюча структура централізованих систем теплопостачання України створювалась десятиріччями і сьогодні як морально застаріла, так і перебуває на

межі фізичного зносу. Вказані вище реалії у повній мірі стосуються всієї інженерної інфраструктури населених пунктів, зокрема систем електро- і газопостачання, які перебувають у комунальній власності і є, як правило, збитковими через невідповідність чинних тарифів фактичним витратам для надання послуг. Значно краще становище з автономним теплопостачанням, в першу чергу, через наявність конкретного власника як окремих елементів, так і системи загалом.

Сумарне споживання теплоти в Україні сьогодні не перевищує 250 млн Гкал, у т.ч. на житлово-комунальне господарство припадає майже 44, а промисловість – 35%; інші галузі економіки разом використовують решту [2].

Стосовно джерел теплоти, то потреби споживачів забезпечуються опалювальними та промислово-опалювальними котельнями (61.7% від загального обсягу виробництва теплоти), ТЕЦ (22.1), квартирними генераторами (10.0), джерелами теплових вторинних енергоресурсів (4.8), нетрадиційними та відновлюваними джерелами теплової енергії (1.4).

На даний час у країні працюють близько 250 ТЕЦ, з яких більше 200 – це дрібні відомчі промислові установки. Основним паливом для них є природний газ – 76..80, мазут (як правило – це резервне паливо) – 15..18 та



вугілля — 5...6 %. Обладнання на більшості станцій застаріле, не відповідає сучасним екологічним вимогам і нормативам: наприклад, на даний час 92.1% енергоблоків відпрацювали свій розрахунковий ресурс (100 тис. годин), а 63.8% енергоблоків перетнули визнану у світовій енергетичній практиці межу граничного ресурсу та межу фізичного зносу (відповідно 170 та 200 тис. годин) і потребують модернізації чи заміни.

Окрім ТЕЦ у тепловому господарстві країни знаходиться понад 100 тис. котелень різного призначення. Переважна більшість із них — це дрібні промислові чи опалювальні котельні. Стан обладнання більшості з них незадовільний, потребує реконструкції та заміни. Основним паливом для котелень є природний газ — 52...58% (на мазут припадає 12...15, а вугілля — 27...36%).

Головним напрямом розвитку систем генерації, транспорту та розподілу теплоти має стати зниження рівнів споживання природного газу за рахунок підвищення ефективності його використання, розвитку систем теплопостачання на базі вугілля, позабалансових, нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, вторинних енергетичних ресурсів, природних теплових ресурсів тощо.

Комплексна реконструкція вугільних електростанцій України здійснюватиметься шляхом впровадження сучасних економічних вугільних паротурбінних енергоблоків, оснащених системами зниження викидів NOX, SO₂ і пилу та парогазових ТЕЦ з газифікацією вугілля, високонапірним теплогенератором тощо з орієнтацією на максимальне використання вітчизняного вугілля, в тому числі технологій та обладнання для спалювання бурого вугілля.

Передача енергії від джерел до споживачів теплоти при централизованому теплопостачанні відбувається системами підземних трубопроводів з прокладанням у непрохідних каналах. Теплоносій — гаряча вода, параметри якої не відповідають температурним графікам, які були покладені в основу проектування даних теплових мереж. Протяжність магістральних і розподільчих теплопроводів в Україні (за винятком власних тепломереж промислових підприємств) становить 24.3 тис. км у двотрубному обчисленні, з них комунальні тепломережі (як правило населених пунктів) — 20.8 тис. км діаметром від 50 до 800 мм.

Стан більшості трубопроводів незадовільний, більше 28% тепломереж експлуатуються понад 30 років, 43 — понад 15 років і лише 29% тепломереж мають менший термін експлуатації. Відповідно, і втрати теплоти в мережах складають від 5 до 32% із середньозваженим відсотком втрат у системах теплопостачання 14.3%.

Реконструкція теплових мереж з впровадженням попередньоізолюваних труб, систем обліку, контрольно-вимірювального обладнання тощо забезпечить зменшення втрат теплоти в тепломережах загалом по Україні до 7%, у т.ч. в мережах ТЕЦ — до 8% та котельних — до 8,7%, переважно завдяки покращенню їх технологічного стану.

Для теплогенеруючих установок систем теплопостачання основним видом палива залишається природний газ. Забезпечення споживачів, у т.ч. і джерел теплоти, природним газом здійснюється газовими мережами тиском до 1.2 МПа, сумарна довжина яких в Україні становить близько 287 тис. км. Необхідні гідравлічні режими в цих мережах підтримують близько 51 тис. газорегуляторних пунктів (ГРП). Системи газопостачання населених пунктів також мають значний ступінь зносу: 11.6 тис. км розподільчих газопроводів (або близько 7%) та 4.9 тис. ГРП (або близько 14%) вже відпрацювали свій амортизаційний термін.

Відповідно, у газорозподільчій мережі населених пунктів мають місце виробничо-технологічні втрати природного газу, як нормовані, так і понаднормативні. В абсолютному обчисленні вони складають 1,9 млрд м³, (з них 1.1 млрд м³ — нормовані втрати, а 0.8 млрд м³ — понаднормативні) або 2.8%

від обсягів використання газу усіма споживачами України. Втрати в системі магістрального транспорту природного газу України (балансові втрати) протягом тривалого часу знаходяться в межах 1.0 млрд м³ або 0.6 % від обсягів надходження газу на територію держави. Загалом газотранспортна система України (ГТС) складається з 37.6 тис. км газопроводів різного призначення та продуктивності, 73 компресорних станцій із 110 компресорними цехами, де встановлено 703 газоперекачувальні агрегати загальною потужністю 5.4 тис. МВт, 1607 газорозподільних станцій, 13 підземних сховищ газу загальною місткістю за активним газом понад 32.0 млрд м³ та інших об'єктів інфраструктури. Окрім того, під час транспортування природного газу в газотранспортній системі щороку витрачається (переважно на роботу газоперекачувальних агрегатів) 5.5...5.8 млрд м³ газу, а в газорозподільній мережі населених пунктів — 0.016 млрд м³. Останнім часом одним із шляхів вирішення проблеми теплопостачання населених пунктів вважається широке застосування електроенергії. Хоча ще не більше 10 років тому назад використання електроенергії для опалення і підігріву води в системах гарячого водо-постачання не заохочувалося — для цих категорій навантажень існували окремі, підвищені тарифи.

Загалом електроенергетика є базовою галуззю економіки України, яка забезпечує потреби держави в електричній енергії і може виробляти значний обсяг електроенергії для експорту. Загальна потужність електрогенеруючих станцій становить близько 52.0 млн кВт, з яких на теплові електростанції та теплоелектроцентралі припадає 57.8% від встановленої потужності, атомні — 26.6, гідроелектростанції та гідроакумулюючі — 9.1, блок-станції та інші джерела — 6.5.

На виробництво електричної і теплової енергії ТЕС, ТЕЦ і блок-станції (з урахуванням локальних джерел) використовують, за оперативними даними, 37.0 млн т у.п., з них: вугілля — 51.8; природного газу — 47.4, мазуту — 0.8%. Обсяг виробництва електроенергії тепловими електростанціями України визначається умовами «замикання» балансів електроенергії. Частка ТЕС і ТЕЦ становить 40.8, блок-станцій та інших джерел — 4.7%. Зрозуміло, що природний газ як екологічно чисте паливо в першу чергу споживається газобудівництвом ТЕЦ, які забезпечують енергією споживачів населених пунктів, у т.ч. і промислові підприємства, що знаходяться на їх території.

Магістральні електричні мережі — це одна з основних складових Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України, яка нараховує загалом 22.7 тис. км ліній електропередач, з них напругою 400...750 кВ — 4.9, 330 кВ — 13.2, 220...110 кВ — 4.6 тис. км та 132 електропідстанції (ПС) напругою 220...750 кВ.

Стан магістральних електричних мереж рік у рік погіршується, 34% повітряних ліній електропередач (ПЛ) напругою 220...330 кВ експлуатуються понад 40 років, з них 1.7 тис. км ПЛ-330 кВ (13% від загальної протяжності) та 1.6 тис. км ПЛ-220 кВ (52%) потребують реконструкції, 76% основного обладнання трансформаторних електропідстанцій відпрацювало свій розрахунковий технічний ресурс.

Значні проблеми виникають у зв'язку з недостатньою пропускною спроможністю ліній електропередач для видачі потужностей діючих АЕС (Рівненської, Хмельницької та Запорізької); недостатнім рівнем надійності енергопостачання Криму, півдня Одеської області, Східного Донбасу; унеможливленням передачі надлишкової енергії Західного регіону до центру і на схід країни.

У найближчий час для забезпечення сталої роботи ОЕС України, ефективного використання потужностей електростанцій України, дотримання нормативних умов видачі потужностей Хмельницької, Рівненської та Запорізької атомних електростанцій і регулюючих потужностей

гідроакумуляюючих електростанцій, зокрема, Дністровської, необхідно завершити формування двох транзитних магістралей напругою 750кВ – південної (Хмельницька АЕС – Дністровська ГАЕС – Приморська – Каховська – Запорізька АЕС загальною довжиною ліній до 1050 км та трансформаторною потужністю підстанцій Приморська та Каховська – 4000 МВА) та північної (Рівненська АЕС – Київська – Північноукраїнська – Харківська – Донбаська, загальна довжина ліній якої 1200 км, з трансформаторною потужністю підстанцій Київська та Харківська – 4000 МВА).

До складу розподільних електричних мереж населених пунктів відноситься приблизно до 1 млн км повітряних і кабельних ліній електропередачі напругою 0.4...150 кВ, біля 200 тис. трансформаторних підстанцій напругою 6...110 кВ загальною встановленою потужністю понад 200 тис. МВА.

Погіршений стан електромереж призводить до аварійних ситуацій в різних регіонах країни. Брак фінансових ресурсів унеможливує відновлення, модернізацію та реконструкцію діючих електричних мереж всіх класів напруги, а також будівництво нових ліній електропередачі. Протягом останнього десятиріччя значно зросла кількість об'єктів, які відпрацювали свій технічний ресурс. У розподільних електричних мережах напругою 0.4...150 кВ підлягають реконструкції та заміні близько 140 тис. км електромереж або 17% від їх загальної протяжності та 19% трансформаторних підстанцій.

Незадовільний стан електричних мереж, їх невідповідність діючим нормам і режимам електроспоживання, а також низький рівень приладів обліку призводить до значного зростання технологічних витрат під час транспортування електроенергії.

За останній період середньорічний обсяг витрат (технічних та комерційних) електроенергії на її транспортування складає біля 30 млрд.кВт-год. або 19,0% від загального відпуску електроенергії в мережу. Впровадження економічних заходів, спрямованих на стимулювання зниження витрат електроенергії в електромережах дозволило дещо знизити їх рівень, перш за все понаднормативної складової. Однак і сьогодні відсоток витрат електроенергії на її транспортування в 1.6 рази перевищує рівень 1990 року та у 2.0...2.5 рази більше, ніж у державах з розвинутою економікою.

За рахунок проведення заходів із зниження технологічних витрат електричної енергії в мережах їх обсяг слід очікувати на рівні до 10% (тобто середньоевропейських показників) від загального відпуску електроенергії в мережу. Це забезпечить річну економію електричної енергії до 25 млрд

кВт-год., у т.ч. за рахунок організаційно-технічних заходів – до 4 млрд. кВт-год.

На підставі наведеного вище аналізу систем енергозабезпечення населених пунктів України можна зробити висновки, результати яких наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Обґрунтування можливості використання існуючої інфраструктури для потреб теплопостачання населених пунктів України

№ з/п	Показник	Існуюча система		
		водяна	електрична	газова
1	2	3	4	5
1.	Наявність розгалуженої мережі в населеному пункті	+	+	+
2.	Відсоток зносу (потреба в капітальному ремонті чи перекладці), %	43.0	18.0	10.0
3	Втрати при транспортуванні (% від кількості енергії, що передається)	14.3	19.0	2.8
4	Наявність генеруючих потужностей	+	-	+
5.	Перспектива розвитку існуючої мережі для задоволення потреб теплопостачання (без значних капітальних витрат)	**	-	+

Примітки:

*В існуючих розподільних електромережах, спорудах на них тощо відсутня технічна можливість суттєвого збільшення пропускної спроможності для задоволення потреб систем теплопостачання [3].

**Для водяних теплових мереж відсутність перспективи розвитку пояснюється значним зносом існуючих систем.

P.S.: Автори статті просять читачів, які поділяють думку щодо можливих шляхів реконструкції систем теплопостачання населених пунктів або мають інші пропозиції з цього приводу, повідомити свою думку на адресу редакції журналу.

Список літератури:

1. Україна: енергетика і економіка. – К.: EC Energy Centre in Kiev, 1996. – 128 с.
2. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. – Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р., №145-р.
3. **Предун К.М.** Деякі аспекти реконструкції систем інженерного забезпечення житлових будинків // Енергозбереження в будівництві та архітектурі: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2011. – Вип.1. – С.115...119.

(Стаття надійшла в редакцію 06.08.2012)

Енергоефективна політика країн ЄС в комунальній енергетиці



Киричок А.С., к.т.н., доцент, радник Голови Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України

У статті проаналізовано методи підвищення енергоефективності в комунальній енергетиці, впроваджені урядами країн-членів ЄС.

В статье проанализированы методы повышения энергоэффективности в коммунальной энергетике, внедренные правительствами стран-членов ЕС.

In article methods of increase of power efficiency in the municipal power, introduced by the governments of EU Member States are analysed.



Енергоефективна політика у будівництві

Енергоефективність будівельного комплексу ЄС, де споживається до 35 % енергії, являється для ЄС пріоритетним напрямом. Прагнучи зменшити витрати енергії, країни Європи, починаючи з 70-х років минулого сторіччя, запровадили регламенти, що визначають термічні стандарти будівель та їх інженерного обладнання. Ініціатором цієї практики виступила Данія, яка ще в 1979 році запровадила нормування енергоефективності громадських будівель при їх продажі чи оренді.

На сьогодні в ЄС сертифікуються всі громадські будівлі. Процедура передбачає попередній енергетичний аудит, за результатами якого розробляються конкретні рекомендації щодо підвищення енергоефективності будівель. Данія, Фінляндія, Франція, Люксембург передбачають цю процедуру і для житлового фонду. Законодавство країн ЄС постійно збільшує вимоги до енергоефективності будівель. Так, якщо в Данії у 2005 р. для опалення 1 м на рік передбачалося використовувати 5,5 л. рідкого палива, то у 2010 р. — менше 4,2 л., а у 2015 р. — лише 3,0 л. Відповідно до Директиви ЄС про підвищення енергоефективності громадського і житлового будівництва всі Європейські країни розробили відповідне законодавство, яке враховує специфічні умови кожної країни. Зокрема, Греція і Португалія передбачають широке використання сонячних колекторів для обігріву та охолодження і забезпечення гарячого водопостачання житлових і громадських будівель. Законодавство Данії і Австрії вимагає нові будівлі обов'язково підключати до централізованих систем опалення, але при цьому стимулює встановлення додаткових децентралізованих систем теплопостачання, що використовують відновлювальні джерела енергії. Окрім контролю за якістю будівельних конструкцій Європейські країни прискіпливо моніторять експлуатаційні характеристики систем опалення, вентиляції та кондиціонування. Так, контроль основних характеристик котельного обладнання в Румунії проводиться через кожні 5 років, в Словаччині — через 4 роки. Обов'язковим елементом регулярного контролю інженерних систем являється процедура установки (заміни) удосконалених інформаційно-комунікаційних та інших контролюючих систем.

Ефективність виконання перелічених та інших аналогічних заходів підтверджує досвід Латвії, яка з 2005 року у 4 рази збільшила вимоги до ізоляції огорожувальних конструкцій і покрівлі будівель та у 2 рази — до віконних і дверних отворів у порівнянні з нормативами радянського періоду. Це дозволило їй наблизити показники енергетичних характеристик нових споруд до рівня аналогічних показників у Фінляндії.

Інформування і консультування кінцевого споживача з питань енергоефективності

Відповідно до Директиви ESD країни ЄС використовують як регламентовану інформацію (маркування житлових приміщень, побутової техніки, систем виміру обсягу енергоспоживання, тощо), так і цілеспрямовану (інформування і консультування кінцевого споживача).

В країнах ЄС створені спеціальні органи, на які покладено проведення цілеспрямованої інформації по енергозбереженню. Усіма країнами ЄС практикуються різноманітні форми поширення інформації. Ефективною формою інформації такого типу являється налагодження партнерських взаємин з учасниками ринку (місцева влада, виробники і постачальники енергії, громадські організації, урядові і неурядові фонди, тощо). При цьому діяльність уряду, спрямована на підвищення уваги до

енергозбереження, здійснюється децентралізовано.

Англія, Бельгія, Франція, Італія створили місцеві консалтингові агентства, які безкоштовно інформують і консультують населення, організовуючи ярмарки, салони, виставки, конференції, тощо.

Франція у 2001 р. створила енергетичну інформаційну мережу, що налічує близько 200 територіальних центрів, в яких працює понад 500 консультантів. Центри вже проконсультували більше 5 млн. осіб. У 2003 р. інформаційні поради, що надавалися цими центрами, були реалізовані у 26% випадках, а у 2007 р. — більше як у 50%. Річна вартість реалізованих проектів за порадами одного консультанта оцінюється в 1,3 млн. євро. В той же час річні витрати державного агентства на підтримку територіальних центрів не перевищують 8 млн. євро.

Ефективним способом інформування споживачів про можливість покращення енергоефективності їх житла став енергетичний аудит, який для населення, за звичай, безкоштовний і фінансується громадськими агентствами та виробниками енергії.

В Польщі, Австрії та Німеччині енергетичний аудит є підставою одержання позик за зниженою відсотковою ставкою для реалізації конкретних проектів. В інших країнах ЄС енергетичний аудит будівель гарантує підтримку держави у вигляді пільгових дотацій та позик. Розмір допомоги залежить від рівня енергетичного удосконалення житла, досягнутого завдяки інвестиціям.

Інша форма підтримки енергоефективності державою — преміальні позики. В країнах ЄС їх легше одержати ніж дотації. Так, в Німеччині преміальні позики за програмою «Досконалий ремонт та будівництво» надаються приватним особам, громадським чи приватним організаціям, які інвестують в житло. Преміальні позики надаються на надзвичайно вигідних умовах: за низькою фіксованою відсотковою ставкою; на тривалий термін, при високій «стелі» забезпечення суми інвестицій (до 100%) і при безкоштовному оформленні. Програма дає позику на будівництво та першу купівлю будинку, при умові, що сумарні втрати енергії не перевищать 40 кВт/год/м в рік. Програма також допомагає в придбанні систем опалення, працюючих від відновлювальних джерел енергії. У 2007 р. в Німеччині видано 220 000 преміальних позик на суму 15,8 млрд. євро (450 000 квартир), що додатково залучило ще 29 млрд. євро інвестицій і створило 480 000 нових робочих місць.

Країни ЄС практикують створення соціально-професійно-організаційних організацій, що об'єднують учасників ринку довкола проблем енергоефективності з метою просування на ринок якісного теплогенеруючого обладнання та конструкцій. Так, в Ірландії мережа SEBNet (Sustainable Energy in Buildings Network) об'єднує біля сорока виробників продукції для будівництва і поновлення будинків, які поставляють біля 50% систем опалення, кондиціонування, ізоляційних матеріалів, інших будівельних конструкцій та інженерних енергоефективних систем.

У Фінляндії між Міністерством економіки і праці та Асоціацією власників будинків і будівельних фірм підписано Добровільну Угоду з енергоефективності на період 2002-2012 роки. Угода передбачає, що Асоціація у складі 18 компаній, яким належить 67% всієї нерухомості, погодилося поліпшити енергетичні характеристики всіх своїх будівель, а Міністерство — сплатити 15% вартості заходів з енергоефективності.

Польща створила Фонд термомодернізації, керований Банком Національної економіки і фінансований Міністерством фінансів. Фонд працює з місцевими постачальниками тепла і приватними фірмами, які поліпшують енергоефективність житлових і громадських будинків. Фонд фінансує до 25% від вартості робіт, за умови, що

реалізація проектів дозволить заощадити до 25% теплової енергії. Сплата відбувається по результатам енергоаудиту. Кількість клієнтів Фонду збільшилась з 144 у 1999 році до 4 201 у 2007 році, а сума виплат - з 0,3 млн. євро в 1999 році до 73 млн. євро в 2007 році.

Політика ЄС по підтримці розробників енергоефективної продукції

Побутове електрообладнання в країнах ЄС споживає біля 14% електричної енергії від загального споживання будинків. Щорічно ці витрати зростають на 1,5%. В намаганні обмежити споживання енергії, Директивами ЄС запроваджено інтеграційне розуміння енергетичного та екологічного понять при проектуванні і розробці обладнання, яке враховує принцип «цикл життя» обладнання. На виконання Директиви ЄС всі держави Європи реалізують Програми підтримки всіх етапів «циклу життя» обладнання. Зокрема, підтримують проведення досліджень, оскільки цей етап вимагає значних коштів і пов'язаний з економічними ризиками. Додатково Австрія, Данія, Кіпр, Фінляндія, Ірландія, Польща, Швеція також допомагають виробникам з продажем обладнання, оголошуючи тендери, на яких споживач може оцінити енергоефективність представлених зразків обладнання, а розробник має можливість скорегувати плани удосконалення обладнання, виходячи з цієї оцінки. В Швеції працює програма, що заохочує інвесторів використовувати енергоощадне обладнання. Прагнучи підвищити енергоефективність товарів Європейська Комісія уклала низку добровільних угод з виробниками побутового і офісного обладнання. Ці угоди отримали розповсюдження в Ірландії, Польщі, Данії, Австрії і являються альтернативою адміністративному методу впливу на виробників в питаннях вимог до рівня енергоефективності обладнання. Аналогічну угоду, що передбачає добровільне маркування виробниками побутової та офісної техніки у 2000 році ЄС уклав також з США. Крім цього з 2006 року в 14 країнах ЄС працюють національні сайти Torten. Щоб фігурувати на сайтах Torten, продукція має відповідати технічним вимогам по споживанню енергії та води, потужності, звуковому навантаженню, ціновій політиці, тощо. Уся техніка Torten (побутова техніка, офісне обладнання, освітлення, автотранспорт) має класифікацію A, A+, A+ +.

Енергоефективна політика ЄС в бюджетному (громадському) секторі

У питаннях підвищення енергоефективності бюджетному сектору ЄС приділяє поважне місце. На держпарат країн-членів та їх органи ЄС покладає відповідальність за збереження інтересу суспільства до ефективного використання енергії. Державні органи ЄС зобов'язані показувати приклад в модернізації громадських об'єктів і спонукати бізнес продовжувати ці проекти. Для реалізації цієї політики рекомендується маркування обладнання, проведення інформаційних кампаній та надання конкретним проектам бюджетної підтримки. Директива ESD пропонує фінансово підтримувати низку заходів, три з яких є обов'язковими: визначення пріоритетних завдань по

підвищенню енергоефективності; розробка конкретних планів по їх реалізації; перегляд поставлених завдань на основі досягнутого досвіду і наукових розробок. При реалізації цих рішень країни ЄС враховують свою специфіку. Данія та Іспанія обов'язково сертифікують енергетичну модернізацію усіх споруд громадського призначення. Греція розпочала цю роботу з 2004 року.

З 2003 року Європейська Комісія частково фінансує інформаційну кампанію Display, започатковану асоціацією «Енергоефективні міста» в 300 муніципалітетах 27 європейських країн. Реконструйовані за цією програмою будівлі дають можливість населенню наочно переконаватися в доцільності проекту, завдяки зменшенню витрат енергії, води та викидів парникових газів. Німеччина реалізує програму модернізації федеральних споруд з бюджетом у 120 млн. євро на період з 2008 по 2012 роки. Відповідно доповненню до IV Директиви ESD країни ЄС реалізують програму державних закупівель енергоефективного обладнання. Найбільш ефективним механізмом бюджетної підтримки є контракти з енергоефективності, укладені з енергообслуговуючими підприємствами, які забезпечують ощадливе використання енергії. Найбільшого прогресу тут досягли Німеччина та Австрія. Реалізація такого проекту у 2005 році в м. Берліні на більш як 500 будівлях дозволила скоротити річні витрати енергії на 9,5%.

Окремі країни ЄС реалізують програми по підвищенню енергоефективності житла малозабезпечених сімей. Ці проекти реалізуються шляхом надання фінансової допомоги і вирішують дві проблеми: розробку нормативу енергозабезпечення цього типу житла та його реконструкцію. Ірландія та Великобританія для цієї групи населення надають дотації на заміну і регулювання систем опалення, модернізацію ізоляції огорожувальних конструкцій, тощо. В 2008-2012 роках при реалізації цих проектів одержано 40% від загальної кількості заощадженої енергії.

В 2000 році Великобританія розробила Стратегію проти енергетичної ненадійності (Fuel Poverty Strategy), спрямованої на допомогу сім'ям, більше 10% статку яких витрачається на енергію та опалення. Стратегія включає кілька програм. Програма Warm Front передбачає якісне опалення і термоізоляцію житла малозабезпечених сімей. З 2000 по 2007 рік цією програмою в Англії скористалося 1,6 млн. сімей. В Шотландії подібною програмою забезпечення якісного опалення скористалися 87 000 сімей. Програма Warm Deal покращила термоізоляцію 250 000 квартир. В Уельсі програма Home Energy Efficiency Scheme спрямована на покращення теплозабезпечення житла пенсіонерів і інвалідів.

В цілому з 2002 до 2007 року на програми Стратегії було направлено 2 млрд. фунтів стерлінгів.

Коментар редакції. Далекі не повний перелік заходів, що вживаються ЄС для зменшення витрат енергії в комунальній теплоенергетиці вражає продуктивністю різноманітних заходів і досягнутими результатами. Дуже хочеться, що б з цією системою реальних заходів ознайомився Уряд і хоча б частково реалізував її в Україні. Без сумнівів, що подібні дії Уряду викличуть розуміння і енергійну підтримку народу і громадських організацій. Сподіваємося, що так і станеться.



О развитии энергетики отраслей в народном хозяйстве Беларуси

Г.М.Дмитриев, к.т.н., директор ИП «Институт энергетики НАН Беларуси»
В.В.Судиловская, управляющий партнер ООО «Эффективная энергетика»
В.К.Судиловский, к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник ИП «Институт энергетики НАН Беларуси»

В статье обоснован новый подход к модернизации энергетики отраслей экономики, учитывающий её теплотехнологический характер. Предложены конкретные пути модернизации, дающие значительный рост экспорта продукции и снижение энергоёмкости ВВП страны.

The new approach to the energetic modernization of economy's sectors is proposed. It is developed taking into account heat-generating and technological nature of the economy. Specific ways of modernization, that provide a significant increase in exports and decrease in energy intensity of GDP of the country, are proposed.

Во всех странах Европейского союза, Центральной и Восточной Европы господствует концепция комбинированного производства тепла и электричества как наиболее прогрессивная технология, пользующаяся стратегическим приоритетом. Коэффициент когенерации в странах Европейского союза составляет в среднем 0,67, в странах ЦВЕ — 0,52. В громадной по территории России, начавшей первой в мире теплофикацию почти 90 лет назад, этот коэффициент едва достигает 0,35. Но Россия — крупнейший в мире экспортер первичных энергоресурсов. В сравнительно компактной и небольшой Беларуси величина этого коэффициента в среднем всего 0,22, в энергетике же отраслей — всего 0,06, т.е. меньше в 11 раз, при импорте 78% топлива. Для сравнения в системе теплоснабжения Дании величина этого коэффициента — 0,76.

Сравнительный анализ приведенных данных показывает, что потенциал энергосбережения в Беларуси за счет когенерации велик. Безусловный практический интерес представляют его конкретные величины и возможные пути их достижения с учетом потребности в инвестициях и их отдачи. Рассмотрим один из вариантов, по которому на первом этапе реализации когенерационного потенциала в энергетике отраслей можно выйти на минимальный уровень когенерации 0,3, на втором этапе — на уровень 0,7, т.е. на уровень работы белорусской энергосистемы на протяжении последних 20 лет. При дорогом топливе, что имеет место в настоящее время, этот коэффициент рекомендуется доводить до 0,85, что на 21,4% выше, чем в ГПО «Белэнерго».

При расчетах получены следующие основные технико-экономические и финансовые показатели двухэтапной реализации когенерационного потенциала на 82% в энергохозяйствах предприятий всей страны (таблица 1).

Для трехсменных предприятий и предприятий с непрерывным циклом производства в когенерационном цикле с применением газопоршневых агрегатов и газотурбинных установок на первом этапе при минимальном коэффициенте когенерации $\alpha_k = 0,30$ возможно выработать 21 млрд кВт·ч электроэнергии при отпуске 22 млн Гкал тепла с экономией топлива 3,85 млн т у.т. (импортозамещение 3,4 млрд м³ природного газа) в год. Электрическая мощность вводимых когенерационных установок составит 2,9 млн кВт и тепловая 3,05 тыс. Гкал/ч при потребности в инвестициях 2,7 млрд долларов США. Простой средний срок окупаемости составит 2,2 года при снижении себестоимости продукции предприятий на 3,1 млрд долларов США.

Второй этап предусматривает прирост коэффициента когенерации до 0,7. Для остальных предприятий, включая односменные, ввод электрических и тепловых мощностей составит соответственно 4,5 млн кВт и 4,9 тыс. Гкал/ч с экономией топлива в 4,7 млн т у.т. и импортозамещением 4,1 млрд м³ природного газа в год. Потребность в инвестициях составит 4,95 млрд долларов США. Простой средний срок окупаемости будет 3,3 года. Доход предприятий (снижение топливно-энергетической составляющей в себестоимости продукции) достигнет 3,6 млрд долларов США.

Таким образом, реализация потенциала энергосбережения на 82% за счет когенерации поможет сэкономить 8,5 млн т у.т. в год. Импортозамещение природного газа составит по стране в целом 7,5 млрд м³, т.е. 36,6% от его существующего годового потребления 20,5 млрд м³. Ежегодная экономия валюты в ценах 2011 г. превысит 2 млрд американских долларов. Снижение энергоёмкости ВВП страны произойдет до величины 143 т н.э./1 тыс. долларов. По этому показателю наша страна приблизится к государствам европейского сообщества 2010 г. Одновременно такое большое снижение энергоёмкости ВВП будет сопровождаться крупным уменьшением себестоимости продукции, особенно на предприятиях с высоким удельным потреблением топливно-энергетических ресурсов. Это существенно расширит экспортный потенциал страны, укрепит позиции тысяч ее предприятий на мировых рынках.

Вместе с тем, учитывая сравнительно большой объем инвестиций, а также необходимость отработки новых технологий применительно к профилю предприятий, например, совместной работы различных термических печей с когенерационными установками, наиболее реальным представляется ориентироваться на достижения коэффициента когенерации 0,4—0,5 в течении 8—10 лет. В ближайшие 4—5 лет можно выйти на уровень $\alpha_r = 0,25—0,30$.

Об этом свидетельствует не только широкий зарубежный опыт, но и многолетний опыт, накопленный в нашей стране на более чем тридцати предприятиях разных отраслей и ведомств.

Так, на РПУП «Белорусский цементный завод» (г. Костюковичи Могилевской обл.) с 2003 г. в технологии подготовки и сушки цементно-сырьевой муки впервые в мире использованы уходящие газы двух газотурбинных установок электрической мощностью по 16 МВт и тепловой мощностью по 26 МВт каждая. При этом, проектная топка теплопроизводительностью 26 МВт сохранена и служит как резервный теплоисточник. Ежегодная экономия топлива каждой ГТУ составляет около 22 тыс. т у.т.

На РУП «Белорусский газоперерабатывающий завод» ОАО «Беларусьнефть» в 2006 г. введена в эксплуатацию ТЭЦ в составе 8 газопоршневых агрегатов суммарной электрической и тепловой мощностью 24 МВт. Тепловая энергия уходящих газов ГПА используется в технологическом процессе завода для разгонки фракций попутного нефтяного газа, а горячая вода ГПА — для нагрева добываемой нефти перед закачкой в нефтепровод «Дружба». ГПА работают на сухом отбензиновом газе, последней фракции переработанного попутного газа, и дают ежегодно экономию 31 тыс. т у.т.

Подобные технологии при высокой надежности их работы внедрены на ОАО «Азот» (67 МВт), ОАО «Нафтан» (40 МВт) и на других предприятиях.

Выводы

В настоящее время в мировой энергетике сложилась новая технико-экономическая ситуация. Её суть — в достигнутом техническом уровне, когда современные тепловодятельные (газопоршневые и газотурбинные) установки малой и средней мощности как комбинированные (когенерационные) энергоисточники значительно превосходят по своей эффективности традиционные паротурбинные установки.

При производстве в Беларуси на первом этапе только 30% из потребляемой в отраслях тепловой энергии (74 млн Гкал в год) в когенерационном цикле на базе газопоршневых и газотурбинных технологий (22,2 млн Гкал), попутная генерация собственной дешевой электроэнергии может достичь 21,1 млрд кВт·ч в год с экономией топлива 3,8 млн т у.т. и импортозамещением природного газа 3,4 млрд м³ в год. Суммарное снижение себестоимости продукции на предприятиях, осуществивших реконструкцию котельных в ТЭЦ и построивших энерготехнологические комплексы электрической мощностью 2,9 ГВт, составит около 2,1 млрд долларов США в год. Такое крупное снижение себестоимости и рост рентабельности продукции позволит одним предприятиям укрепить свои экспортные позиции, другим впервые выйти на мировой рынок, а также направить освобожденные средства на оснащение производства новой техникой и технологиями, что еще более упрочит их экспортные возможности.

Особо следует отметить, что собственная дешевая электроэнергия (ее себестоимость в 3—4 раза ниже действующего тарифа) позволит резко увеличить электровооруженность производства, а вместе с ней обеспечит и рост производительности труда, качества продукции.

Крупная экономия топлива, достижимая в результате реализации первого этапа перестройки энергетики отраслей,

Таблица 1. Основные технико-экономические показатели двухэтапной реализации когенерационного потенциала в энергохозяйствах предприятий Беларуси

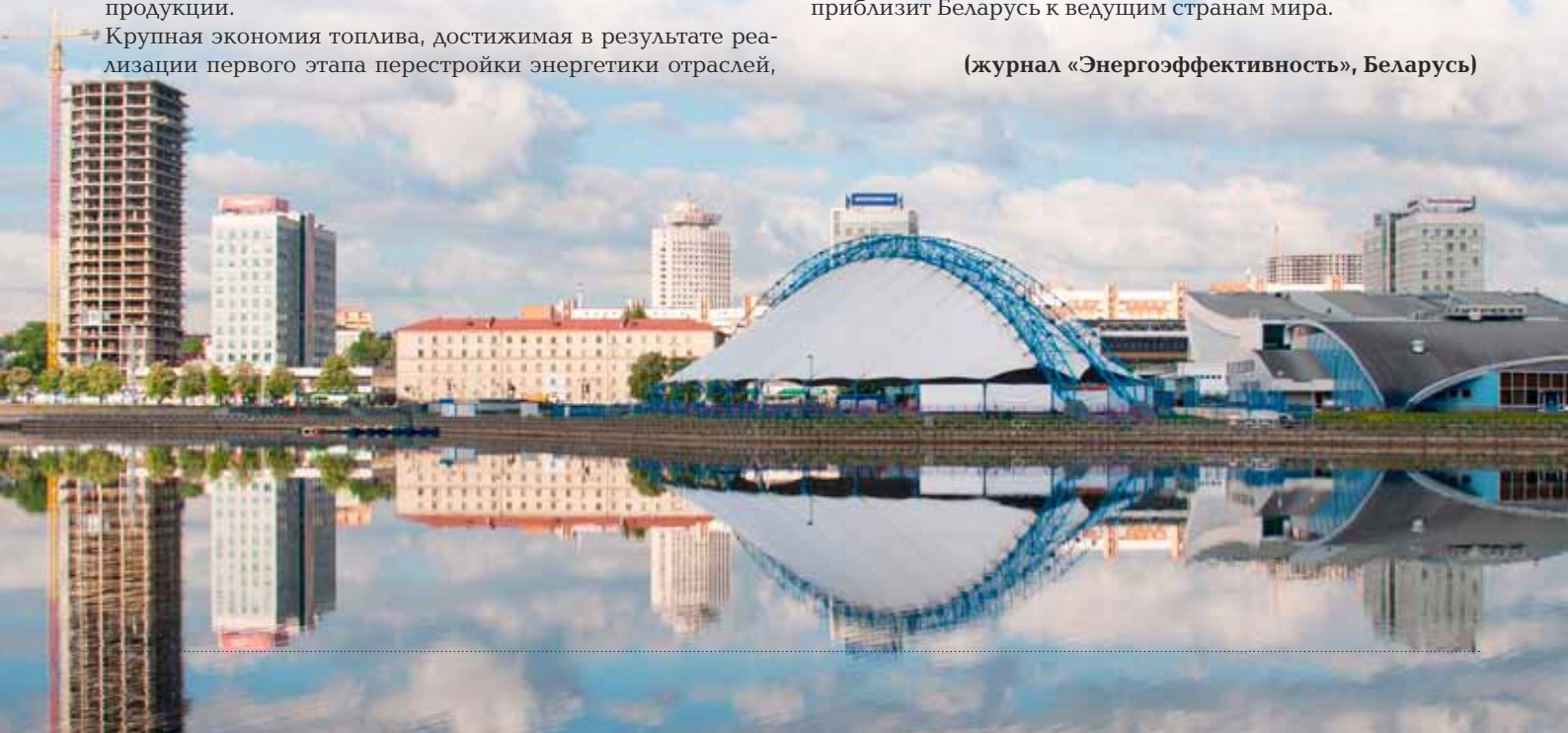
№ п/п	Показатель	ед.	$\alpha_T = 0,3$ I этап	$\alpha_T = (0,7-0,3)$ II этап	$\alpha_T = 0,7$ Сумма I + II этапа
1	2	3	4	5	6
1.	Потребление тепла в РБ	млн Гкал	107-111		
2.	Выработка тепла в когенерационном цикле:	млн Гкал	46,2	53,6	75,8
2.1	ТЭЦ Белэнерго (сущ.)	млн Гкал	24	24	24
2.2	КГУ (проектир.)	млн Гкал	22,2	29,6	21,88
3	Выработка электроэнергии КГУ	млрд кВт·ч	21,1	27,2	48,3
4	Электрическая мощность КГУ	млн кВт	2,9	4,5	7,4
5	Экономия топлива КГУ	млн т у.т.	3,84	4,7	8,54
6	Импортозамещение КГУ	млрд м ³	3,36	4,1	7,46
7	Экономия валюты при закупке топлива	млрд \$/год*	1,24	1,52	2,76
8	Снижение себестоимости продукции предприятий с КГУ	млрд \$/год	3,1	3,6	6,6
9	Потребность в инвестициях:				
9.1	Действительная с КГУ	млрд \$	1,3	2,9	4,2
9.2	Расчетная по удельной стоимости энергооборудования КГУ	млрд \$	2,7	4,95	7,65
10	Простой срок окупаемости КГУ (средний)	лет	2,2	3,3	2,9
11	Число часов использования установленной мощности	ч	7300	6050	6530

* при стоимости природного газа для потребителя 303 доллара США за 1 тыс. м³

приблизит Беларусь по величине энергоёмкости ВВП к уровню стран Европейского союза.

Реализация второго этапа когенерации ($\alpha_T = 0,7$) обеспечит коренное преобразование энергетики отраслей. Выработка электроэнергии достигнет в когенерационном цикле 48 млрд кВт·ч при электрической мощности 7,4 ГВт. По уровню электропотребления и энергоёмкости ВВП это приблизит Беларусь к ведущим странам мира.

(журнал «Энергоэффективность», Беларусь)



СОЛНЕЧНЫЙ КОЛЛЕКТОР — УСТРОЙСТВО ДЛЯ СБОРА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА

Н. Н. Казимиров, директор, Государственное предприятие «Центр энергосберегающих конструкций и технологий «Технолуч»

В статье рассмотрены особенности сбора тепловой энергии солнца с помощью солнечного коллектора.

У статті розглянуто особливості збору теплової енергії сонця за допомогою сонячного колектора.

In the article the features of a sun thermal energy collection by means of solar collector are considered.

Коллектор состоит из элемента, поглощающего солнечное излучение (абсорбер), прозрачного покрытия над ним (стекло или пластик), термоизоляции и алюминиевого корпуса. Абсорбер выполняется из меди или алюминия и связан с системой, передающей тепло от коллектора - потребителю. Теплоносителем служит жидкость или воздух.

Чем больше солнечной энергии передаётся теплоносителю, проходящему через коллектор, тем выше эффективность солнечного коллектора. Повысить её можно, применяя специальные оптические покрытия на абсорбере, которые максимально поглощают солнечное тепло, и не излучают тепло в инфракрасной области спектра.

Мера поглощения солнечного тепла характеризуется коэффициентом поглощения (α), а способность излучать тепло в инфракрасной области спектра определяется степенью черноты (ε).

Мощность солнечного излучения, поглощаемая абсорбером (P_a), определяется по формуле:

$$P_a = P_c \cdot \alpha \cdot 0,87 \text{ (Вт/м}^2\text{)} \quad (1)$$

где P_c — мощность солнечного излучения у поверхности земли, 0,87 — коэффициент затенения, показывающий, какая доля солнечного излучения проходит через стекло толщиной 4мм.

В зависимости от времени года или облачности мощность солнечного излучения у поверхности земли колеблется от 40 Вт/м² до 1000 Вт/м². Меньшее значение соответствует рассеянному солнечному излучению в пасмурные дни. В полдень безоблачного солнечного дня мощность солнечного излучения достигает своего максимума (800...1000) Вт/м².

Тепловые потери солнечного коллектора (P_k) через теплое излучение зависят от температуры абсорбера (T_a), его степени черноты (ε) и температуры верхнего слоя тропосферы (T_k), которая на высоте 12 километров достигает минус 58°С, определяются следующей формулой:

$$P_k = 5,67 \cdot \varepsilon \cdot \left(\left(\frac{T_a}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) \text{ (Вт/м}^2\text{)} \quad (2)$$

Например, при степени черноты абсорбера $\varepsilon=0,6$ и его

температуре $T_a=30^\circ\text{C}$ потери тепла излучением составят 214,1 Вт/м². Если температура абсорбера повысится до 60°С — мощность потерь увеличится до 345,6 Вт/м². Уменьшение степени черноты абсорбера до $\varepsilon = 0,06$, при $T_a = 60^\circ\text{C}$, снизит потери тепла через излучение до $P_k = 34,6$ Вт/м².

Одним из факторов, объясняющих большое значение теплового излучения в передаче тепла, является зависимость излучения от разности температур в четвертой степени.

Вторая отличительная черта излучения — не обязательное наличие среды для обмена теплом между двумя телами. Энергия излучения беспрепятственно распространяется через вакуум, в то время как для переноса энергии конвекцией или теплопроводностью — обязательно присутствие физической среды.

Третья особенность излучения — скорость передачи энергии. Например, передача тепла через теплопроводность проходит со скоростью сантиметры или миллиметры в секунду, конвекция — метры в секунду. Передача тепла излучением осуществляется со скоростью света — 299 792 километра в секунду. Через 8,32 минуты излучение Солнца достигает поверхности Земли.

Четвертая характерная черта излучения — оно не зависит от температуры окружающего воздуха. Например, ранней весной, вода на пластиковом покрытии теплицы, который является теплоизолятором, может замерзнуть ночью даже тогда, когда температура воздуха будет выше температуры замерзания воды. Причина кроется в том, что теплообмен излучением происходит не с окружающим воздухом, а с космическим пространством, температура которого значительно ниже температуры окружающего воздуха.

Еще одна особенность теплового излучения заключается в том, что оно распространяется прямолинейно. Если излучение встречает на своем пути какое-либо препятствие, то часть энергии проникает внутрь тела, а часть отражается. Например, хорошо полированный металл отражает падающее на него излучение. Если на поверхность стекла нанести тонкий слой серебра толщиной 12 нм, то получится поверхность с высоким коэффициентом отражения теплового излучения и такое стекло называют низкоэмиссионным стеклом (low emission, Low-E).

Разница между поглощенной энергией от солнца (P_a)

и тепловыми потерями солнечного коллектора (P_k) показывает величину тепловой энергии, которая может быть передана теплоносителю (P_T):

$$P_T = P_c \cdot \alpha \cdot 0,87 - 5,67 \cdot \varepsilon \cdot \left(\left(\frac{T_a}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) \quad (3)$$

Примем коэффициент поглощения излучения $\alpha = 0,93$, степень черноты $\varepsilon = 0,06$, мощность солнечного излучения $P_c = 800 \text{ Вт/м}^2$, температура абсорбера $T_a = 35^\circ\text{C}$, и получим величину тепловой энергии, переданной теплоносителю $P_T = 623,9 \text{ Вт/м}^2$. Коэффициент полезного действия (кпд) определим как отношение:

$$\text{кпд} = P_T / P_c = 623,9 / 800 = 78,0\%$$

Если мощность солнечного излучения снизится до 200 Вт/м^2 , то $P_T = 138,5 \text{ Вт/м}^2$, а коэффициент полезного действия коллектора уменьшится до 69,2%. На максимальной пиковой мощности солнечного излучения $P_c = 1000 \text{ Вт/м}^2$ мощность, переданная теплоносителю увеличится до $P_T = 785,8 \text{ Вт/м}^2$, кпд = 78,6%.

Облачность на небе меняет не только мощность солнечного излучения у поверхности земли, но и температуру космоса. Облака закрывают солнце, а вместе с ним и область пространства с температурой – минус 58°C . Температура облачного неба повышается до плюс (12...15) $^\circ\text{C}$.

Предположив, что $T_k = 12^\circ\text{C}$, $P_c = 1000 \text{ Вт/м}^2$ и $T_a = 35^\circ\text{C}$, получим $P_T = 800,9 \text{ Вт/м}^2$, а кпд = 80,1%.

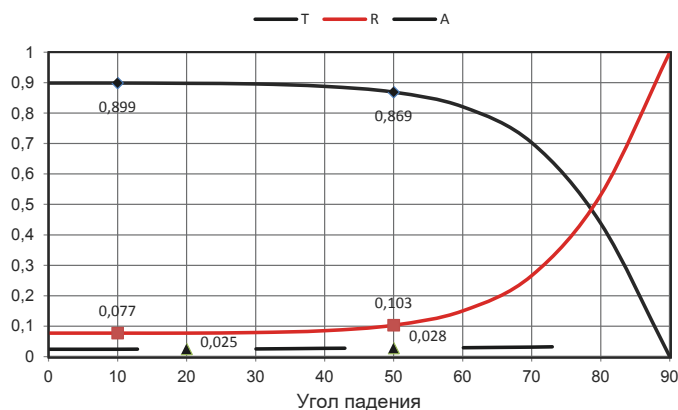
Если покрасить абсорбер черной краской, у которой коэффициент поглощения излучения $\alpha = 0,9$, степень черноты $\varepsilon = 0,9$, получим, что при температуре $T_a = 35^\circ\text{C}$ и $P_c = 800 \text{ Вт/м}^2$ – переданная теплоносителю энергия будет равна $P_T = 276,2 \text{ Вт/м}^2$, а кпд = 34,5%. Белый цвет абсорбера приведет к тому, что поглощенная энергии сравняется с отраженной и, теплоноситель не будет нагреваться – кпд упадет до нуля.

Перенесем проведенные выше вычисления в таблицу.

α	ε	T_a °C	T_k °C	P_c Вт/м ²	P_T Вт/м ²	кпд
0,93	0,06	35	-58	800	623,9	78,0%
0,93	0,06	35	-58	200	138,5	69,2%
0,93	0,06	35	-58	1000	785,8	78,6%
0,93	0,06	35	12	1000	800,9	80,1%
0,9	0,9	35	-58	800	276,2	34,5%
0,5	0,9	35	-58	800	0	0,0%

Еще один важный вопрос – материал абсорбера.

Обычно в качестве абсорбера используют медь или алюминий. У меди высокая теплопроводность – $384 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C)}$, у алюминия она меньше – $221 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C)}$. Лист меди толщиной 0,5 мм и площадью один квадратный метр весит 4,4 кг,



такой же лист алюминия весит 1,3 кг. Если стоимость каждого материала умножить на его вес, окажется, что использование алюминия, вместо меди, снижает стоимость абсорбера в 13 раз. Химические методы «чернения» алюминия дороги и экологически небезопасны, поэтому вакуумное нанесение многослойного селективного покрытия методом магнетронного напыления – экономически выгодно и экологически безопасно.

При разработке солнечных коллекторов (СК) необходимо использовать все возможности для достижения максимального коэффициента полезного действия.

Чем прозрачнее стекло, тем больше света поглощает СК, тем выше его КПД.

Оптические свойства стекла характеризуют: светопропускание (Т), поглощение (А) и отражение (R).

Изменение оптических характеристик стекла толщиной 4 мм в зависимости от угла падения солнечного света приведены на рис.1.

Из приведенного графика следует, что светопропускание стекла (Т) изменяется незначительно: от 89,9% до 86,9% при изменении угла падения света от нуля до 50 градусов. Отражение от стекла составляет 7,7%.

Антибликовое стекло уменьшает коэффициент отражения стекла до 2%, увеличивая светопропускание до 95%.

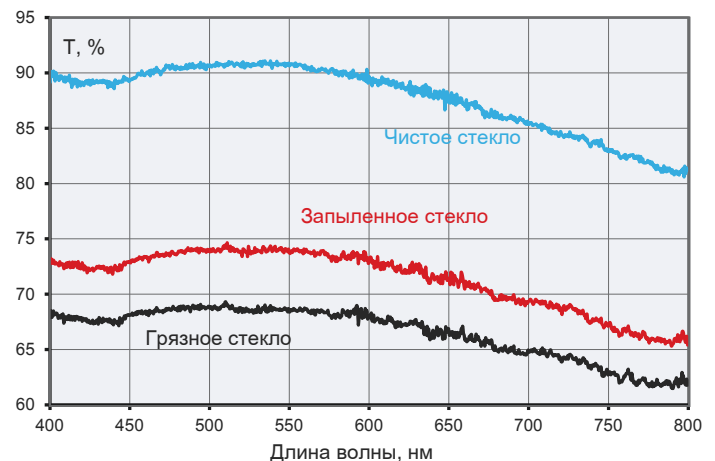
Антибликовое стекло изготавливают двумя способами – нанесением на стекло многослойного покрытия и созданием на поверхности стекла конусообразных рассеивателей или двумерных канавок, так называемое, текстурирование. Текстурирование лицевой поверхности стекла снижает коэффициент отражения, но увеличивает скорость загрязнения стекла. Стоит заметить, что загрязняется не только текстурированное стекло, но и гладкое полированное стекло. Ниже приведен спектр пропускания чистого, грязного и запыленного полированного стекла.

Слой пыли толщиной 1 микрон снижает коэффициент светопропускания на 10%. За год слой пыли достигает толщины 4 микрон, снижая светопропускание до 40%. При уменьшении светопропускания на 40% - снижается и кпд на 40%.

Добавление влаги и органических загрязнений превращает пыль в грязь, которая прочно соединяется со стеклом и еще больше снижает коэффициент светопропускания.

Ситуацию с загрязнением лицевого стекла солнечного коллектора можно изменить, если применить самоочищающееся стекло. Самоочищающееся стекло – это стекло с тонким покрытием из диоксида титана (TiO_2).

К сожалению, в настоящий момент нет надежных объяснений, связывающих активность TiO_2 -покрытия с его свойствами. Из практики известно, что наибольшей фотокаталитической активностью обладают образцы TiO_2 с кристаллической модификацией анатаза и не содержащие большого числа примесей. Поэтому изготовление



активного TiO_2 -покрытия — предмет опыта каждой компании. Тем не менее, практически все, кто занимается прикладным фотокатализом, обладают оригинальными методиками синтеза высокоактивного TiO_2 .

Предприятием «Технолук» (Украина) самоочищающиеся покрытия производятся в вакууме методом магнетронного напыления на прозрачное стекло («off-line» метод). Зарубежные аналоги самоочищающегося стекла производятся в момент изготовления стекла — «on-line» метод.

Метод магнетронного напыления позволяет производить покрытие на обе стороны стекла, например, на одной стороне самоочищающееся покрытие, а на другой — низкоэмиссионное.

Применение самоочищающегося стекла в солнечных коллекторах позволяет на (10-30)% увеличить годовой объем, вырабатываемой СК тепловой энергии, за счет сохранения чистоты и прозрачности стекла.

Сохранение чистоты стекла становится особенно актуальным при использовании СК в качестве стеновых панелей, когда коллектор входит в состав теплоизоляции фасада. В этом случае, для отопления промышленных или частных зданий, подходит воздушный солнечный коллектор.

Обычно, площадь стен здания в два раза больше площади крыши частных домов. Для многоэтажных или промышленных зданий эта разница гораздо выше. Если учесть, что необходимость в отоплении зимой больше чем летом, то установка СК на вертикальную поверхность

фасада вполне оправдана. Дело в том, что мощность солнечного излучения на вертикальную поверхность в зимние месяцы в два раза больше, чем на горизонтальную поверхность.

Выводы:

Излучение является основным источником тепловых потерь в солнечных коллекторах. Поэтому, для определения теплового баланса в СК можно использовать аналитические формулы вместо громоздких эмпирических таблиц.

Использовать вакуум, как элемент теплоизоляции в солнечных коллекторах — не оправдано. Солнечный коллектор — это теплообменник. Для того, что отобрать от него мощность $785,8 \text{ Вт/м}^2$ и нагреть воздух с 20°C на входе в воздушный коллектор до 35°C на выходе необходимо пропустить через коллектор $2,426 \cdot 10^5$ литров воздуха в час. Объем воздуха между абсорбером и стеклом, который определяет потери СК через конвекцию, составляет всего $1,2 \text{ л}$.

В солнечных коллекторах необходимо использовать самоочищающееся стекло, вместо обычного или антибликового стекла.

Солнечные коллекторы, установленные по всей площади южного фасада промышленного здания, могут обеспечить теплом все здание.

(Статья надійшла в редакцію 27.08.2012)



ТЕНДЕНЦІЇ ЩОДО ДЖЕРЕЛ ТЕПЛА ДЛЯ ДОСТУПНОГО ЖИТЛА



М.С. Коренблом, голова наглядової ради, КБП «Омега-газ»

У статті розглядаються шляхи забезпечення справжньої доступності житла за рахунок застосування теплонасосних технологій в якості джерел тепла при будівництві доступного житла.

В статтє рассматриваются пути обеспечения реальной доступности жилья за счет применения теплонасосных технологий при строительстве доступного жилья.

In the article the ways of providing of the real availability of accommodation are examined due to application of eating pump technologies at building of accessible accommodations.

Схоже на те, що бурхливе будівництво дорогого та елітного житла, що захлинулося хвилиною загальної кризи, вже ніколи не відродиться в тому ж обсязі, що був характерним для перших 7-8 років ХХІ століття.

Тенденція будівництва надмірної кількості дороговартісного житла і без кризи мала би згаснути тому, що тенденція ця народжена була не з реальної потреби громадян України в житлі, а з помилкового (ситуативного) уявлення про те, що лише інвестиції капіталів у нерухомість — це найвигодніша справа.

Тепер у нас нерухомості багато. Збудовано будинки з квартирами, що мають значну площу.

Мешкати в цих квартирах нікому, і продати їх нема кому, тому що коштують такі квартири дорого, проживати в них незатишно, а утримувати їх також дорого.

В той же час, кількість людей, що мають гостру потребу в житлі, внаслідок будівельного буму останніх років не зменшилась. Потреби, зокрема, молодих родин, військовослужбовців, у доступному житлі більше не можна ігнорувати, і тому державні програми будівництва соціального житла стають все більш актуальними.

Коли говорять про доступне житло, в першу чергу, мають на увазі, що житлові будинки мають коштувати не дуже дорого, тому багаточисельні дискусії щодо пошуку шляхів можливого здешевлення будинків, зазвичай, завершуються лише заходами, що пов'язані зі здешевленням будівництва.

В той же час, вже тепер сплата комунальних послуг, навіть, за відносно невеликі квартири, лягає важким тягарем не тільки на малозабезпечених громадян, але і на людей середнього статку. А в майбутньому, коли вартість енергоносіїв зросте, станеться так, що основною ознакою доступності житла будуть не одноразові витрати на його придбання, а експлуатаційні витрати на його утримання.

Більше всього необхідно платити за теплову енергію. Тому головною проблемою теплопостачання доступного житла — є вибір раціонального джерела тепла.

Для м. Чернівці, де єдиним джерелом теплової енергії є природний газ, витрати на теплопостачання вже в найближчий час будуть дуже високими, незалежно від того,

спалюється газ у топках котлів крупних районних котельень або в пальниках квартирних теплогенераторів.

Постійне зростання цін на природний газ первісно і об'єктивно зумовлено обмеженістю його запасів у надрах землі, тому орієнтуватися на використання цього виду палива на довготривалу перспективу не слід.

Переорієнтація систем централізованого і децентралізованого теплопостачання нашого міста на спалювання вугілля, рідкого палива або місцевих видів палива у вигляді деревних відходів, побутового сміття тощо — це шлях у безвихідь (дорого, нераціонально, різке погіршення екологічної ситуації тощо).

Через відсутність достатніх резервів електропотужностей у нашому місті — пряме використання електроенергії для виробництва теплової енергії (електронагрів теплоносія) також не є вирішенням проблем теплозабезпечення доступного (нового) житла.

Враховуючи наведене, для теплопостачання нових житлових будинків доцільно, зокрема, використовувати теплові насоси.

Здається, що застосування такого відносно дорогого обладнання, яким є тепловий насос і всі пов'язані з ним допоміжні пристрої, було би більш доцільним для будинків з дорогим житлом. Проте, виявляється, що застосування теплових насосів у відносно недорогих будинках міського типу є більш ефективним.

По-перше, будинки для доступного житла не дуже високі (до 9-ти поверхів), тому що самий простий спосіб зменшити вартість сучасного будинку пов'язаний зі зменшенням його поверховості. А це означає, що вертикальні ґрунтові теплообмінники (основне джерело низькопотенціального тепла для теплових насосів) глибиною до 100 м, впишуться в земельні ділянки, які відводяться під їх будівництво.

По-друге, в якості додаткових джерел низькопотенціального тепла необхідно використати "сірі" каналізаційні стоки, витягне повітря примусової припливно-витяжної вентиляції кухонь і санвузлів та зовнішнє повітря.

По-третє, питомі тепловтрати будинків з доступним житлом, що віднесені до 1 м загальної площі, будуть менше ніж будинків з дорогим житлом, з-за відносно невисоких

стель і нормального (мінімально необхідного) скління. В будинках для небагатих людей неприпустимо влаштування вітражів від підлоги до стелі, зашкленних пентхаузів тощо. По-четверте, у щільно заселених житлових будинках очікується високий рівень побутових теплових виділень, а це дозволяє також скоротити вироблення теплової енергії тепловими насосами.

У Європі побутові споживачі вже платять за 1 м природного газу від 0,5 до 1 \$ США, і ціни постійно зростають. Середньоєвропейський тариф за 1 кВт.год електроенергії складає 0,1 \$ США.

Тепер вже ні в кого нема сумнівів щодо того, що європейські ціни за енергоносії невдовзі можуть стати нашими.

При порівнянні варіантів теплопостачання будинку від газової котельні або теплових насосів, з врахуванням наведених вище можливих цін за енергоносії та рекомендацій науково-технічних джерел, при застосуванні теплових насосів отримуємо наступне:

- капітальні витрати зростають приблизно на 5 - 10 %;
- експлуатаційні витрати на енергоносії скорочуються на 60 - 70 %;
- відсутні шкідливі викиди;
- додаткові витрати на будівництво будинку, що пов'язані з застосуванням теплових насосів, окуповуються, приблизно, за 8-10 років.

Такий період окупності не є надмірно тривалим оскільки він є порівняним з терміном повернення кредитів, за які, зазвичай, будуються будинки.

Крім того, як правило, практика застосування енергоефективних технологій розвинутими державами світу демонструє особливий підхід до проблем, що пов'язані з енергетичною безпекою держави. Сучасний підхід до вирішення енергетичних проблем враховує широке коло критеріїв, за якими оцінюється вигода або невигода від застосування енергозберігаючої техніки. І це, в першу чергу, не тільки термін окупності, але й екологічна чистота технічного рішення, його внесок у забезпечення енергонезалежності держави, розвиток нових технологій і вплив на ринок праці, маючи на увазі, в першу чергу, створення нових робочих місць, що пов'язані з розробкою сучасних зразків вітчизняної енергозберігаючої техніки.

Захист мешканців сучасного будинку від згубної та нестійкої кон'юктури паливного ринку ціною здорожчання будівництва на 10 % - хіба це не мета, якої необхідно прагнути?

Нове доступне житло, незалежно від того, буде воно будуватися за кошти держави, міста або за кошти небагатих громадян – повинно будуватися з розумінням необхідності забезпечення енергетичної безпеки (незалежності) держави, будинку, що будується, і всіх його мешканців.

Найбільш повно ці задачі можливо вирішити лише за допомогою теплових насосів.

Необхідно припинити практику будівництва багатопверхових житлових будинків, зокрема:

- З одноконтурною системою опалення;
- Без ЦТП будинкових (квартирних);
- Без використання земельних ділянок під будинком для влаштування ґрунтових теплообмінників, зокрема, без влаштування на земельній ділянці під майбутнім будинком вертикальних ґрунтових теплообмінників у складі енергосвободного фундаменту або всередині периметру стрічкового фундаменту;
- Без централізованої системи ГВП;
- Без примусової припливно-витяжної вентиляції або, як виняток, без влаштування кімнатних повітряних теплообмінників («теплих фрамуг»);
- З каналізаційними стояками, що не обладнані т/о для зняття тепла стоків.

Щоби не робила Людина на Землі – наслідком її діяльності є тепла енергія, що скидається в навколишнє середовище. І лише тепловий насос спроможний знову повернути цю енергію для потреб Людини.

Список літератури:

1. По матеріалам збірників «Енергосбережение в зданиях», Украинская академия архитектуры, ЧП «Энергоминимум».
2. За матеріалами з доступних джерел інформації.

(Стаття надійшла в редакцію 30.08.2012)

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ І ЗАХИСТУ ВІД КОРОЗІЇ

Е. Легкун, канд. техн. наук, Державне госзрахункове підприємство Сертифікаційний випробувальний центр опалювального обладнання,
Г. Поберезніченко, інженер, ТОВ "Віло Україна"

В статті оцінюється ринок опалювальних приладів, а також надаються рекомендації щодо підвищення ефективності роботи систем опалення і про необхідність переходу на випробування опалювальних приладів за Європейськими нормативами, враховуючи тенденція до зниження температурного рівня систем теплопостачання і перехід на двотрубні системи.

В статье оценивается рынок отопительных приборов, а также даются рекомендации по повышению эффективности работы систем отопления и про необходимость перехода на испытание отопительных приборов по Европейским нормативам, учитывая тенденции к снижению температурного уровня теплоснабжения и переход на двухтрубные системы.

The market of heating devices is estimated in the article, and also given recommendation on the increase of efficiency of heating systems work and about the necessity of passing to the test of heating devices on the European norms, taking into account tendencies to the heat providing systems temperature level declining and passing to double-pipe scheme.



За останні роки асортимент опалювальних приладів в Україні змінився за конструкцією, призначенням, матеріалами, дизайном.

Опалювальні прилади в будівництві можна поділити на групи:

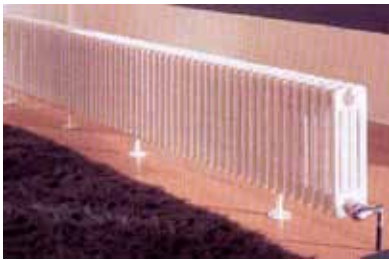
- для передпокоїв і коридорів;
- для ванних кімнат і туалетів;
- для кухонь;
- для житлових кімнат і спалень;
- для спортивних залів і громадських приміщень;
- для промислових будівель, в т.ч. і для місць відбування покарань;
- для культових споруд, музейних будівель і т. д.

За оцінками фахівців застосування традиційних чавунних радіаторів і конвекторів скоротилося до 15-20%. Зараз переважно використовуються алюмінієві радіатори, в т.ч. біметалеві, опалювальні конвектори з міді, сталеві панельні радіатори, так звані «вогневі конвектори» і конвектори з примусовою циркуляцією повітря.

Види сталевих радіаторів

На ринку присутні три види сталевих радіаторів - секційні, трубчасті і панельні.

Сталеві секційні радіатори нагадують класичні чавунні, але не володіють повною мірою перевагами, які дає збірна конструкція, оскільки поставляються блоками. В умовах будмайданчика розмір радіатора можна змінити методом, що використовується і для чавунних - за допомогою ніпелів.



Секція такого радіатора зварюється з двох елементів, відштампованих з листової сталі. У ній може бути два і більше вертикальних каналів. Діапазон розмірів окремих секцій: висота - від 350 до 900 мм, глибина - від 80 до 220 мм.

Маючи меншу, ніж у чавунні радіатори матеріаломісткість, питому масу, інерційність - сталеві секційні радіатори поступаються їм у статичній міцності (робочий тиск - до 0,6 МПа) і корозійній стійкості. Це обмежує застосування даних радіаторів системами опалення індивідуальних будинків або вимогами до якості теплоносія.

Сталеві трубчасті радіатори також мають секційну конструкцію. З'єднання елементів виконується за допомогою зварювання труб, зовнішній діаметр яких, зазвичай, 25 мм. Зовнішні шви в місцях зварювання головок і труб шліфуються. Секції з'єднують в блоки зварюванням по всьому периметру. У крайні отвори зварних блоків вмонтовані втулки, куди угвинчують глухі і прохідні пробки. В якості конструкційного матеріалу застосовується вуглецева і легована сталі.

Асортимент сталевих трубчастих радіаторів включає моделі висотою від 180 до 3000 мм (ці значення можливі і для довжини). Число колонок в секції від двох до шести. Можливі і одноколонкові радіатори. Ринок пропонує моделі прямого і вигнутого профілю, настінного і підлогового розміщення. Ці опалювальні прилади розташовуються уздовж стін, і всередині приміщення. Трубчасті радіатори можуть комплектуватися вбудованими термостатичними



клапанами. У стандартному варіанті підключення радіатора до системи опалення здійснюється через бічні прохідні пробки. Наявність виконань з приварними патрубками, а також спеціальної арматури дозволяє реалізувати інші види приєднання, включаючи нижнє бічне і донне. Зовнішні поверхні трубчастих радіаторів доступні для очищення від пилу.

Прилади добре вписуються в інтер'єр, мають невеликий гідравлічний опір. Забезпечують оптимальне співвідношення передачі тепла радіацією і конвекцією і належать до верхньої цінової групи. Зазвичай сталеві трубчасті радіатори випускаються для роботи в системах з максимальним робочим тиском 1,0-1,5 МПа і температурою 110-120°C і можуть використовуватися для опалення багатоквартирних будинків.

Сталеві панельні радіатори затребувані в багатьох європейських країнах. Так, в Скандинавських країнах, Німеччині, Туреччині їх частка в обсязі продажів становить близько 80 %. Це відносно недорогі і високоефективні опалювальні прилади.

Їх головний елемент - панель, зварена із 2-х сталевих листів, в яких штампуванням сформовані канали для теплоносія. Схема його руху - по вертикальних каналах від одного горизонтального колектора до іншого. З тильного боку до панелі може бути приварено оребрення з профільованими П-образними хвилями з тонкого (0,4-0,5 мм) сталевих листа.



Один радіатор може мати одну чи кілька панелей, з ребрами і без. Інформація про кількість компонентів у складі виробу міститься в позначенні типу радіатора: перша цифра-це число панелей, друга - число рядів оребрення. Виняток становить радіатор типу 12. Він складається з двох панелей і одного листа оребрення, «зажатого» між ними. Завдяки широкому модельному ряду можна підібрати оптимальний за параметрами сталевий панельний радіатор для будь-якого приміщення. Панельні радіатори комплектуються декоративними бічними стінками.

У однорядних моделей ці елементи можуть бути відсутніми. Їх не застосовують в приміщенні з підвищеними вимогами до чистоти (лікарняні палати, тощо). У цих випадках не використовуються і радіатори з ребрами. «Гігієнічне» виконання передбачає також гладку лицьову поверхню фронтальної панелі.

Сталеві панельні радіатори виконуються під стандартне або донне підключення. У першому випадку є чотири штуцера, що дозволяють реалізувати бічне одностороннє, двостороннє нижнє і діагональне приєднання. У другому випадку, розрахованому на використання радіатора у складі горизонтальної системи опалення, передбачено два патрубки, відстань між осями яких становить 50 мм. Сталеві панельні радіатори мають двошарове покриття.

Умови застосування сталевих і алюмінієвих радіаторів

Міцнісні характеристики сталевих панельних радіаторів дозволяють застосовувати їх і в індивідуальних, і в багатоквартирних будинках, включаючи багатоповерхові (у висотних будівлях - при поділі системи на зони). При цьому сталеві опалювальні прилади, радіатори із алюмінію і панельні радіатори уразливі до кисневої корозії, і розраховувати на їх тривалу експлуатацію можна лише в системах,

де проблема розчиненого кисню вирішена, тобто тільки в незалежних (автономних чи з відокремленими від теплової мережі теплообмінниками). При цьому кожен прилад повинен бути оснащений спускним пристроєм, а системи опалення - розширювальним баком закритого типу. Крім того, у випадку, коли система опалення монтується з пластикових труб, слід застосовувати труби з антидифузійним шаром.

У відповідності до вітчизняних нормативів якості теплоносія в системах опалення повинно відповідати вимогам «Правил технічної експлуатації електричних станцій і мереж», що дозволяє вміст розчиненого кисню - не більше 50 мкг/л, але ці вимоги порушуються.

При експлуатації сталевих радіаторів в централізованих системах опалення необхідно також враховувати і коливання робочого тиску (10-15 разів/добу), які за даними теплових мереж можуть сягати $\pm 0,15$ МПа від нормативних величин. За опалювальний період (200 днів) сума коливань може скласти 2,0-3,0 тис. циклів. Виконані в ДНДІ санітарної техніки досліді по оцінці надійності сталевих панельних радіаторів від впливу циклічних навантажень показали, що вони, до розгерметизації, витримують 50-100 тис. циклів, що відповідає терміну служби у 20-35 років.

Виробники також застерігають від використання сталевих панельних радіаторів в умовах корозії зовнішньої поверхні виробу, тобто у ванних кімнатах, пральнях, лазнях, критих басейнах, на підприємствах з переробки продуктів харчування, тощо. Не слід установлювати їх і на об'єктах, які в перший рік після будівлі або модернізації не опалюються.

Серед інших переваг сталевих панельних радіаторів - мала інерційність, невелика питома маса, зручність транспортування, зберігання і монтажу. Завдяки високій щільності теплового потоку багаторядні панельні радіатори застосовуються в низькотемпературних системах опалення. Вимагають уваги розбіжність в оцінці номінального теплового потоку між європейським стандартом і вітчизняною методикою. Відповідно до стандарту EN 442-2 основними нормативними умовами є:

- витрата теплоносія при перепаді температур в радіаторі у 20°C, тобто температура на вході в радіатор - 80°C, на виході - 60°C. У цьому випадку для радіатора в 1000 Вт витрата складе - 58кг/год;
- температурний напір (надлишкова температура) - 50°C (Δt

$= (80 + 60)/2 - 20$).

А відповідно до національної методи нормативними умовами є:

- витрати теплоносія - 360 кг/год;
- температурний напір $\Delta t = 90 - 20 = 70^\circ\text{C}$.

Як бачимо ці умови істотно відрізняються, в результаті технічні характеристики одного і того ж радіатора за паспортними даними зарубіжного і вітчизняного виробників необхідно корегувати. Так, радіатор випробуваний за EN 442-2 має тепловий потік 1,0 кВт. Той же радіатор, випробуваний за національним стандартом, має тепловий потік - 1,54 кВт. Враховуючи, що наші теплові мережі навіть при розрахункових зовнішніх температурах не забезпечують подачу теплоносія в систему опалення з температурами 105°C і на виході 70°C, то можна ставити питання про перехід на умови випробувань обладнання за європейськими стандартами.

Системи опалення заповнюються відфільтрованою та пом'якшеною водою, однак в ній залишається певна кількість повітря та осад. Саме ці чинники впливають на надійність її роботи і є причиною таких явищ:

- шум в системі; і трубопроводах;
 - корозія сталевих елементів системи;
 - зниження тепловіддачі;
 - зміна тиску та температури в системі;
 - позапланові ревізії та ремонту обладнання, чистка системи від осаду.
- Повітря завжди присутнє в теплоносії і з'являється воно через низку факторів:
- розширювальний бак малий або несправний;
 - неправильне місце встановлення розширювального баку;
 - швидке заповнення системи;
 - різниця тиску на арматурі, регулюючих клапанах;
 - помилки під час проектування чи монтажних робіт.

Другим хибним уявленням є думка, що все повітря можна видалити за допомогою автоматичних повітрявідвідників та кранів на опалювальних приладах.

Відомо, що повітря в воді може бути у вигляді вільного повітря, мікро бульбашок, та у розчиненому стані. Автоматичний кран Маєвського видаляє лише вільне повітря. Мікро бульбашки та розчинені гази і осад, що залишаються у теплоносії можна видалити з допомогою сепараторів компанії SPIROTECH.

Сепаратор Spirovent 'Air використовується для видалення повітря. З його застосуванням відпадає потреба:

- примусової деаерації після запуску системи в роботу;
- оптимізується робота системи;
- збільшується строк експлуатації системи;
- відпадає загроза кавітації та корозії;
- зменшується гідравлічний опір;
- зникають шуми в трубопроводах та опалювальних приладах.

Зауважимо, що наведений спосіб деаерації води дієвий лише для циркуляційних контурів. Для видалення осаду розміром часток до 3 мкм. рекомендується сепараторів Spirovent 'Dirt, але і він придатний лише для циркуляційних контурів і не можуть бути використані для очищення води в системах побутового водопостачання. Цей сепаратор не потребує зупинки системи для видалення осаду; його обслуговування не передбачає заміна або очищення фільтрів; він чинить незначний гідравлічний опір.

(Стаття надійшла в редакцію 28.08.2012)



ПАЯНЫЕ ПЛАСТИНЧАТЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ АЛЬФА ЛАВАЛЬ



Дудник Ж.А., инженер по холодильному оборудованию компании Альфа Лаваль



Паяные пластинчатые теплообменники Альфа Лаваль – оптимальное решение в системах рекуперации тепла для холодильных установок.

Паяні пластинчасті теплообмінники Альфа Лаваль – оптимальне рішення в системах рекуперації тепла для холодильних установок.

Alfa Laval soldered panel heat-exchangers - an optimal decision in the heat recuperation systems for refrigeration units.

В связи с постоянным увеличением цен на энергоносители все больше внимания уделяется экономии тепла и электроэнергии. Технологии энергосбережения становятся все более актуальными.

Вопросы снижения энергопотребления особенно важны для холодильных установок, поскольку они работают до 24 часов в сутки, 7 дней в неделю.

Установка дополнительной автоматики (электронных расширительных вентилей, оптимизация давления конденсации в зависимости от температуры наружного воздуха, управление компрессорами и вентиляторами конденсатора с помощью преобразователей частоты) существенно уменьшают потребление электроэнергии.

При работе холодильного оборудования выделяется значительное количество тепловой энергии, которое, как правило, выбрасывается в атмосферу. Данную теплоту реально использовать для обогрева помещений или для других нужд. Одна из схем рекуперации тепла - использования тепла конденсатора холодильной машины. Это возможность полностью или частично использовать перегрев сжатого в компрессоре газа, при установке предконденсатора. После сжатия компрессором паров хладагента, нагретый и сжатый пар по трубопроводам поступает в конденсатор, где охлаждается и сжижается. На этом участке и устанавливается дополнительный теплообменник, в который с одной стороны поступает горячий пар хладагента, а с другой, в противоток ему — теплоноситель (вода, этиленгликоль, пропиленгликоль). В теплообменнике происходит передача тепла от пара к теплоносителю. Температуру теплоносителя можно регулировать, изменяя характеристики теплообменника. Температура хладагента в конце процесса сжатия может превышать 80 °С, что обеспечит нагрев воды до 50-60 °С.

При использовании перегрева сжатого газа в холодильном контуре устанавливается дополнительный теплообменник - предконденсатор, что требует точного подбор с целью исключить конденсацию хладагента. В результате можно утилизировать до 15% тепла, сбрасываемого установкой. Часто системы рекуперации тепла устанавливаются в магазинах. Это позволяет обеспечить горячей водой целый

супермаркет.

При рекуперации теплоты конденсации можно снять намного больше тепла, но тепла низкопотенциального, позволяющего нагреть воду или воздух лишь до 30 °С.

Как может быть использовано утилизированное тепло? Наиболее очевидное применение — воздушное отопление. В простейшем варианте установка имеет два параллельно установленных конденсатора, один — на улице (он работает в теплое время года), а второй — внутри помещения (для подогрева воздуха). В недорогом исполнении такое решение не имеет никакой регулирующей автоматики. Перевод из зимнего режима в летний производится вручную отключением соответствующего конденсатора, при помощи запорных клапанов. Более сложные варианты имеют один конденсатор, установленный в помещении, и систему, направляющую поток воздуха либо на улицу, либо вовнутрь помещения. Управление распределением потока может быть как ручным, так и автоматическим.

Как правило, и для отопления, и для нагрева воды используют перегрев сжатого газа, так как температуры, которую можно получить при рекуперации конденсации хладагента, недостаточно. Использование перегрева газа позволяет нагреть воду до 40 — 50 °С и выше. В случае, когда холодильная машина не обеспечивает нужной производительности или же не может работать постоянно, емкости бака-аккумулятора для поддержания температуры недостаточно, применяют электрические нагреватели.

Разновидностью подобных систем являются каскадные установки с высокотемпературным тепловым насосом в качестве верхнего контура, который подогревает воду до 65 — 80 °С. Такая вода может использоваться для санитарной обработки поверхностей (при этой температуре погибает большинство бактерий), в химическом производстве.

Если сравнивать стоимость системы рекуперации со стоимостью стандартных средств обогрева (электронагреватели, котлы и т.п.), то она, бесспорно, окажется более экономичной. Окупаемость подобных систем не превышает двух лет. Системы рекуперации тепла обычно выполняются по индивидуальным проектам. Крайне важно правильно подобрать и спроектировать все компоненты системы.

Особое внимание следует уделить теплообменнику-рекуператору. Он должен отвечать таким требованиям

- Высокая надежность;
- Широкий диапазон рабочих температур;
- Высокое рабочее давление;
- Высокая коррозионная стойкость;
- Компактность и малый вес;
- Малый внутренний объем;
- Широкий диапазон мощностей и габаритных размеров;
- Наличие различных вариантов подключений и схем потоков, в том числе двусторонних;
- Простота монтажа и обслуживания;
- Минимальная стоимость.

Именно такими характеристиками обладают паянные теплообменники компании Альфа Лаваль. Они изготавливаются таким образом, что в конструкции полностью исключены прокладки, стяжные болты и другие крепежные элементы.

Поверхность теплопередачи пластинчатого паяного теплообменника состоит из пакета тонких гофрированных металлических пластин, размещенных между двумя торцевыми пластинами. В единый теплообменный блок пластины соединены способом пайки в вакуумной печи. Гофрированная поверхность пластин обеспечивает высокую степень турбулентности потоков и жесткость конструкции. Патрубки для ввода и отвода рабочих сред могут располагаться как на передней, так и на задней торцевой пластине. Существует несколько моделей паяных теплообменников, которые могут быть одно- или многоходовыми, с разными типами соединения. Существует возможность установки патрубков большего диаметра для улучшения работы при потоках со значительно различающимся расходом.

Альфа Лаваль выпускает полный модельный ряд теплообменников любой производительности для решения любой задачи. Паянные теплообменники – оборудование универсальное.

Примеры применения паяных пластинчатых теплообменников в холодильных системах

- Испаритель
- Конденсатор
- Предконденсатор
- Экономайзер

Разработки Альфа Лаваль привели к появлению новых более эффективных паяных теплообменников. Теперь можно выбирать из целого ряда аппаратов производительностью от 10 кВт до 5 МВт (достаточно для отопления тысячи квартир). Паяные теплообменники Альфа



Рис. 1. Паяные пластинчатые теплообменники Альфа Лаваль

Лаваль работают при температуре 170°C и выше и при давлении от 16 атмосфер, что является наиболее распространенными условиями эксплуатации в системах централизованного теплоснабжения. Конечные потребители оценили их малый внутренний объем, что позволяет регулировать поток теплоносителей быстро и качественно.

Паяные пластинчатые теплообменники Альфа Лаваль (рис 1) имеют преимущества перед традиционными аппаратами, используемыми для тепло и холодоснабжения:

- высокая эффективность теплообмена (высокий коэффициент теплопередачи) обусловлены компактной конструкцией и малой массой, что упрощает монтаж, позволяя размещать в ограниченном пространстве;
 - аппараты не имеют уплотнений и отличаются высокой прочностью, благодаря чему могут применяться при высоких температурах и давлениях;
 - небольшой объем заправляемого хладагента;
 - равномерное распределение потока с постоянной величиной перегрева (для эффективного охлаждения при работе в качестве испарителя интегрирована система распределения потока – дистрибьютор);
 - обеспечивается возврат масла даже при низких нагрузках;
 - с помощью 2-х контурных теплообменников можно регулировать производительность холодильной системы
- Паяный теплообменный аппарат АС70, (одноконтурный для хладагента) с мощностью охлаждения 5,5..55 кВт разработан для кондиционирования воздуха и холодильного применения. Теплообменник состоит из гофрированных пластин из нержавеющей стали, а также опорной и прижимной плит. Конструкция пластины позволяет добиться высокой производительности на всех фреонах (HCFC, HFC, HC) и CO₂, благодаря чему существенно снижаются эксплуатационные расходы холодильных машин. Альфа Лаваль – признанный мировой лидер на рынке теплообменного оборудования. Теплообменники Альфа Лаваль широко применяются в системах тепло- и холодоснабжения, вентиляции, кондиционирования, в технологических процессах промышленных предприятий. Первый паяный теплообменник был изобретен в компании Альфа Лаваль в 1977 г. Паяные пластинчатые теплообменники уже много лет успешно применяются в различных областях промышленности. Технология производства паяных теплообменников постоянно совершенствуется с момента их появления. Имея многолетний опыт, компания Альфа Лаваль модернизирует и расширяет модельный ряд оборудования. Планируется замена более 70% моделей паяных теплообменников на новые, более эффективные и экономичные.

Простота в обслуживании и высокая экономичность, отсутствие потребности в использовании специально обученном персонале или обслуживающей организации, а также экологическая безопасность делают вложение средств в оснащение системами рекуперации быстрокупаемым и эффективным инструментом снижения затрат предприятия. Использование оборудования Альфа Лаваль это гарантия надежности, гибкости, компактности, простоты монтажа, многолетней безотказной службы.



Рис. 2. Направления потока в паяном теплообменном аппарате

ОСНОВЫ БИОКЛИМАТИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ



Л.Муляр, кандидат архитектуры, Заслуженный архитектор Украины

Развитие архитектуры и строительства, а также эксплуатация имеющегося фонда жилых и общественных зданий и обеспечение их энергоресурсами находятся в тесной связи с экологией регионов Украины. Мы обратились к известному киевскому архитектору Муляру Леониду Харитоновичу, одному из инициаторов новой архитектурно-технической политики энергосбережения, в бытность его работы в Министерстве строительства и архитектуры. Сегодня мы публикуем его информацию об основах биоклиматической архитектуры.



Понятие «биоклиматическая архитектура» подразумевает комплекс градостроительных и архитектурно-инженерных решений, позволяющих обеспечить в зданиях благоприятные для жизнедеятельности человека условия за счет использования климатических особенностей окружающей среды и возобновляемых (природных) источников энергии. Поскольку внешние условия изменяются со временем, идеальный «биоклиматический архитектурный объект» должен в свою очередь обладать способностью изменяться соответствующим образом:

- терять наименьшее количество тепла в холодную пору;
- вбирать в себя солнечную энергию в дневное время в зимние месяцы и накапливать ее для использования в случае необходимости;
- отражать солнечное излучение в жаркую погоду;
- защищать людей от сильных ветров и др.

Как показывает опыт, можно попытаться достичь таких «биоклиматических» характеристик зданий посредством ряда особых архитектурно-технических приемов и решений.

Использование природных условий для выживания характерно для первобытных и исторических поселений

- Индейские поселения в Колорадо (Америка, около 1200 г.н.э.) располагались в глубине горизонтальной расщелины в скале, ориентированной на юг, и следовательно, защищены от знойных солнечных лучей летом. Кроме того, массивная скала, к которой они прилепились, накапливает огромную термическую энергию и излучает ее в холодное время. Таким образом, постоянные благоприятные условия для жизни в поселениях обеспечивались практически круглый год.

- Жилищные поселения мозабитов в Северной Сахаре (Алжир) приспособляются к особенностям той климатической зоны, которую называют «пустыней в пустыне»: резкие термические колебания, часто дуют яростные ветры — пыльные и песчаные бури, изредка обрушиваются сильные ливни; солнечная радиация весьма интенсивна. Жилые дома строились с очень толстыми каменными (или из кирпича-сырца) стенами и плотно подогнанными одна к другой. Тень от домов падает на улицы и переулки. Термическая емкость строительных конструкций и материалов защищает внутренние помещения жилищ от перегрева в дневное время, а ночью накопленное тепло в ограждающих конструкциях подогревает помещение.

- Примером первобытной архитектуры, отвечающей основным принципам биоклиматического строительства жилищ, можно считать так называемые хижины «доммузо» на острове Пантеллерия (Тихий океан), которые предназначены, прежде всего, для защиты человека от жары и от ветра. Они строились для того, чтобы люди могли жить на виноградниках и хранить в них разные инструменты и урожай.

Крыша «доммузо» построена в форме бочкообразного купола, водонепроницаемого извне и служащего для сбора потоков дождевой воды в цистерну, которая расположена внизу.

Внешние стены — толщиной от 80 см до 2 метров, они сложены из двух слоев крупных камней посредством сухой кладки, промежутки между ними заполнены более мелкими камнями (3-х слойная конструкция). Температура в таких домах за счет теплоемких стен в самый жаркий месяц (август) остается почти неизменной и днем и ночью — на уровне 26°C. И естественно, такие массивные стены служат надежной защитой от ураганных ветров. А собранная дождевая вода служит для полива виноградников в засушливое время.

- Традиционные народные жилые постройки в Иране, Ираке, Пакистане и других регионах Востока используют изобретательные строительные системы защиты жителей от

неблагоприятных условий в зоне пустынь, где экстремальная дневная жара сменяется холодными ночами. В дополнение к системам, которые встречаются в других странах — толстые земляные стены, которые стабилизируют температуру, приводя ее к среднему значению между дневным и ночным ее уровнем, они применяют внутренние дворики с растениями и кустарниками для защиты стен от перегрева и задержания ночной прохлады для охлаждения помещений.

- В XVI веке широкое распространение в горном районе Виченцы (Италия) получило строительство богатых вилл с наличием систем естественного охлаждения, которые использовали холодный воздух, выходящий из больших подземных углублений (пещер). Температура внутри этих пещер приблизительно постоянная в течение года, около 11-12 градусов. Поскольку пещеры были связаны с наружной средой через многочисленные отверстия, расположенные на различной высоте, в периоды, когда температура наружного воздуха резко превышает температуру внутреннего воздуха, возникает естественная циркуляция, в результате которой теплый воздух, поступающий в пещеру из верхних отверстий, выходит охлажденным из более низких отверстий.

Подвалы вилл были соединены с пещерами специально вырытыми подземными ходами, достигающими длины нескольких сотен метров. Из подвалов прохладный воздух проникал в верхние помещения через резные ажурные отверстия из мрамора в полу комнат нижнего этажа. Эффект был значительным: при температуре внешнего воздуха 33 градуса, температура воздуха в помещениях первого этажа была 16 градусов.

Эта «биоклиматическая» система охлаждения вилл была настолько известной и поражающей, что она заслужила внимание выдающегося итальянского теоретика архитектуры Палладио, который широко упоминает о ней в первой из своих «Четырех книг об архитектуре».

Зарождение «биоклиматических» основ в творчестве выдающихся архитекторов

- знаменитый французский архитектор-новатор Ле Корбюзье в постройке Башни теней на краю Капитолийского холма в Чандигархе (Индия) использовал Солнце как инструмент архитектуры: северный фасад полностью открыт, в то время как три остальных фасада снабжены так называемыми солнцерезами. Таким образом, созданы внутренние пространства с обеспечением нормальной температуры в знойные индийские летние дни. Это здание стало центром деловых встреч, а также местом для уединенного размышления и духовного созерцания.

Позже Ле Корбюзье создал климатические таблицы для правильного проектирования, которые учитывали условия внешней среды — температуру, влажность воздуха, движение воз-



духа (ветры и потоки воздуха), солнечное облучение проектируемых объектов для определенной местности. Эти таблицы позволяли выбрать правильное решение в условиях «экстремальных» климатов и разработать архитектурные приемы, с помощью которых можно создать благоприятные условия для жизни человека.

Таким образом, Ле Корбюзье внедрил в архитектуру новые элементы, вызванные жарким климатом: горизонтальная и вертикальная солнцезащита (солнцезащиты); незастроенные первые этажи зданий (на колоннах) для защиты от солнца и проветривания территорий в знойном климате; климатические таблицы для учета параметров окружающей среды в проектах.

В то же время для регионов с умеренным климатом Ле Корбюзье пропагандировал стеклянные стены – занавеси для раскрытия помещений в природную среду, как основы гармоничного единения человека и природы.

- Ангольский архитектор В. Коста (работал в мастерской Ле Корбюзье в Париже), проектируя в условиях жаркого влажного климата, демонстрирует серьезное отношение к особенностям окружающей среды. Он четко излагает принципы, на которых должно основываться проектирование сельских поселений, в частности, на важности ориентации зданий для использования возможности естественной вентиляции помещений, защиты от перегрева, исключение отражающего солнечного излучения. Он также предложил игнорировать «ошибочное и анахроничное правило параллельности между дорогами и зданиями», если оно противоречит требованию предпочтительной ориентации». Это правило можно рассматривать как один из теоретических принципов будущей «свободной планировки», широко применяющейся в современном градостроительстве.

- Гениальный американский архитектор Ф. Райт, основатель направления «органической архитектуры» в своих проектах богатых особняков и вилл (более 500) в основу поиска архитектурной композиции берет особенности места строительства: знаменитый дом-водопад; дома-премии и др. Это пример создания органического единства разнообразной внешней архитектурной формы и внутреннего комфорта.

Так называемый, дом Роби является, без сомнения, одним из самых удавшихся примеров «биоклиматических» жилищ, осуществленных Райтом (внутренний дворик, защищенный с юга от перегрева; вспомогательные помещения расположены с севера – барьер против холодных ветров; солнцезащита в летнее время в помещения эркера зимних лучей и др.).

- Известный финский архитектор А. Аалто в своем «гуманистическом» творчестве не увлеклся абстрактными эстетическими поисками формы и содержания, а создавал комфортные пространства,

в пределах которых совершаются различные виды деятельности людей, с хорошим

дневным освещением, естественным проветриванием, защитой от шума, четкой акустикой, раскрывая здания на прекрасные уголки финской природы.

- Все зрелое творчество американского архитектора Л. Кана вдохновляется решением задачи преобразования солнечного излучения по существу в архитектурный материал. Во время своего пребывания в Луанде (Ангола), получив заказ на строительство нового консульства США, он отдает себе отчет в том, насколько ослепителен солнечный свет, насколько обжигающее исходящее от него тепло, если оно прямо попадает на внешнюю оболочку здания, не встречая никаких препятствий на своем пути.

Отсюда вытекает изобретение стены с отверстиями, которая устанавливается перед остеклением, с тем, чтобы регулировать доступ света внутрь помещения. И здесь архитектура подходит к проблеме защиты помещений от тепла, исходящего от поверхности стены, освещенной прямыми лучами солнца.

- Группа итальянских архитекторов во главе с Рафаэлем под влиянием энергетического кризиса начала XVI века, предлагает новые функциональные решения, которые можно определить как «солнечные пассивные и биоклиматические». Основой архитектурных решений была идея ориентации зданий и помещений в соответствии с внешними климатическими характеристиками окружающей среды, как главного фактора экономии тепловой энергии в зданиях.

- Одним из удачных примеров «биоклиматической архитектуры» является построенный по проекту американского архитектора Л.Хэприн комплекс «вторых домов» (дачные дома) на Калифорнийском побережье Тихого океана.

В этом проекте комплексно учитывались все параметры, определяющие окружающую среду: гигротермические данные, относящиеся к инсоляции; скорость и направление ветров; геологическая и морфологическая природа почвы; растительность и даже самые утонченные характеристики восприятия сферы, выражающиеся в форме волн и в звуковых деталях шума, создаваемого при их столкновении со скалами.

При этом, здания группировались так, чтобы они сами являлись защитным препятствием ветру, создавая защищенные солнечные пространства, обращенные к океану. Также широко применялись застекленные веранды, зимние сады, террасы, ограды, площадки, всегда защищенные с севера и открытые на юге к океану.

В призывах архитектора-исследователя Б.Фуллера «Не пытайтесь бороться с силами природы, используйте их!», «Зачем использовать энергию для остановки энергии? Это все равно, что пустить локомотив против других локомотивов» - синтезируются выводы его исследований, для понимания которых, возможно потребуются еще многие годы, настолько они превосходят пределы нашего привычного взгляда на мир.

В своей «Системе 4Д» Б. Фуллер поднимает вопрос автономного жилища, разрабатывая многоэтажный легчайший (а значит и перевозимый воздушным путем) жилой элемент, способный использовать природные силы (ветер, солнце) и обеспеченный очень значительной энергетической автономией, т.е. он представляет архитектуру как энергетическую систему.

Его убеждения состоят в том, что современная научно-техническая мысль дала нам важные средства для достижения свободы, ранее невообразимые, которые приводят в кризис наше консервативное мировоззрение.

(Статья надійшла 28.08.2012)



ГОРОД БУДУЩЕГО, ЭКОПОЛИС



Сафонов Д.О. архитектор,
Исполнительный директор проектной мастерской «М'АРС».

...«Город-сад», «город солнца» - утопия, воспетая еще с древних времен романтиками, фантастами и зодчими. Недостижимая и нежизнеспособная на первый взгляд, отраженная во множестве нереализованных проектов прошлого, уже сейчас она начинает воплощаться в реальность...

...«Місто-сад», «місто сонця» - утопія, оспівана ще з далеких часів романтиками, фантастами та зодчими. Недсяжна та нежиттєздатна на перший погляд, відображена у багатьох нереалізованих проектах минулого, вже зараз вона починає втілюватися в життя...

... «Garden-city», «city of the sun» - those are utopias that have been praised by romantics, fictionists and architects from ancient times. Reflected in the unrealized projects of past, this goal was never achieved before. But now those fantasies finally came to life...



Зеленые технологии развиваются на основе использования альтернативных источников энергии, энергоэффективных инженерных решений и материалов. Жилье, созданное согласно этим технологиям, актуально для нынешних мировых потребностей, как со стороны экономической обоснованности, так и со стороны создания более безопасной и экологически чистой среды обитания для людей, а самое главное — минимизации негативного влияния на мировую экологию жизненных процессов самого человека. Прекрасная тенденция развития, но и у нее есть свои подводные камни.

Малое частное и коммерческое строительство, находящееся, в основном, вне черты крупных городских образований — самый удобный плацдарм на котором чаще всего применяются подобные зеленые инновации. Обоснованное в плане экологии и удобства эксплуатации для человека, оно не решает главной проблемы — здоровья экологии Земли в перспективе будущего. Уже сейчас в крупных странах мира порядка 75-90% граждан проживают в городах. И не смотря на многолетние попытки децентрализации, согласно прогнозам аналитиков ООН, к 2030г. более половины населения Земли будет проживать в крупных урбанистических центрах. С такой тенденцией уменьшение влияния на экологию загородного строительства, которое и так не является основным источником загрязнения, не будет иметь какого-либо глобального значения для природы.

Соответственно, основная ориентация эко-развития должна быть направлена на применение зеленых технологий в городах. В наше время это осуществляется разными способами со спорной эффективностью: либо единичными объектами, которые, в своем технологическом превосходстве, вырываются из инфраструктуры города за счет своей энергетической автономности, или же путем модернизации всех инженерных сетей города и повсеместного применения энергоэффективных технологий, по примеру Стокгольма, что является очень трудоемким, дорогим и длительным процессом. Такой процесс совершенствования городов не может быть оптимальным, т.к. сами города были созданы на полностью отличных от зеленого строительства принципах, путем многолетнего формирования и расширения.

Таким образом, мы переходим к концепции городов, основой которых изначально будет энергоэффективная инфраструктура. «Город-сад», «город солнца» -утопия, воспеваемая еще с древних времен романтиками, фантастами и зодчими. Недостижимая и нежизнеспособная на первый взгляд, отраженная во множестве нереализованных проектов прошлого, уже сейчас она начинает воплощаться в реальность. Не смотря на сложность проектных и производственных работ, провальные опыты прошлого и психологическое неприятие людьми городов построенных «с нуля» (что привело к появлению «городов призраков»), по всему миру ведутся полномасштабные строительные работы, уже не просто зеленых поселков и жилых массивов, а огромных автономных эколополисов.

Яркими примерами таких городов будущего можно назвать строящиеся на территории КНР города Дунтань и Гонкин, город Масдар в ОАЭ, а так же концептуальный проект реабилитации промышленной зоны в г. Мирный, путем создания из нее эко-города. И это не считая множества проектов находящихся пока лишь в разработке, подобных неоднозначным концептам городов будущего проекта «Венеры».

Масдар, ОАЭ

Проект города «источника» от Abu Dhabi Future Energy Company был начат еще в 2006г., а непосредственно первые строительные работы в 2008г. По изначальным проектным расчетам, срок строительства должен был составить

восемь лет, но в связи с влиянием международного экономического кризиса общие сроки строительства были увеличены и разбиты на фазы. Согласно этому, финал строительства этого города должен состояться между 2020-2025гг, а завершение первой фазы (участок в 1км²) намечено уже к 2015г.

Этот экологический город, площадью 6км², станет домом для 50000 людей, 1500 предприятий, специализирующихся на зеленом производстве, а так же для главного офиса Международного Агентства Возобновляемой Энергии (IRENA). По своей сути он станет экспериментальной площадкой для введения новейших энергоэффективных технологий разнообразных мировых производителей.

Одним из первых этапов строительства будет сооружение солнечной электростанции на 40-60 мегаватт, благодаря мощностям которой будут осуществляться основные строительные работы. В дальнейшем она будет заменена более мощной станцией, которая, в сумме с солнечными панелями, применяемыми повсеместно на крышах города, достигнет общей мощности в 120МВт, плюс 20МВт от предполагаемых проектом ветряных ферм. И все это без учета использования геотермальной энергии, заложенной в проекте, и будущей самой крупной в мире водородной электростанции, что будет располагаться в Масдаре.

Использование воды в городе, по преждевременным расчетам, будет на 60% эффективнее, чем в других городах с аналогичным населением. Рассчитывается перерабатывать до 80% потребляемой воды, сточных вод и влаги для повторного общественного потребления и ирригации. Биологические отходы города будут применены для создания удобрений, а так же дополнительной энергии путем использования биогазов.

Передвижение по городу будет реализовано общественным и персонально-периодичным электротранспортом,



что позволит снизить вредоносные выбросы в атмосферу до нуля. Планировочные схемы города в сумме с перекрытыми улицами будут способствовать естественному проветриванию города. Периметр города будет обнесен огромной ограждающей стеной, которая защитит его от теплых ветров, что поможет создать более мягкий, в отличие от окружающей природы, микроклимат города, а так же ограничить возможное негативное влияние самого города на окружающую экологию.

Исходя из этого, Масдар станет таким себе фортом-оазисом посреди пустыни. Энергетически независимым и завершенным. Который не будет разрастаться вне стен города, а иметь потенциал постоянного развития изнутри.

Дунтань, КНР

Расположенный на острове Чунмин, он является первым в серии из четырех, планируемых к постройке в Китае бри-



танской фирмой Агур, экологических городов. По предварительным расчетам, ко времени завершения строительства, население этого города может составить до 500 тыс. человек.

Оснащенный новейшими эко-технологиями, системами сбора и переработки воды, солнечными и ветряными электростанциями, этот проект, в отличие от, ранее описанного, Масдара, будет иметь более типичный образ города.

Лаконично вплетенный в ландшафт, за счет большого количества зеленых рекреаций и правильной планировки улиц, город будет сам по себе стимулировать людей отказываться от транспорта в пользу пеших прогулок. Оставшийся же транспорт будет переведен на водородные двигатели. Так же большую часть транспорта будут составлять водные такси, работающие на солнечной энергии, т.к. город, можно сказать, изрешечен огромной сетью водоемов.

Если этот город, соответственно проекту, не будет иметь парникового эффекта в итоге своих внутренних жизненных процессов, то он может стать хорошим образцом экологической альтернативы современным городам и при этом, психологически, будет более привычным для людей, в отличие от системного города-дома.

Гонкин, КНР

Занимательный проект от скандинавской компании DigiEcoCityLtd. был заложен в мае 2010г. и рассчитан на срок строительства в районе 5 лет. Город площадью 5,2 км намерен поместить в своей черте стотысячное население. И в потенциале стать примером для всей Китайской

программы урбанизации, целью которой является переселение 400 млн. граждан из сельской местности в города нового типа.

Данный город имеет в себе все присущие эко-городам составные в инженерном и энергетическом плане, но отличительной его особенностью является то, что основной упор разработчики проекта делают на цифровые технологии. Концепция предполагает под собой перевод множества городских функций в виртуальный формат, благодаря чему город сможет избавиться от многих зданий предназначенных для сферы услуг. Все же учреждения, чьи функции не могут быть заменены цифровыми услугами, планируется расположить так, чтоб они находились в пешеходной доступности для всех жителей города. Таким образом, как облегчается вопрос дорожно-транспортной системы города, так и уменьшается лишний расход площадей города на ненужную инфраструктуру.

Вторая положительная сторона цифровых технологий для эко-города заключается в системе современных интеллектуальных счетчиков и повсеместном управлении энергопотреблением. Рационализируя энергопотребление в масштабах населенного пункта, мы получим новую модель «умного города», которая не только сможет быть автономной, но и даже производить энергию сверх своего потребления.

В данной концепции цифровые технологии могут не только внести корректировку технических функций города, но и полностью изменить саму культуру и форму ежедневной жизни людей, перенеся их на совершенно новый, оптимизированный уровень существования.

Экогород 2020, Якутск, РФ

Дерзкий проект от архитектурного бюро «АБ Элис» планируется к возведению на месте Кимберлитовой трубки «Мир».

Один из самых крупных карьеров мира, более половины километра глубиной и диаметром в 1,2 км, в будущем сможет принять в себя около ста тысяч жителей.

Огромный отработанный котлован планируется перекрыть прозрачным куполом из фотоэлектрических элементов и под ним создать благоприятный микроклимат, контрастирующий с суровым климатом Сибири. В составе многоуровневого города будет: центральный ярус с развитой городской инфраструктурой и научно-исследовательским центром, нижний ярус с жилыми зданиями и лес в центре карьера.

Звучит как фантастика, особенно в таких неудобных для строительства земляных условиях вечной мерзлоты, где уровень промерзания грунтов превышает глубину самого кратера. Но сама концепция исправления «шрамов», оставленных на Земле человеческой деятельностью, путем создания на их базе городов безопасных для экологии Земли — заслуживает внимания.

Проект «Венера»

Проект авторства промышленного дизайнера Жака Фреско сформирован на основах «ресурсоориентированной экономики», своей сутью задевающий сам общественный строй и представляющий собой нечто вроде технократической версии утопического коммунизма. Не смотря на всю идеалистичность представленного проекта, в его составе включено множество концепций и детальных разработок городов для нового общества, созданных на принципах зеленого строительства. Данные проекты являются



не столько рабочей документацией для проведения строительных работ, сколько методическими рекомендациями для планировки городов будущего. Плавающие города, использующие теплые подводные течения, мобильные самовозводимые города, стабильные города. Футуристические идеи, которые сейчас вряд-ли можно назвать неосуществимыми. Среди них очень занятным проектом, в контексте темы данной статьи, является радиальный город.

Радиально-лучевая система градостроительной планировки еще с давних времен доказала свою рациональность и экономичность, а с использованием новых инженерных технологий она становится еще более удобной. Основой схемы радиального города проекта «Венера» является четкое разделение зон и минимизация количества инженерных коммуникаций и городских транзитов.

Структура же города довольно проста, и при этом очень практична. Она состоит из 6 основных кольцевых зон. Первая и центральная зона города является его метафорическим центром. Из него идут все основные инженерные коммуникации. В нем расположены центры фильтрации и основные производственные механизированные цехи, где самовоспроизводятся конструкции и детали городских сооружений. Таким образом, город начинает свое строительство из своего центра и из этого же центра модернизируется в процессе существования. Так же в этой зоне расположены основные административные структуры. Вторым кольцом города являются здания инфраструктуры города, основные общественные сооружения, учреждения общественного питания и развлечений. Третьим кольцом города является непосредственно жилье. Четвертая зона включает в себя сады гидропоники. Пятая зона содержит основные ветряные и солнечные энергетические поля. Шестая и последняя зона является лесной полосой для ограждения города от неблагоприятных внешних влияний, а так же внешней природы от самого города — далее этой полосы город уже не расширяется, оставаясь ограниченным в его пределах. Между каждой зоной прокладываются зеленые рекреативные полосы. Такая схема основана на приоритетности функциональных зон города и на количествах площадей необходимых в среднем для этих зон. К тому же расположение жилья и общественных зданий, равноудаленное от источников электроэнергии и водных ресурсов, позволяет максимально сократить протяженность инженерных сетей. А широкая полоса «альтернативных» электростанций позволит генерировать больше энергии.

Процесс урбанизации за счет таких радиальных городов представляет собой их соединение путем междугородних транзитов, что в итоге образует нечто наподобие сети, в своих промежутках заполненной нетронутой природой. Ограничение разрастания, равнозначность и автономность городов в корне убьет проблему централизации

среди населенных пунктов, а тем самым помешает образованию «эффекта теплого острова», чем окажет положительное влияние на экологию, а равномерное распределение городов на карте — уменьшит вмешательство человека в ландшафт и природу планеты.

Исходя из данных примеров, можно составить перечень необходимых элементов и методов формирования экополисов:

- Использование возобновляемых источников энергии в масштабах города, что обеспечит большую их эффективность.
- Рациональное использование сложившихся природных условий и ландшафтов с минимальным вмешательством.
- Упрощение и ускорение возведения города путем организации производства легкомонтируемых строительных элементов, изготовленных с применением чистых энергоэффективных материалов.
- Планирование города с организацией природной вентиляции для снижения необходимости кондиционирования воздуха и снижения парникового эффекта.
- Оптимизация плотности застройки и распределение функциональных зон города с минимальным транзитом.
- Организация эффективных систем общественного транспорта с нулевым выбросом вредных веществ.
- Создание сельскохозяйственных структур в черте города, для уменьшения транзита продуктов питания от производства до потребителя.
- Переработка для повторного использования материалов, воды и биологических отходов.
- Использование централизованных энергоэффективных инженерных систем с минимальным или нулевым выбросом отходов во внешнюю среду.
- Создание парковых зон и рекреаций, организация зеленых кровель и т.п.
- Замедление разрастания города вплоть до полного ограничения.
- Использование цифровых технологий для рационализации энергопотребления и сокращения городских общественных функций.

Данные пункты — лишь необходимые требования для проектирования городов будущего. Сама же разработка всех этих элементов включает в себя полную схему их взаимосвязей, т.к. каждый пункт полностью зависит от остальных. Это колоссальная работа, которая должна быть не простым плацдармом для экспериментов с новейшими энергоэффективными технологиями, а полностью просчитанной системой, в которой и для экспериментов найдется соответствующее место. И возможно, именно в такой сбалансированной системе сформируется среда обитания, которая оздоровит не только природу Земли, но и природу самого человека.

(Статья надійшла 23.08.2012)



ЕКОЛОГІЧНИЙ ПОГЛЯД НА ОНОВЛЕНУ ЕНЕРГЕТИЧНУ СТРАТЕГІЮ УКРАЇНИ



Тимочко Т.В., голова Всеукраїнської екологічної ліги

У статті проаналізовано недоліки оновленої Енергетичної стратегії України з екологічної точки зору.

В статье проанализированы недостатки обновленной Энергетической стратегии Украины с точки зрения экологии.

In the article the lacks of the renewed Power strategy of Ukraine are analysed from the point of view of ecology.



Наслідки зміни клімату і їх вплив на подальше становище окремих країн і людства в цілому набувають все більшої актуальності. Головним фактором, що викликає загальне занепокоєння, являється підвищення температури повітря. Потепління почавшись з кінця XIX сторіччя і на початок XXI сягнуло 0,7-0,8°C. Доведено, що на 90% винуватцем глобального потепління є парниковий ефект за рахунок збільшення в атмосфері CO₂. Останні 20 років зміни клімату відбуваються стрімкіше внаслідок зростаючого антропогенного навантаження на природу, викликаного діяльністю людства. Експерти прогнозують, що на кінець XXI сторіччя температура повітря може зрости ще на 2,0-4,5°C. Це обіцяє похмура майбутня Землі і ставить під загрозу існування людства.

Група вчених, що працювала під егідою Стокгольмського центру стійкості опублікували в журналі NATURE визначення кордонів поза яких не можна навантажувати довкілля нашої планети. Роботою встановлено дев'ять чинників: кліматичні зміни, окислення океану, руйнування озонного шару, порушення азотного та фосфатного кругообігу (життєво необхідних для росту рослин), освоєння нових територій під сільськогосподарське використання та житлову забудову, зникнення біологічних видів, накопичення хімічних забруднювачів, механічне забруднення атмосфери шкідливими частками. Вищевикладена класифікація чинників, визначаючих межі здоров'я планети, набула юридичного статусу. Оцінка зміни кожного з чинників щороку подається у доповіді Екологічної програми ООН та доповідається Генеральному секретареві ООН. Науковий саміт «Планета під тиском» визначив теперішній стан наведених чинників головним пунктом доповіді на конференції ООН із сталого розвитку - RIO + 20, що відбувся 20-22 червня 2012 року в Бразилії. Конференція підтвердила політичні зобов'язання Держав щодо сталого розвитку з урахуванням впливу системних криз, що постали сьогодні перед людством. Значна увага була приділена енергетичній кризі. Для її подолання Конференція рекомендувала масштабне використання відновлювальних і нетрадиційних видів енергії.

Європейські країни ще з часів першої енергетичної кризи 70-х років минулого сторіччя визначили це питання пріоритетним для свого розвитку. Зокрема, в 2008 році Європейський союз прийняв Програму «Енергія-клімат 20/20/20», що передбачає до 2020 року скоротити викиди парникових газів на 20%, підвищити енергоефективність на 20%, довести до 20% споживання енергії з відновлюваних джерел.

Україна, прагнучи зменшити енергоємність свого ВВП, що в тричі перевищує середньоєвропейські значення, і досягти рівня розвинених країн у виробництві енергії з відновлювальних джерел, підписала Протокол про приєднання до Договору про заснування Енергетичного співтовариства. Взяті Україною на себе зобов'язання передбачають дотримання вимог Директиви 2001/77/ЄС, щодо використання на внутрішньому ринку електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії. Документ доповнено Директивою 2009/28/ЄС про заохочення використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел.

Зазначені зобов'язання, а також норми Закону України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року», Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища до 2015 р., затвердженого Розпорядженням Кабінету Міністрів України №577-р від 25.05.2011, Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2015 роки, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України №243 від 1.03.2010, мала враховувати оновлена Енергетична стратегія України (далі Стратегія) розроблена Мінпалива

і винесена на обговорення.

На жаль, на розгляд громадськості представлено дещо модернізований варіант старої Стратегії. Говорячи про конкретні недоліки Стратегії відмітимо таке:

- структура Стратегії має формуватись за програмно-цільовим методом, згідно якого визначаються завдання та перелік засобів їх досягнення, необхідні ресурси, терміни виконання окремих завдань, джерела фінансування. Ці показники мали бути визначені Державною програмою економічного та соціального розвитку України на 2012 рік та основних напрямків розвитку на 2013 та 2014 роки і затверджені Законом України. Проте цього до сих пір не зроблено.

- Стратегія декларує «високе посткризове економічне зростання» та зростання сектору послуг» не наводячи аргументів, які б підтверджували надійність цих сподівань. Натомість ігноруються факти фінансової і соціальної нестабільності в ряді країн Європи, очікування нової хвилі економічної кризи, слабкість основних валют, тобто явищ, що можуть суттєво загальмувати економічний розвиток України.

- Стратегія фактично консервує негативні тенденції у розвитку паливно-енергетичного комплексу та економіки України в цілому. В той час, як розвинуті країни світу ставлять за мету зниження споживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) Стратегія планує значне збільшення їх споживання.

- Стратегія, в супереч світовій тенденції, планує зберегти частку генерації електроенергії на АЕС на досягнутому рівні — близько половини загального обсягу вітчизняного виробництва, не зважаючи на її негативний вплив на довкілля та високу собівартість.

За даними Інституту відновлюваної енергетики НАН України, вартість ядерної енергії, включаючи всі етапи виробництва (видобуток та збагачення урану, виробництво тепловідільних елементів, генерацію електроенергії, переробку і захоронення відпрацьованих елементів) складає 4,5 \$/кВт. Натомість вартість вітрової енергії становить 1,8-2,5 \$/кВт. Додамо, що Міжнародне енергетичне агентство прогнозує до 2020 року подальше зниження вартості вітрогенерації на 25%, а генерації за допомогою фотоелементів - на 50%.

На нашу думку, розробникам Стратегії варто було зосередитись на зниженні споживання ПЕР та зниженні енергоємності української економіки. Оновлена енергетична Стратегія має бути концентрованим виразом Державної політики і до 2030 році забезпечити зменшення енергоємності економіки України до 0,16 т.н.е. на \$1 тис, що відповідає сучасному рівню розвинутих країн світу (сучасний рівень Польщі).

Вважаємо, що проект оновленої Енергетичної стратегії не містить якісно опрацьованої екологічної складової, адекватної навантаженню на природне середовище, яке випливає з цілей та завдань Стратегії. В заходах з реалізації Стратегії екологічний моніторинг для ПЕР взагалі не передбачений. В розділах 5 та 6 (вугільний та нафтогазовий) Стратегії взагалі не згадують про екологічні наслідки їх реалізації, тощо.

Складається враження, що екологічна складова оновленої Енергетичної Стратегії, як і попередньої Стратегії, написана лише формально і насправді не планується бути впровадженою.

Всеукраїнська екологічна ліга пропонує не затверджувати проект оновленої Енергетичної Стратегії без належного доопрацювання екологічної складової, без стратегічної оцінки наслідків її впровадження для навколишнього середовища.

Пропонуємо продовжити її обговорення з залученням представників наукових установ та громадських організацій природоохоронного спрямування.

УДК: 621.01

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГРАНИЧНО ВИСОКОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕГІОНАЛЬНИХ ПРОГРАМ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ЕТАПІ ПРИЙНЯТТЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

Тернюк М.Е., д.т.н., професор Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Когут Р.Й., аспірант-заочник ДП Інститут машин і систем, м. Харків, керівник Львівської обласної інспекції з енергозбереження

Печеник О.М., аспірант-заочник ДП Інститут машин і систем, м. Харків, керівник Київської обласної інспекції з енергозбереження

Сальников В.Г., аспірант Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Розглянуто питання забезпечення гранично високої економічної ефективності регіональних програм енергозбереження на етапі прийняття проектних рішень.

Рассмотрены вопросы обеспечения гранично-высокой экономической эффективности региональных программ энергосбережения на этапе принятия проектных решений.

It is considered the issues of providing a boundary of high economic effectiveness of regional energy saving programs at the stage of the design decisions.

На етапі формування регіональних програм енергозбереження перед керівником розробки постає питання забезпечення гранично високої економічної ефективності програми в цілому. При цьому проводиться порівняльний аналіз різних проектів, що претендують на включення до програми, оцінюються різні критерії: часові, вартісні, енергетичні, екологічні та інші [1-3].

В теорії і практиці формування цільових комплексних програм, до яких відносяться регіональні програми енергозбереження, детально досліджені методи вирішення задач багатокритеріальної оптимізації: експертні, дослідження операцій, бальних систем оцінки варіантів, порівняльних матриць, якісних шкал порівняння та інші [4]. Розроблені системи часткових та узагальнених критеріїв відбору проектів до складу цільових комплексних програм, які застосовуються переважно при порівняльному аналізі економічного розвитку, оцінці ефективності виробництва, інвестиційної привабливості підприємств та інших випадках [5,6,7].

Традиційні підходи до формування регіональних програм енергозбереження базуються на концепціях пріоритетного відбору проектів та заходів, в тому числі, з використанням математичних моделей [5,6,7]. Це дозволяє виконати локальну оптимізацію програм в межах наявної множини проектів та обраного критерію для їх порівняння. Разом з тим, залишаються невирішеними питання методики врахування загальної стратегії розвитку регіону, забезпечення повноти можливих рішень та обґрунтування процедури вибору пріоритетних проектів і заходів для забезпечення комплексної оптимізації програм, що відповідає їх гранично високій ефективності.

Процес управління складом заходів цільових комплексних програм, як сукупності проектів, на етапі формування програм можна розділити на наступні кроки [5]:

1. Визначити мету формування програми.
2. Визначити категорії/типи проектів.
3. Ідентифікувати типи проектів та структурувати їх за видами.
4. Звірити проекти на відповідність стратегічній меті розвитку регіону.
5. Визначити пріоритетність проектів.

6. Зробити розширений опис програми.

7. Сформуувати та підтримувати базу даних по визначальним ресурсам.

8. Розподілити доступні визначальні ресурси по проектам.

9. Порівняти фінансові потреби з наявними можливостями.

10. Прийняти рішення з приводу того, яким чином реагувати на нестачу ресурсів та затвердити список проектів, які включаються до складу програми.

Розглядаючи ці кроки з врахуванням можливості застосування системного підходу на основі розвиненого поняття системи [8] та можливості забезпечення варіативності [9] об'єктів, можна встановити можливість підвищення ефективності програм за рахунок використання загальносистемних заходів.

Головними з цих заходів є розширення множини та технічного рівня можливих рішень для забезпечення повноти можливих варіантів проектів та заходів, а також проведення дворівневої процедури оптимізації.

Перший з вказаних заходів є необхідною (але не достатньою) умовою отримання гранично високого значення критерію ефективності при виконанні процедури комплексної оптимізації. Повнота множини можливих рішень повинна визначатись світовим порогом знань. При цьому, для отримання найбільш ефективних технічних рішень, які складають основу проектів енергозбереження, можуть застосовуватись процедури спрямованого синтезу, побудовані на використанні інформації про технічні рішення, що витікають з періодичної системи технічних елементів [10], з врахування закономірностей розвитку техніки та стратегічних цілей розвитку регіону. Цей захід виконується після третього кроку проектоуправління.

У дворівневій процедурі оптимізації перший (попередній) рівень відноситься до проектів як складових (підсистем) програм як систем. Другий – до програм в цілому.

Програма енергозбереження має адитивний характер, згідно якого інтегральні показники ефективності підсистем корелюють з відповідними інтегральними показниками ефективності програми в цілому. Це стосується, зокрема, економічних показників. Оптимізація на обох рівнях повинна проводитись за єдиним системним економічним

критерієм, яким може виступати балансовий прибуток, що забезпечує спільну мотивацію регіону і підприємств, на яких впроваджуються заходи програми.

У зв'язку із вказаним на першому рівні оптимізації, забезпечується гранично висока ефективність складових програм. Другий рівень оптимізації призначений для досягнення граничної ефективності, що відповідає математичному поняттю глобального екстремуму. Обидва рівні оптимізації можуть виконуватись із застосуванням відомих видів математичних моделей на проектних етапах формування програм [5]. Цей захід здійснюється після четвертого кроку проєктування.

На базі імітаційного моделювання встановлена можливість підвищення економічної ефективності регіональних програм енергозбереження за рахунок попередньої оптимізації проєктів та загальної оптимізації заходів програми на 12-37% і більше.

Висновки

Гранично висока економічна ефективність регіональних програм енергозбереження на етапі прийняття проєктних рішень може бути забезпечена шляхом комплексної дворівневої оптимізації складу проєктів та заходів, що включаються до програми.

Комплексна дворівнева оптимізація відрізняється від традиційної (як правило, однорівневої, локальної, що передбачає вибір з обмеженої множини рішень і не забезпечує попередню оптимізацію проєктів) повнотою області можливих рішень, та попередньою внутрішньою оптимізацією проєктів за економічними критеріями.

Критерієм оптимальності при такій оптимізації може виступати балансовий прибуток, а обмеженнями, крім часових та ресурсних, рівень енергомосткості виробництва продукції та екологічні показники. При цьому відібрані проєкти, що включаються до складу програми, повинні сприяти досягненню стратегічних цілей розвитку регіону.

За рахунок комплексної дворівневої оптимізації проєктів, що включаються до програм, можна підвищити рівень економічної ефективності програм на 12-37% і більше.

Список літератури:

1. **Бенко К., Мау-Фарлен Ф.У.** Управление портфелями проектов. Управление портфелями проректор: соответствие проектов стратегическим целям компании / Кетлин Бенко, Ф.Уоррен Мак-Фарлен: пер. С англ.- М.: ООО «И.Д.Вильямс», 2007. -240 с.
2. **Руководство по управлению инновационными проектами и программами: Т.1, версия 1.2 / Пер. на рус. язык под ред. С.Д.Буцуева.** -К.: Наук. світ, 2009. - 173 с.
3. **Матвеев А.А.** Модели и методы управления портфелями проектов / А.А.Матвеев, Д.А.Новиков, А.В.Цветков. - М.: ПМСОФТ, 2005. - 206 с.
4. **Василенко В.А.** Теорія і практика розробки управлінських рішень: навчальний посібник / В.А.Василенко. - К.: ЦУЛ, 2002. -420 с.
5. **Морозов В.В.** Особенности принятия проектных решений на основе оценок проектов / В.В.Морозов, Е.Б.Данченко, Д.Д.Айстраханов./ Вчені записки Університету «Крок» / Ун-т економіки та права «Крок» - Вип.26, у 2-х т. -К.: 2001.-Т2, с.99-104.
6. **Морозов В.В.** Розробка моделей визначення, формування та управління конфігурацією портфелів інвестиційних проєктів будівельних корпорацій / В.В.Морозов, К.М.Осетрин/Управління проєктами та розвиток виробництва.-2005. - № 4 (16). - С. 38-45.
7. **Милошевич Д.** Набор инструментов для управления проектами / Драган З.Милошевич, пер. с англ. Е.В.Мамонтова; подж ред. С.И.Неизвестного. - М.: Компания АйТи ДМК Пресс.2006. -729 с.
8. **Тернюк Н.Э.** Системно-процессное моделирование технологических систем в CALS – технологиях / Н.Э.Тернюк, Ю.В.Дудукалов, В.В.Федченко, Н.В. Гладка Сб. ХАИ «Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии №49, 2011 – с. 124-133
9. **Тернюк М.Е.** Класифікація рівнів варіативності технологічних систем // М.Е.Тернюк, В.Ф.Сорокін Матеріали третьої міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток наукових досліджень 2007». - Полтава: Вид-во «ІнтерГрафіка». - 2007. - Т. 6. - С. 73 – 76.
10. **Тернюк Н.Э.** Система периодических систем элементов видимого материального мира./ Сучасні проблеми науки та освіти: матеріали 15-ї Міжнародної міждисциплінарної науково-практичної конференції 30 квітня – 9 травня 2011, м. Алушта.-Харків, «Українська асоціація «Жінки в науці та освіті». Харківський нац. Ун-т ім. В.Н.Каразіна. 2011, - С. 11-22.

(стаття надійшла в редакцію 20.08.2012)



УДК 628.884

Регулювання теплової потужності циркуляційних стояків як захід енергозбереження в системах гарячого водопостачання житлових будівель



О. М. Голишев, докт. техн. наук, професор
М. І. Красіков, канд. техн. наук, доцент
Д. В. Михалків, ст. викладач "Криворізький технічний університет"

Розглянуто основні теоретичні та практичні питання підвищення ефективності використання систем опалення ванних приміщень на основі сушарок рушників, що підключені до циркуляційних стояків систем гарячого водопостачання житлових будівель. Наведено основні шляхи підвищення енергоефективності з урахуванням дотримання вимог щодо параметрів мікроклімату ванних приміщень та конструктивних особливостей існуючих систем.

Рассмотрены основные теоретические и практические вопросы повышения эффективности использования систем отопления ваннных помещений на основе полотенецсушителей, подключенных к циркуляционным стоякам систем горячего водоснабжения жилых зданий. Приведены основные пути повышения энергоэффективности с учетом требований к параметрам микроклимата ваннных помещений и учетом конструктивных особенностей существующих систем.

The basic theoretical and practical questions of increase of efficiency of use of systems of heating on a basis dryer of towels are considered, the hot water supply of residential buildings connected to circulating struts, taking into account requirements the basic ways of increase of power efficiency are resulted in parameters of a microclimate of bathing premises and the account of design features of existing systems.

У відповідності з діючими нормативними документами [1, 2] для приміщень ванних кімнат в житлових будинках опалення передбачається шляхом встановлення в них сушарок рушників, що приєднані до системи гарячого водопостачання або окремих стояків систем опалення.

Виходячи з необхідності підтримання необхідної температури повітря у ванних кімнатах, в тому числі і в перехідний період, коли система опалення вже не працює чи ще не виконано її пуск у роботу, в практиці проектування та будівництві найбільшого поширення набули схеми підключення сушарок рушників до циркуляційних стояків системи гарячого водопостачання з виділенням їх в окремий гідравлічний вузол системи, який є по своїй суті стояком однострубною системи опалення з опалювальними приладами у вигляді сушарок рушників, що виконані з трьох-чотирьох рядів сталевих водогазопровідних труб зігнутих з мінімальними радіусом, з діаметром на порядок більшим ніж діаметр подаючого трубопроводу; конструктивно всі системи гарячого водопостачання виконані з нижньої розводкою по цокольному або підвальному приміщенню, вертикальні стояки проходять через приміщення санвузлів та ванних кімнат та на верхньому поверсі переходять в циркуляційні стояки з підключеними до них по проточній нерегульованій схемі сушарками рушників. Така схема підключення обумовлена необхідністю забезпечення постійної циркуляції гарячої води через всі елементи системи гарячого водопостачання для унеможливлення виникнення застійних явищ в її окремих ділянках та створення сприятливих умов для розвитку шкідливих бактерій та втрати гарячою водою необхідних якостей відповідно до нормативних вимог.

Температура гарячої води в циркуляційному стояку на вході в першу сушарку рушників, виходячи з призначення системи та забезпечення належної ізоляції трубопроводів становить $+55^{\circ}\text{C}$, далі температура гарячої води в циркуляційному стояку та на вході в кожен наступну сушарку рушників знижується відповідно до умов теплообміну між повітрям приміщення ванної кімнати і попереднім опалювальним приладом (сушаркою рушників). Тому при стандартній конструкції сушарок рушників та використанні, як правило, одного їх типорозміру для приміщень всіх поверхів результатом є практична неможливість підтримання при зазначеній схемі підключення температури в приміщенні на рівні $+25^{\circ}\text{C}$, що є вимогою нормативних документів. Вищенаведена схема опалення ванних приміщень була дуже розповсюджена в радянські часи масового будівництва, що забезпечило їй широке поширення в існуючих житлових будівлях, що експлуатуються по теперішній час.

Відповідно до сучасних вимог [2, п.5.18] рушникосушарки повинні встановлюватися з запірною арматурою на обох підводках і приєднуватися до водорозбірного стояка або циркуляційного стояка з виконанням замикаючої ділянки. При цьому така схема підключення дає можливість забезпечити шляхом встановлення регулюючої арматури з термочутливим елементом контроль температури всередині приміщення ванної кімнати. Вимогою при цьому є можливість забезпечення постійної мінімальної циркуляції гарячої води через рушникосушарку (опалювальний прилад), що забезпечується шляхом виконання відповідних налаштувань терморегулюючої арматури, а також фактично існуючою мінімальною циркуляцією через підводки

сушарки рушників з відкритою запірною арматурою.

Встановлення приладів регулювання теплового потоку опалювальних приладів (сушарок рушників) в ванних кімнатах забезпечує підвищення енергоефективності та комфортності використання систем обігріву ванних приміщень, а також, безперечно, енергозбереження в системах гарячого водопостачання.

По-перше, встановлення автоматичних терморегуляторів на прилади опалення ванних кімнат забезпечує постійний контроль температурних показників в приміщенні на рівні встановлених користувачем, що дозволяє при потребі зменшити встановлені показники та відповідно енергоспоживання, оскільки розрахункова температура $+25^{\circ}\text{C}$ для ванної кімнати не є характерною і необхідною на всьому протязі доби, оскільки вона передбачена саме для процесу прийняття ванни, що може займати не більше 1-2 години на добу, у інший час температуру можна прийняти на рівні температури суміжних приміщень. До того ж, процес прийняття ванни супроводжується активною віддачею тепла від поверхні дзеркала води нагрітої води, струменя води, що біжить та поверхню самої ванни. За практичними спостереженнями при цьому температура повітря в приміщенні підвищується до $+32...+35^{\circ}\text{C}$, що означає відсутність необхідності обігріву приміщення ванної кімнати в процесі її прямого використання. Якщо враховувати, що родина з трьох-чотирьох осіб використовує приміщення ванної за прямим призначенням 2 години на добу (вранці і ввечері), то встановлення автоматичного терморегулятора з добовим програмованим термостатом, що постійно підтримує температуру в приміщенні на рівні $+20^{\circ}\text{C}$, та за годину до часу використання приміщення перемикається на підвищення температури до $+25^{\circ}\text{C}$ і потім знову переводить систему в «черговий режим» на підтримання в приміщенні температури $+20^{\circ}\text{C}$ дозволить зменшити розрахункові витрати теплової потужності ванної кімнати на 19-67% (в залежності від ванної кімнати на плані, номери поверху та показників температури зовнішнього повітря, суміжних приміщень) в порівнянні з системою без програмування і регулювання температури в приміщенні ванної. Відповідно якщо враховувати що площа ванних кімнат 1-3 кімнатних квартир в багатоповерхових будинках становить близько 1-4% їх загальної площі, показники економії теплової енергії для розрахункового режиму холодного періоду року будуть становити до 2,5% від витрати теплоти на опалення житлового будинку, в перехідний період економія теплової енергії є більш значною за рахунок зниження загальної температури в приміщеннях через зниження температури припливного повітря, що надходить для вентиляції і відповідно збільшення необхідної теплової потужності на його підігрів системою опалення ванної кімнати.

По-друге, підвищена і неконтрольована температура в приміщенні ванної кімнати, особливо в перехідний та літній період, спричиняє дискомфорт та незручності перебування в зазначених приміщеннях через підвищену температуру повітря та, відповідно для теплого періоду року, слабку роботу системи природної гравітаційної витяжної вентиляції ванної кімнати, яка через і без того невелику різницю температур внутрішнього і зовнішнього повітря не забезпечує розрахункового повітрообміну по видаленню повітря.

Практично реконструкція системи гарячого водопостачання по запропонованому технічному рішенню являє собою виконання перепідключення самих сушарок рушників з можливою їх заміною, з обов'язковим приєднанням їх до водорозбірного, циркуляційного стояків або за комбінованою схемою, зі встановленням (при необхідності) байпасної лінії та автоматичних регуляторів теплового потоку на кожному опалювальному приладі (рушникосушарці) відповідно до вимог нормативних документів. Впровадження

паралельного підключення рушникосушарок до системи гарячого водопостачання гарантує температуру на вході в кожен опалювальний прилад на рівні $+55^{\circ}\text{C}$, що дозволяє стверджувати про підвищення середньої температури в системі в цілому і як результат, зменшення ймовірності можливого розвитку бактерії Legionella.

Складним питанням широкого запровадження зменшення теплової потужності опалювальних приладів ванних приміщень, що фактично є частиною системи гарячого водопостачання, є практична неможливість врахування економії теплової енергії що витрачається на обігрів кожного окремого приміщення ванної кімнати, та відповідно неможливість диференційованого зменшення оплати за теплову енергію окремим ощадливим власником, тому це енергоефективне рішення має досить слабку фінансову мотивацію через відсутність можливості враховувати цю економію для окремо взятої квартири.

Таким чином проведення часткової реконструкції системи гарячого водопостачання для зменшення теплової потужності системи опалення ванних приміщень, що має своїм результатом зменшення витрат теплової енергії та підвищення комфортності перебування, на сьогодні практично є неперспективним через низьку мотивацію за відсутністю можливості врахувати економічний ефект для кожного окремого власника квартири багатоповерхового житлового будинку.

Список літератури:

1. СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий.
2. ДБН В.2.2.15-2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.

(стаття надійшла в редакцію 05.07.2012)



УДК 696.42

Енергоефективні теплові схеми опалювальних котелень систем централізованого теплопостачання



П. М. Гламаздин, директор Виробниче підприємство «Спецінжбуд»
Д. П. Гламаздин, аспірант Київський національний університет будівництва та архітектури

Розглянуто питання підвищення ефективності і надійності роботи централізованих систем теплопостачання за рахунок удосконалення теплових схем котелень за допомогою включення в їх склад гідравлічних розподільювачів.

Рассмотрены вопросы повышения эффективности и надежности работы централизованных систем теплоснабжения за счет усовершенствования тепловых схем котельных посредством включения в их состав гидравлических распределителей.

The problems of increase of efficiency and reliability of the centralized heating networks by improving heat schemes of the boiler houses by including in their structure hydraulic splitters.



Опалювальні котельні систем централізованого теплопостачання з водогрійними котлами компонуються переважно за однією схемою (рис. 1), яка задовольняє двом основним вимогам [1]. По-перше, на вході у сталеві водогрійні котли температура зворотного теплоносія не повинна опускати-ся нижче 60°C при використанні в якості палива природного газу або 70°C при можливості використання малосірчастого мазуту. По-друге, підтримувати постійну витрату теплоносія через котли. Виконання першої вимоги призводить до того, що температурний графік роботи котлів завжди вищий за графік теплової мережі, а для підтримання необхідних температур в подаючому трубопроводі на виході з котельні необхідно знизити температуру теплоносія. Це виконується за рахунок підмішування охолодженого зворотного теплоносія до теплоносія в подаючому трубопроводі.

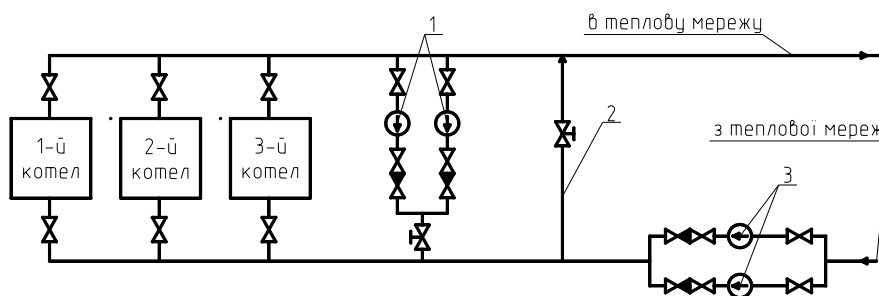


Рис. 1. Принципова технологічна схема районної котельні 1 – рециркуляційні насоси; 2 – перемичка; 3 – мережеві насоси

При всій простоті цієї схеми вона має декілька недоліків, що ведуть до зниження енергоефективності та надійності експлуатації котельні. Оскільки теплове навантаження котельні на протязі опалювального сезону змінюється, то на початку опалювального сезону та влітку на задоволення потреб у гарячому водопостачанні звичайно працює один котел, а зі зростанням теплового навантаження підключаються й інші. Однак, при виконанні якісного регулювання витрата теплоносія в теплової мережі повинна залишатися

постійною, що призводить до необхідності пропускати теплоносії не тільки через працюючий котел, але й через зупинені котли, що веде до перевитрати електроенергії на мережному насосі. Крім того, теплоносії, що проходить через зупинені котли, нагріває їх, а це призводить до втрат теплоти через обмурівку. Точність регулювання системи також незадовільна – одночасно потрібно і зменшувати витрату теплоносія в подаючому трубопроводі, відбираючи частину теплоносія на рециркуляцію, і збільшувати його витрату, підмішуючи до нього зворотній теплоносії. Використання такої схеми спрощує експлуатацію котельні, перекладаючи проблеми, пов'язані зі зміною об'єму теплоносія в мережі при зміні його температури на абонентські вводи чи на внутрішні системи споживача.

Проблеми, пов'язані з регулюванням гідравлічних режимів, особливо вирівнювання статичних тисків, також вирішуються на абонентських вводах. Але плата за таку простоту – втрата тиску на регулюючих діафрагмах в абонентських вводах в будинки, яку змушені компенсувати мережні насоси.

Розвиток котельні малої потужності для автономних систем теплопостачання весь час йшов іншим шляхом. Кожна котельня має не один вихід теплоносія, а декілька – кожен споживач має свій контур, наприклад, для радіаторного опалення, підлогового опалення, для

калориферів системи вентиляції тощо [2]. Це дає змогу регулювати гідравлічний режим кожного контуру окремо, використовуючи власні циркуляційні насоси та триходові клапани (рис. 2). Сумарна електрична потужність всіх циркуляційних і мережного насосів менша за потужність одного мережного насосу, як і витрата електроенергії на протязі року, оскільки в контурах циркуляційні насоси працюють у разі необхідності, а один мережний насос працював би постійно. Іншою відміною теплової схеми сучасних котельні для автономних систем теплопостачання є наявність в них гідравлічного розподільвача. Фактично він один виконує функції двох елементів стандартної теплової схеми – лінії рециркуляції і лінії перепуску.

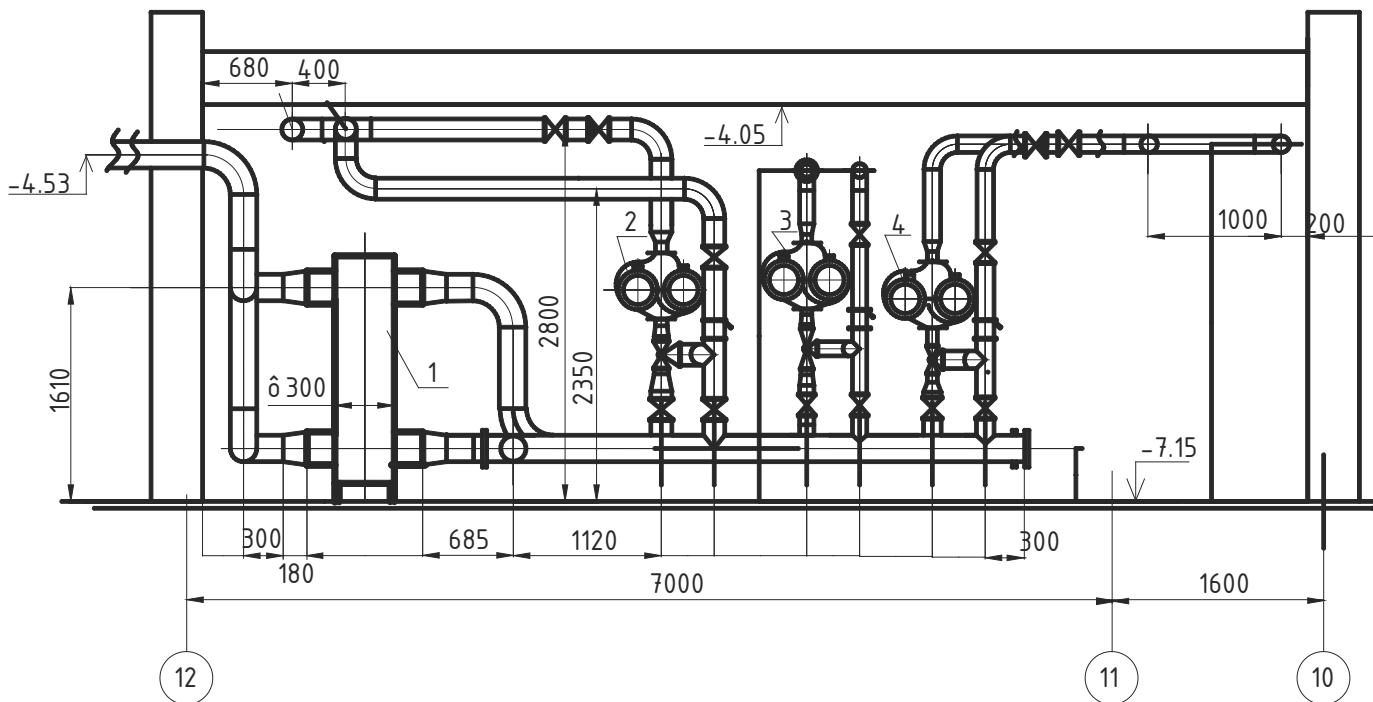


Рис. 3. Розміщення гідравлічного розподільвача в приміщенні діючої котельні 1 – гідравлічний розподільвач; 2 – насос контуру вентиляції; 3 – насос контуру ГВП; 4 – насос контуру опалення

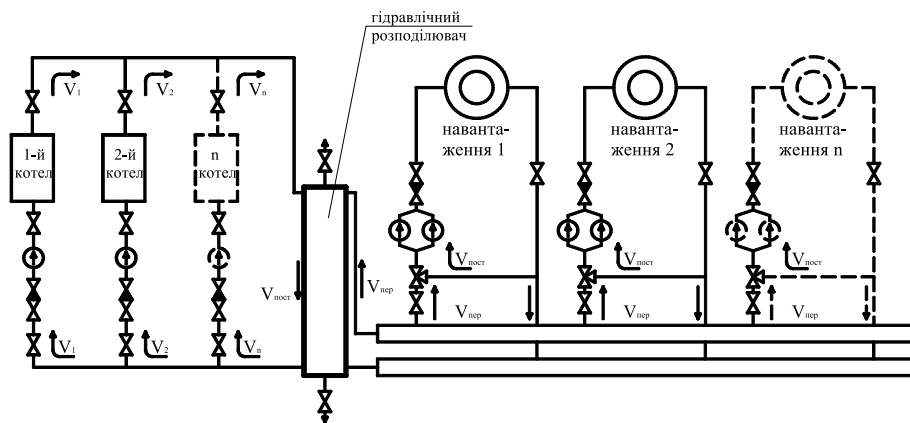


Рис. 2. Принципова схема котельні з гідравлічним розподільвачем

Його наявність в схемі дає змогу використовувати його для регулювання гідравлічних режимів, а також в якості змішуючого теплообмінника. Регулювання в такій системі переходить від якісного до якісно-кількісного. Вся система тепlopостачання поділяється гідравлічним розподільником на два контури — котловий та зовнішній. В котловому контурі кожен котел оснащується своїм насосом, який прокачує теплоносій через котел тільки тоді, коли є потреба в роботі котла. Зайвий теплоносій через гідравлічний розподільник повертається в зовнішній контур, витрата в якому збільшується, але до споживача циркуляційні насоси подадуть рівно стільки теплоносія, скільки потрібно.

Однак, до останнього часу такі схеми були розповсюджені в системах тепlopостачання з котельними потужністю до одного мегаватта, при тому, що теоретично відсутні фактори, що заважають використовувати їх для котельень більшої потужності, окрім розмірів самого гідравлічного розподільника. Нарешті в Києві з'явилися дві системи тепlopостачання потужністю, аналогічною потужностям групової чи квартальної котельень — більше 3 МВт. В одній з них, що має в своєму складі три водогрійні котли Buderus Logano GE615 потужністю 1110 кВт кожен, встановлено гідравлічний розподільник розмірами $d = 450$ мм, $H = 1610$ мм (рис. 3). Котельня обслуговує систему тепlopостачання розважального центру з трьома контурами — опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Для визначення ефективності використання гідравлічного розподільника були проведені натурні дослідження, в яких проводились вимірювання температури теплоносія в чотирьох точках, та тиску теплоносія на вході та виході з гідравлічного розподільвача (рис. 4). Результати вимірювань (табл. 1) показали, що при відсутності лінії рециркуляції температура теплоносія на вході в котли не опускається нижче 66°C . Стабільно підтримувалась і різниця тисків в прямому і зворотному трубопроводах зовнішнього контуру. Котли підключались та відключались автоматично в залежності від зміни навантаження.

Таблиця 1. Температури та тиски теплоносія в гідравлічному розподільвачі

Температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$	-1	-7	-5	-4	-13	1	-3	12	
Температура теплоносія в точці 1, $^{\circ}\text{C}$	73	73	73	75	73	78	75	70	
Температура теплоносія в точці 2, $^{\circ}\text{C}$	66	67	66	67	67	70	68	69	
Точка 3	Температура теплоносія, $^{\circ}\text{C}$	73	73	73	75	73	78	75	70
	Тиск, МПа	0,64	0,64	0,65	0,65	0,63	0,65	0,64	0,62
Точка 4	Температура теплоносія, $^{\circ}\text{C}$	59	60	58	61	59	67	63	62
	Тиск, МПа	0,58	0,59	0,63	0,59	0,59	0,6	0,56	0,57

В системах централізованого тепlopостачання експлуатується велика кількість котельень, в яких встановлено по декілька котлів потужністю 0,5 Гкал/год (НПС-ТУ-5) або 0,63 МВт (КСВа) чи подібної потужності — це все потенційні об'єкти встановлення гідравлічного розподільника. Також доцільно встановлювати гідравлічний розподільник в котельнях, до яких під'єднані групи будинків, що мають централізоване гаряче водопостачання, а також групи будинків з приготуванням гарячої води в газових нагрівачах, групи будинків з різною кількістю поверхів або розташованих на різних геодезичних відмітках — в усіх цих випадках

необхідно використовувати теплові схеми з гідравлічним розподільвачем та розділенням під'єднаної теплової мережі на окремі контури, що формуються за індивідуальними специфічними ознаками будівель. Використання гідравлічного розподільвача в теплових схемах котельень — це один із шляхів підвищення енергоефективності та надійності систем централізованого тепlopостачання.

Список літератури:

1. Бузников Е. Ф., Роддатис К. Ф., Берзиниш Э. Я. Производственные и отопительные котельные. 2-е изд., перераб. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 248 с.
2. Хаванов П. А. Системы теплоснабжения от автономных теплогенераторов// АВОК. — 2002. — №2 — С. 22-28; №3 с. 26-32, 2002.
3. Хаванов П. А. Системы теплоснабжения от автономных теплогенераторов// АВОК. — 2002. — №3 — С. 26-32.

(Стаття надійшла в редакцію 15.08.2012)

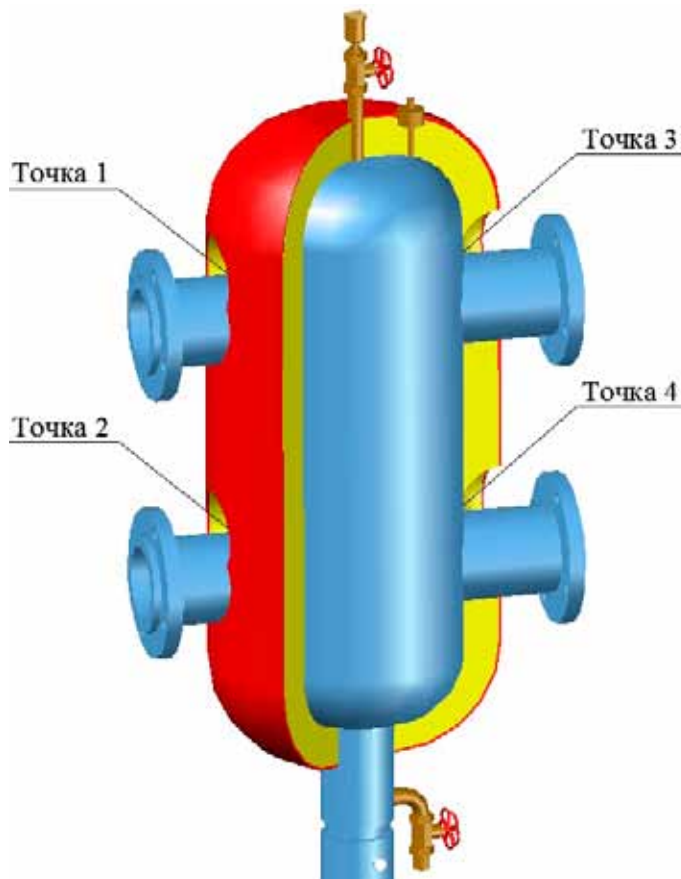


Рис. 4. Точки заміру температури поверхні гідравлічного розподільвача

УДК 622.994

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНДЕНСАЦИОННЫХ КОТЛОВ



Куделя П. П. – к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ»
 Барабаш В. П. – аспірант, НТУУ «КПІ»

Рассмотрены различные способы определения энергетической эффективности конденсационных котлов, получены выражения для ее вычисления с учетом конденсации пара.

Розглянуті різні способи визначення енергетичної ефективності конденсаційних котлів, одержано вирази для її обчислення з врахуванням конденсації пари.

We have considered different methods for determining the energy efficiency of condensing boilers and obtained expressions for its calculating with regard for steam condensation.

Целью работы является получение выражений для количества отводимой от продуктов сгорания (ПС) теплоты в условиях конденсации водяного пара, образующегося при сгорании топлива, соотношений для коэффициента преобразования энергии (КПД) котла и потерь теплоты. Как показано на рис.1, топливо поступает в котел при температуре t_T , а воздух при температуре t_B . ПС покидают котел при температуре t_{nc} . Предполагается, что поток стационарный, сгорание топлива полное, изменениями кинетической и потенциальной энергии можно пренебречь.

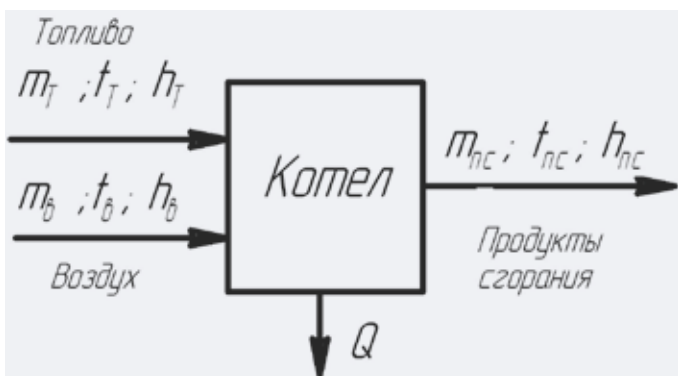


Рис.1. Схема энергетического баланса котла.

Уравнение энергетического баланса имеет вид

$$m_T \cdot h_T(t_T) + m_B \cdot h_B(t_B) = Q + m_{nc} \cdot h_{nc}(t_{nc}),$$

$$Q = [m_T \cdot h_T(t_T) + m_B \cdot h_B(t_B) - m_{nc} \cdot h_{nc}(t_{nc})].$$

Обозначая $q=Q/m_T$ и используя относительные величины

$$\beta_{nc} = \frac{m_{nc}}{m_T}; l = \frac{m_B}{m_T} = \frac{m_B}{m_B^{min}} \cdot \frac{m_B^{min}}{m_T} = \alpha \cdot l_0,$$

где α – коэффициент избытка воздуха, l – удельный расход

воздуха, получим

$$q = [h_T(t_T) + \alpha \cdot l_0 \cdot h_B(t_B)] - \beta_{nc} \cdot h_{nc}(t_{nc}). \quad (1)$$

При температурах дымовых газов выше температуры точки росы ($t_{nc} > t_p$) парогазовая смесь будет ненасыщенной и состоящей из сухих продуктов сгорания и водяных паров:

$$m_{nc} = m_{ce} + m_{H_2O},$$

где m_{ce} и m_{H_2O} – массовые потоки сухих газов и m_{H_2O} водяных паров.

При $t_{nc} \leq t_p$ ПС будут состоять из сухих газов, насыщенного водяного пара и конденсата (рис. 2):

$$m_{nc} = m_{ce} + m_{H_2O}^c + m_{H_2O}^{kc}.$$

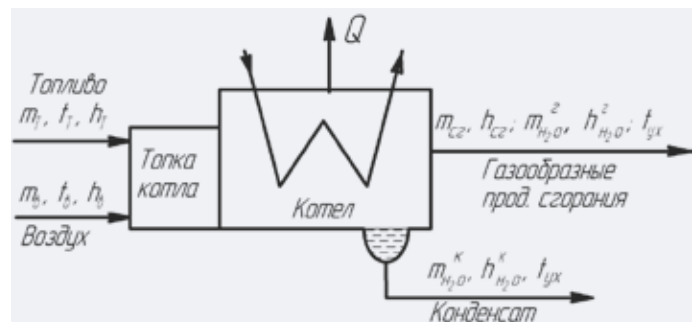


Рис. 2. Принципиальная схема конденсационного котла.

Отнеся последние два уравнения к массовому расходу топлива, получим

$$\beta_{nc} = \beta_{ce} + \beta_{H_2O} \text{ при } t_{nc} \geq t_p \text{ и } \beta_{nc} = \beta_{ce} + \beta_{H_2O}^c + \beta_{H_2O}^{kc} \text{ при } t_{nc} < t_p.$$

Здесь $\beta_{H_2O}^c + \beta_{H_2O}^{kc} = \beta_{H_2O}^k$ ($\beta_{H_2O}^k$ – доля сконденсированного пара). Тогда в уравнении энергетического баланса (1) вместо $\beta_{nc} \cdot h_{nc}(t_{nc})$ можно подставить

$$\beta_{nc} \cdot h_{nc}(t_{nc}) = \beta_{cc} \cdot h_{cc}(t_{nc}) + \beta_{H_2O} \cdot h_{H_2O}(t_{nc}). \quad (2)$$

При $t_{nc} < t_p$ энтальпию общего количества воды можно представить в виде

$$\begin{aligned} \beta_{H_2O} \cdot h_{H_2O}(t_{nc}) &= \beta_{H_2O}^c \cdot h_{H_2O}^c(t_{nc}) + \beta_{H_2O}^k \cdot h_{H_2O}^k(t_{nc}) = \\ &= (\beta_{H_2O} - \beta_{H_2O}^c) \cdot h_{H_2O}^c(t_{nc}) + \beta_{H_2O}^c \cdot h_{H_2O}^k(t_{nc}) = \\ &= \beta_{H_2O} \cdot h_{H_2O}^c(t_{nc}) - \beta_{H_2O}^k \cdot [h_{H_2O}^c(t_{nc}) - h_{H_2O}^k(t_{nc})]. \end{aligned} \quad (3)$$

При этом $h_{H_2O}^c$ – удельная энтальпия идеального газа H_2O , а $h_{H_2O}^k$ – удельная энтальпия воды. Количество конденсата $\beta_{H_2O}^k$, как показано в [6], зависит от температуры (t), давления (p) ПС и от коэффициента избытка воздуха (α), т.е.

$$\beta_{H_2O}^k(t, p, \alpha).$$

В соответствии с (2) и (3) энтальпию $\beta_{nc} \cdot h_{nc}(t_{nc})$ в уравнении (1) при температурах ниже температуры точки росы можно заменить на

$$\beta_{nc} \cdot h_{nc}^c(t_{nc}) - \Delta h_{H_2O}^k(t_{nc}, p, \alpha),$$

$$\text{где } \beta_{nc} \cdot h_{nc}^c(t_{nc}) = \beta_{cc} \cdot h_{cc}(t_{nc}) + \beta_{H_2O} \cdot h_{H_2O}^c(t_{nc}),$$

$$\Delta h_{H_2O}^k(t_{nc}, p, \alpha) = \beta_{H_2O}^k(t_{nc}, p, \alpha) \cdot [h_{H_2O}^c(t_{nc}) - h_{H_2O}^k(t_{nc})].$$

$\Delta h_{H_2O}^k(t_{nc}, p, \alpha)$ оценим через удельную теплоту конденсации $\tilde{r}(t)$, причем

$$\Delta h_{H_2O}^k(t_{nc}, p, \alpha) = 0, \text{ при } t_{nc} \geq t_p$$

$$\Delta h_{H_2O}^k(t_{nc}, p, \alpha) = \beta_{H_2O}^k(t_{nc}, p, \alpha) \cdot r(t_{nc}), \text{ при } t_{nc} < t_p$$

С учетом сделанных замечаний уравнение (1) можно представить в виде

$$q = h_T(t_T) + \alpha \cdot l_0 \cdot h_B(t_B) - \beta_{nc} \cdot h_{nc}^c(t_{nc}) + \Delta h_{H_2O}^k(t_{nc}, p, \alpha). \quad (4)$$

$\beta_{nc} \cdot h_{nc}^c(t_{nc})$ продукты сгорания в газообразном состоянии. Входящие в уравнение (4) удельные энтальпии газообразных продуктов сгорания (ГПС), топлива и воздуха невозможно определить, поскольку они относятся к разным веществам. Согласовать их между собой можно с помощью теплоты сгорания топлива – низшей Q_H^p или высшей Q_B^p .

По определению

$$Q_H^p(t_0) = [h_T(t_0) + \alpha \cdot l_0 \cdot h_B(t_0)] - \beta_{nc} \cdot h_{nc}^c(t_0). \quad (5)$$

В качестве исходной обычно выбирается стандартная температура $T_0 = 293,15K$ ($t_0 = 20^\circ C$) [1, 2]. Зависимость Q_H^p от температуры незначительна и в диапазоне $0...50^\circ C$ ее можно не учитывать [1, 2].

Выразим q через Q_H^p , вычитая уравнение (5) из (4):

$$\begin{aligned} q &= Q_H^p + [h_T(t_T) - h_T(t_0)] + \alpha \cdot l_0 \cdot [h_B(t_B) - h_B(t_0)] - \\ &- \beta_{nc} \cdot [h_{nc}^c(t_{nc}) - h_{nc}^c(t_0)] + \Delta h_{H_2O}^k(t_{nc}, p, \alpha), \end{aligned} \quad (6)$$

где $\Delta h_{H_2O}^k(t_{nc}, p, \alpha)$ определено выше, а разности энтальпий топлива, воздуха и ПС можно вычислить обычным образом. Согласованные таким образом энтальпии топлива, воздуха и ПС, позволяют практическое использование уравнения (6).

Теплоты сгорания Q_H^p и Q_B^p являются энергетическими характеристиками топлива и связаны между собой выражением [1, 2]:

$$Q_B^p - Q_H^p = \Delta h_{H_2O}(t) = \beta_{H_2O} \cdot r(t), \quad (7)$$

Если $t_T = t_B = t_{nc} = t_0$, то будет получена наибольшая отдаваемая теплота q_{\max} . Из уравнения (6) получаем

$$q_{\max} = Q_H^p + \Delta h_{H_2O}^k(t_0, p, \alpha) = Q_H^p + \beta_{H_2O}^k \cdot r(t_0). \quad (8)$$

Зависимости (7) и (8) позволяют записать неравенство

$$Q_H^p(t_0) < q_{\max} < Q_B^p(t_0).$$

Здесь учтено, что при охлаждении ПС до исходной температуры t_0 конденсируется только часть водяного пара, образующегося при сгорании топлива [6], поэтому

$\beta_{H_2O}^k < \beta_{H_2O}$. Результаты расчета отношения $\frac{\beta_{H_2O}^k}{\beta_{H_2O}}$ [6] и q_{\max} по уравнению (8) в зависимости от коэффициента избытка воздуха α при сжигании метана ($t_0 = 25^\circ C$ и $p = 100 \text{ кПа}$) приведены в таблице 1.

Таблица 1.

α	$\beta_{H_2O}^k / \beta_{H_2O}$	$Q_B^p, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	$q_{\max}, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	$Q_H^p, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$
1	0,859	55,5	54,7	50,02
1,15	0,836		54,6	
1,3	0,812		54,5	

Как видно из табл. 1 для метана значение q_{\max} ближе к Q_B^p . При использовании уравнения энергобаланса (6) необходимо знать энтальпии топлива, воздуха и ГПС. Примем для упрощения, что температура топлива не намного отличается от t_0 . Кроме того, в актуальном на практике диапазоне температур топлива $0...500^\circ C$, изменение его энтальпии $[h_T(t_T) - h_T(t_0)]$ незначительно по сравнению с теплотой Q_H^p и без ущерба для точности расчетов этим изменением можно пренебречь [2]. Тогда из (6) для топливо-воздушной смеси можно записать

$$h'(t, \alpha) = Q_H^p + [h_T(t_T) - h_T(t_0)] + \alpha \cdot l_0 \cdot [h_B(t_B) - h_B(t_0)]. \quad (9)$$

Входящую в (9) энтальпию воздуха h_B находим в [1, 2, 4]. Для энтальпий ГПС, отнесенных к массе топлива, в соответствии с (6) справедливо соотношение

$$h''(t, \alpha) = \beta_{nc} \cdot [h_{nc}^c(t_{nc}) - h_{nc}^c(t_0)].$$

Энтальпию $h''(t, \alpha)$ можно выразить через энтальпию стехиометрической газовой смеси (*) и избыточного воздуха:

$$h''(t, \alpha) = \beta_{nc}^* \cdot [h_{nc}^{*c}(t_{nc}) - h_{nc}^{*c}(t_0)] + (\alpha - 1) \cdot [h_B(t_{nc}) - h_B(t_0)]. \quad (10)$$

Энтальпия стехиометрических составляющих ГПС вычисляются по табличным ее значениям отдельных компонентов ГПС [4] по зависимости

$$\begin{aligned} \beta_{nc}^* \cdot [h_{nc}^{*c}(t_{nc}) - h_{nc}^{*c}(t_0)] &= \sum_i \beta_i \cdot [h_i^c(t) - h_i^c(t_0)] = \beta_{CO_2} \cdot [h_{CO_2}(t) - h_{CO_2}(t_0)] + \\ &+ \beta_{H_2O} \cdot [h_{H_2O}(t) - h_{H_2O}(t_0)] + \beta_{N_2}^* \cdot [h_{N_2}(t) - h_{N_2}(t_0)]. \end{aligned}$$

При использовании средних массовых теплоемкостей компонентов c_{p_i} ГПС [1, 2] справедливо соотношение

$$\begin{aligned} \beta_{nc}^* \cdot [h_{nc}^{*c}(t_{nc}) - h_{nc}^{*c}(t_0)] &= \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot [\bar{c}_{p_i}(t) \cdot t - \bar{c}_{p_i}(t_0) \cdot t_0] = \\ &= \beta_{CO_2} \cdot [\bar{c}_{p_{CO_2}}(t) \cdot t - \bar{c}_{p_{CO_2}}(t_0) \cdot t_0] + \end{aligned}$$

$$+\beta_{H_2O}^* \cdot [\bar{c}_{pH_2O}(t) \cdot t - \bar{c}_{pH_2O}(t_0) \cdot t_0] + \beta_{N_2}^* \cdot [\bar{c}_{pN_2}(t) \cdot t - \bar{c}_{pN_2}(t_0) \cdot t_0].$$

Используя функции $h'(t)$ и $h''(t)$, уравнение энергобаланса (6) можно записать в простом виде

$$q = h'(t_B, \alpha) - h''(t_{nc}, \alpha) + \Delta h_{H_2O}^k(t_{nc}, p, \alpha), \quad (11)$$

где $\Delta h_{H_2O}^k > 0$ при $t_{nc} < t_p$, а при $t_{nc} \geq t_p$ $\Delta h_{H_2O}^k = 0$. В соответствии с выражениями (9) и (10), при $t_B = t_T = t_{nc} = t_0$,

энтальпия $h''(t_0, \alpha) = 0$, а $h'(t_0, \alpha) = Q_H^p$. Тогда (11) становится идентичным (8).

Принимаем, что другими потерями (в окружающую среду, неполное сгорание) можно пренебречь, $t_T = t_B = t_0$, а дымовые газы уходят с температурой t_{yx} . Тогда из (9) $h'(t_B, \alpha) = Q_H^p$, а (11) приобретает вид

$$q = Q_H^p - h''(t_{yx}, \alpha) + \Delta h_{H_2O}^k(t_{yx}, p, \alpha). \quad (12)$$

Выражая Q_H^p через Q_B^p по зависимости (7), вместо (12) получим

$$q = Q_B^p - h''(t_{yx}, \alpha) - [\Delta h_{H_2O}(t_0) - \Delta h_{H_2O}^k(t_{yx}, p, \alpha)]. \quad (13)$$

Случай $t_{yx} = t_p$ (традиционные котлы).

В традиционных котлах $t_{yx} = t_p$. В этом случае

$\Delta h_{H_2O}^k(t_{yx}, p, \alpha) = 0$ и для отводимой теплоты q из равенств (11) и (12) имеем

$$q = h'(t_0, \alpha) - h''(t_{yx}, \alpha) = Q_H^p - h''(t_{yx}, \alpha). \quad (14)$$

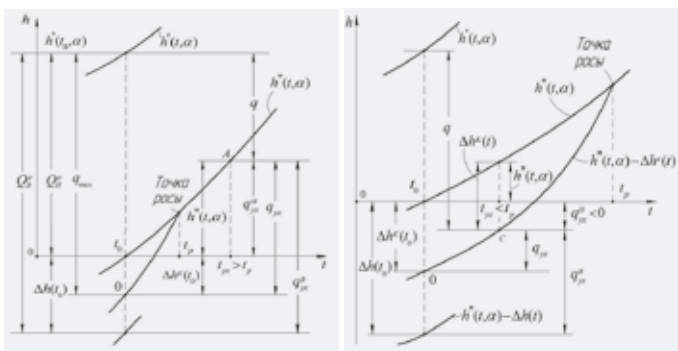
Если бы удалось ГПС охладить (без конденсации водяного пара) до t_0 , то q было бы равным Q_H^p , поскольку $h''(t_0, \alpha) = 0$. При этом потеря теплоты с дымовыми газами составит

$$q_{yx}'' = Q_H^p - q = h''(t_{yx}, \alpha).$$

Энергетический КПД традиционно рассчитывается на основе Q_H^p как

$$\eta = \frac{q}{Q_H^p} = 1 - \frac{q_{yx}''}{Q_H^p} = 1 - \frac{h''(t_{yx}, \alpha)}{Q_H^p}. \quad (15)$$

Определение тепловых потерь с уходящими ПС и КПД котлов при помощи h, t -диаграммы показано на рис. 3. Для традиционных котлов ($t_{yx} > t_p$) в качестве располагаемой теплоты можно принять и теплоту q_{max} (8), которая



а) при $t_{yx} > t_p$; б) при $t_{yx} < t_p$.

Рис. 3. Тепловые потери с уходящими продуктами сгорания и КПД топочного устройства в h, t -диаграмме: а) при $t_{yx} > t_p$; б) при $t_{yx} < t_p$.

выделяется, при охлаждении ПС до состояния О (рис. 3,а). Тогда, исходя из (8) и (11), получим

$$q_{max} = h'(t_0, \alpha) - h''(t_0, \alpha) + \Delta h_{H_2O}^k(t_0, p, \alpha) = Q_H^p(t_0) + \Delta h_{H_2O}^k(t_0, p, \alpha). \quad (16)$$

Из равенств (14) и (16) следует, что потеря теплоты с ПС, как неиспользованная часть от q_{max} , будет равна (рис. 3, а; точка А):

$$q_{yx} = q_{max} - q = h''(t_{yx}, \alpha) + \Delta h_{H_2O}^k(t_0, p, \alpha),$$

где $h''(t_{yx}, \alpha)$ потеря теплоты с уходящими дымовыми газами (без учета конденсации водяного пара); $\Delta h_{H_2O}^k(t_0, p, \alpha)$ потеря теплоты конденсации.

Степень эффективности использования энергии (энергетический КПД) тогда будет определяться соотношением

$$\eta = \frac{q}{q_{max}} = 1 - \frac{q_{yx}}{q_{max}} < 1.$$

К сожалению, q_{max} зависит не только от энергетического качества топлива, но и от коэффициента избытка воздуха α . На практике эту зависимость избегают использовать.

Если в качестве располагаемой теплоты для обычных котлов принять высшую теплоту сгорания $Q_B^p = Q_H^p + \Delta h_{H_2O}(t_0)$, то для потери теплоты, используя (14), получим соотношение (рис. 3, а):

$$q_{yx}^B = Q_B^p - q = h''(t_{yx}, \alpha) + \Delta h_{H_2O}(t_0).$$

Соответственно, коэффициент преобразования энергии (КПД) будет равен

$$\eta = \frac{q}{Q_B^p} = 1 - \frac{q_{yx}^B}{Q_B^p}.$$

Нетрудно видеть, что для традиционных котлов справедливо неравенство

$$\eta(q_{yx}'') > \eta(q_{yx}) > \eta(q_{yx}^B).$$

Случай $t_{yx} < t_p$ (конденсационные котлы).

Если в этом случае в качестве располагаемой теплоты принять низшую теплоту сгорания Q_H^p , то в соответствии с (12) получим

$$q_{yx}'' = Q_H^p - q = h''(t_{yx}, \alpha) - \Delta h_{H_2O}^k(t_{yx}, p, \alpha). \quad (17)$$

Потеря теплоты q_{yx}'' может быть отрицательной при $\Delta h_{H_2O}^k(t_{yx}) > h''(t_{yx}, \alpha)$ (рис. 3, б; точка С). Используемая здесь

Q_H^p не приводит к рациональному результату. Поэтому в конденсационных котлах располагаемой теплотой является Q_B^p . Потеря теплоты q_{yx}^B в этом случае в соответствии с (13) описывается выражением

$$q_{yx}^B(t_{yx} < t_p) = Q_B^p - q = h''(t_{yx}, \alpha) + [\Delta h_{H_2O}(t_0) - \Delta h_{H_2O}^k(t_{yx}, p, \alpha)] > 0, \quad (18)$$

где $h''(t_{yx}, \alpha)$ - потеря теплоты с уходящими газообразными продуктами сгорания (без учета конденсации H_2O), в квадратных скобках - потеря теплоты конденсации (рис. 3,б). Для КПД котла можем написать

$$\eta = \frac{q}{Q_B^p} = 1 - \frac{q_{yx}^B}{Q_B^p} < 1.$$

Здесь $\eta < 1$, ибо даже при $t_{yx} = t_0$, $\Delta h_{H_2O}(t_0) > \Delta h_{H_2O}^k(t_0)$ (рис. 3,б). Это означает, что не вся теплота конденсации водяного пара $\Delta h_{H_2O}(t_0)$ полезно используется в конденсационных

котлах даже при охлаждении продуктов сгорания до $t = t_0$. Для сравнения эффективности конденсационных и обычных котлов КПД определяют по Q_H^p . Разделив уравнение (13) на Q_H^p , получим

$$\eta = \frac{q}{Q_H^p} = \frac{Q_B^p}{Q_H^p} - \frac{h''(t_{yx}, \alpha)}{Q_H^p} - \frac{\Delta h_{H_2O}(t_0) - \Delta h_{H_2O}^k(t_{yx}, p, \alpha)}{Q_H^p}. \quad (19)$$

Относительная потеря теплоты с уходящими газообразными

продуктами сгорания $\frac{h''(t_{yx}, \alpha)}{Q_H^p} = \bar{q}_{yx}$ (без учета конденсации H_2O) определяется по такой же зависимости, как и для обычных котлов. В традиционных котлах уходящие дымовые газы имеют температуру примерно 100...170°C. В конденсационных котлах продукты сгорания охлаждаются почти до температуры воды в обратной линии отопительной системы, равной 30...40°C.

Разность $\Delta h_{H_2O}(t_0) - \Delta h_{H_2O}^k(t_{yx}, p, \alpha)$ в (19), как и в зависимости (18), представляет собой потерю теплоты конденсации q_k . Относительная потеря теплоты в рассматриваемом случае равна $\bar{q}_k = q_k / Q_H^p$.

Для конденсационных котлов на природном газе зависи-

мости \bar{q}_{yx} и \bar{q}_k от t_{yx} и коэффициента избытка воздуха α показаны на рис. 4.

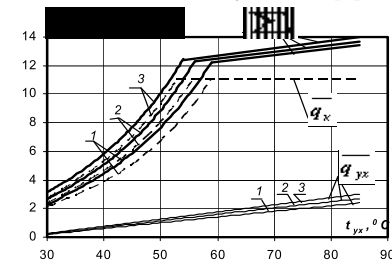


Рис. 4. Зависимость относительных потерь теплоты \bar{q}_{yx} , \bar{q}_k и $\sum \bar{q}_n$ от температуры уходящих газов: 1- $\alpha = 1$; 2- $\alpha = 1,15$; 3- $\alpha = 1,3$.

тели теплоты возрастают.

Определение КПД котла на основе Q_H^p по уравнению (19) приводит к тому, что верхняя теоретическая граница КПД в предположении отсутствия тепловых потерь (и полной конденсации образующихся при сгорании природного газа водяных паров) может достигать 111% [2, 5].

Таким образом, рассматриваемый КПД является сравнительным или условным. Зависимость условного КПД котлов от температуры уходящих газов по уравнению (19) при сжигании природного газа и нулевом влагосодержании

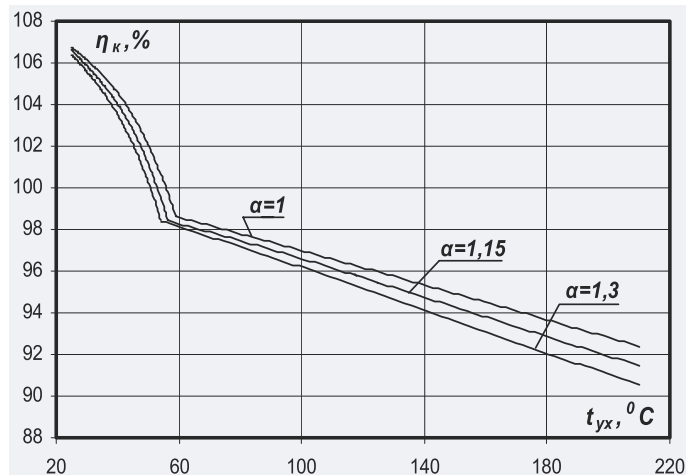


Рис. 5. Условный КПД газовых конденсационных котлов в зависимости от температуры уходящих газов.

воздуха ($d_B = 0$) представлена на рис. 5. Криволинейные участки линий показывают зависимость условного КПД от t_{yx} для конденсационных котлов, прямолинейные – для обычных. При увеличении коэффициента избытка воздуха условный КПД уменьшается.

Для конденсационных котлов в качестве располагаемой теплоты можно выбрать и теплоту q_{max} (16). При определении q по уравнению (12) потеря теплоты с уходящими дымовыми газами q_{yx} составит (рис. 3, б):

$$q_{yx} = q_{max} - q = h''(t_{yx}, \alpha) + [\Delta h_{H_2O}^k(t_0, p, \alpha) - \Delta h_{H_2O}^k(t_{yx}, p, \alpha)].$$

При охлаждении продуктов сгорания до исходной температуры t_0 потери теплоты сводятся к нулю, следовательно

$$\eta = \frac{q}{q_{max}} = 1 - \frac{q_{yx}}{q_{max}} \leq 1.$$

В этом случае для условного КПД при определении его по Q_H^p имеем

$$\eta = \frac{q}{Q_H^p} = \frac{q_{max} - q_{yx}}{Q_H^p} = \frac{q_{max}}{Q_H^p} - \frac{h''(t_{yx}, \alpha)}{Q_H^p} - \frac{[\Delta h_{H_2O}^k(t_0, p, \alpha) - \Delta h_{H_2O}^k(t_{yx}, p, \alpha)]}{Q_H^p} \leq \frac{q_{max}}{Q_H^p} > 1.$$

Выбор располагаемой теплоты влияет на оценку значения тепловых потерь, связанных с q_{yx} , q_{yx}^u , q_{yx}^k . Но условный КПД, отнесенный к нижней теплоте сгорания Q_H^p , не зависит от выбора располагаемой теплоты и в соответствии с уравнением (12) имеет общий вид

$$\eta = \frac{q}{Q_H^p} = 1 - \frac{h''(t_{yx})}{Q_H^p} + \frac{\Delta h_{H_2O}^k(t_{yx}, p, \alpha)}{Q_H^p} \leq \frac{q_{max}}{Q_H^p} > 1. \quad (20)$$

Это выражение отличается от зависимости для КПД обычного котла на величину теплоты конденсации, которая выделяется при конденсации водяных паров из дымовых газов при $t_{yx} < t_p$.

Выводы

С использованием положений первого закона термодинамики и закона сохранения массы получены и проанализированы выражения для расчета основных энергетических характеристик конденсационных котлов, включая и условный энергетический КПД.

В естественных условиях работы конденсационных котлов полное использование теплоты конденсации водяного пара, образующегося при сгорании природного газа, а, следовательно, и высшей теплоты сгорания топлива, невозможно.

С позиций энергетического баланса конденсационные котлы особенно выгодны для работы в системах теплоснабжения с низкотемпературными отопительными приборами. С понижением температуры уходящих продуктов сгорания ниже 450°C условный КПД становится выше 100%.

Список литературы:

1. Бэр Г. Д. Техническая термодинамика. М.: Мир, 1977. – 518 с.
2. Ваебр Н. Д. Thermodynamik. Springer, 1996. – 460 p.
3. Александров А. А., Григорьев Б. А. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. Справочник. – М.: Изд. МЭИ, 1999. – 168 с.
4. Ривкин С. Л. Термодинамические свойства газов. Изд. 3-е. – М.: Энергия, 1973. – 298с.
5. Хейвуд Р. Термодинамика равновесных процессов. – М.: Мир, 1983. – 492 с.
6. Куделя П. П., Барабаш В. П. Определение количества конденсата, выделяемого из продуктов сгорания в конденсационных котлах. // Новая тема. 2012 №1с. 52 – 54.