

cleaning equipment (RCE). With the proposed system solves the following problems: the perception of the image (technical measurement), pre-processing of the received signal (filtering), the allocation of the required performance (indexing), image classification (decision) to detect obstacles RCE movement.

Keywords: *robotic harvesters unmanned Cleaning machines, pattern recognition, obstacles, movement, neural networks*

УДК 658.264

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В КОМУНАЛЬНОМУ ТЕПЛОПОСТАЧАННІ

А. Ф. ГОЛОВЧУК, доктор технічних наук
e-mail: golovchuk1948@mail.ru

Анотація. *Вирішено актуальну проблему енергозбереження та ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, а також оптимізації системи теплопостачання на базі студмістечка.*

Ключові слова: *паливно-енергетичні ресурси, енергозбереження, децентралізація системи опалення, твердопаливні і газові котли, автоматизація, людський фактор, економічна ефективність*

У сучасних умовах зростання споживання енергоресурсів і безперервного збільшення вартості органічного палива постає необхідність щодо економії енергоносіїв, задачею якої є розробка й реалізація програми енергозбереження і перетворення ресурсозбереження у вирішальне джерело задоволення потреб промисловості та комунальної енергетики.

Енергозбереження для України має технічну, соціально-економічну, а сьогодні й політичну, проблему. Відомо, що в Україні на одиницю ВВП у 3–5 разів більше використовується енергоносіїв, аніж у європейських країнах.

Енергетична проблема, яка на сьогодні є актуальною для всіх країн світу, особливо гостро відчувається в Україні, яка на 35–40 % здатна задовольнити власними паливно-енергетичними ресурсами потреби таких енергоємних галузей промисловості, як хімічна, нафтопереробна, металургійна, машинобудівна та забезпечити теплоносіями житлово-комунальне господарство.

Україна значною мірою залежить від постачання з-за кордону органічного палива, яке становить близько 60% від загального обсягу споживання. У даних умовах залежності економіки держави від імпорту паливно-енергетичних ресурсів, постійного зростання їх вартості, актуальним є питання щодо зменшення витрат та втрат енергоносіїв, підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та зниження енергоємності виробництва.

© А. Ф. Головчук, 2016

Австрія, яка за комплексом природно-кліматичних умов подібна до України, 24,1 % споживаних енергоресурсів отримує з альтернативних джерел, Швеція – 24 %, а Україна лише 0,8 %. Енергетичний потенціал біомаси в Україні є одним із найбільших у Європі. За оцінками фахівців, він становить 43 млн. тонн умовного палива (т. у. п.). У першу чергу, це відходи сільськогосподарського виробництва, лісництва та деревообробки, утилізація твердих побутових відходів, виробництво біогазу та інші. Аналогічні показники мають також Франція – 40,9 млн т у. п. та Німеччина – 43,7 млн т у. п. [1, 2, 3].

Виконання заходів з енергозбереження, пов'язаних із використанням альтернативних джерел енергії може замінити понад 7 млрд. м³ природного газу [4].

Наша країна володіє потужним паливно-енергетичним комплексом, але в ньому має велику частку застарілого, технічно зношеного обладнання та устаткування. Нині проблема енергозбереження в Україні переросла в проблему національної безпеки. Від її вирішення безпосередньо залежить можливість остаточного подолання внутрішніх і зовнішніх кризових процесів в економіці й політиці. Сьогодні всім нам необхідно всебічно осмислити проблему енергозбереження, технологічного та економічного обґрунтування заходів із енергозбереження паливно-енергетичних ресурсів України.

Реалізація актуальної проблеми енергозбереження ґрунтується на науково-практичному й ефективному забезпеченні використання палива та енергії. При цьому енергозберігаючі технології розглядаються як напрям пріоритетного розвитку енергетичної сфери, зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище і як один зі шляхів підвищення конкурентоспроможності національної економіки [5].

Розв'язання багатьох проблем і задач в цьому напрямі може бути досягнуте шляхом відмови від створення централізованих систем теплопостачання і переходу до нових систем помірної та невеликої одиничної потужності, а також до розукрупнення, у ряді випадків, існуючих крупних систем. У зв'язку з цим, більш широке застосування повинні сьогодні отримувати системи децентралізованого теплопостачання від локальних котелень, із використанням різних енергоносіїв [6].

Мета досліджень – вирішення проблеми енергозбереження та ефективного використання паливних ресурсів за допомогою різних енергоносіїв та оптимізації системи теплопостачання студмістечка.

Матеріали і методика досліджень. Основні задачі комплексного проекту енергозбереження в комунальному теплопостачанні:

- розробити стратегію енерговикористання та розробити заходи з економії паливно-енергетичних ресурсів із урахуванням динаміки зростання цін на енергоносії;
- запропонувати заходи з енергозбереження існуючих систем теплопостачання з попереднім їх обстеженням та оцінкою їх ефективності;

- здійснити перехід на використання альтернативних паливно-енергетичних джерел шляхом введення в експлуатацію твердопаливних котлів;
- провести децентралізацію системи опалення шляхом встановлення опалювальних систем в житлових будинках та на віддалених кафедрах і гуртожитках студентського містечка;
- запровадити автоматизацію системи теплопостачання студмістечка для позбавлення залежності від людського фактора й забезпечити більш ефективне використання теплової енергії;
- забезпечити, економію паливно-енергетичних ресурсів, безпеку та захист системи теплопостачання студентського містечка від корозії та інших факторів;
- для опалення та гарячого водопостачання запровадити сучасні контактено-поверхневі теплогенератори конденсаційного типу нового покоління з високим ККД.

Результати досліджень. Стрімке зростання вартості енергоносіїв у різних регіонах України (див. табл. 1) спонукало підняття питання щодо впровадження заходів, спрямованих на найбільш ефективне та економне використання енергоресурсів у студмістечку Уманського національного університету садівництва (УНУС).

1. Динаміка зростання цін на енергоносії (м. Умань, Черкаська обл.)

Енергоносії	Вартість (тариф) енергоносія					
	2006 р.	2008 р.	2009 р.	2010 р.	2015 р.	
Електроенергія денний тариф, грн/кВт·год	0,3514	0,7155	0,7427	0,83964	без ПДВ 1,5320	з ПДВ 1,8384
Електроенергія нічний тариф, грн/кВт·год	0,0812	0,1754	0,182	0,28812	0,3755	0,4506
Електроенергія піковий тариф, грн/кВт·год	0,5848	1,2627	1,3106	1,383	2,7036	3,2443
Природний газ, грн/м ³	0,796	2,1464	2,6537	2,998	6,2226	7,4671
Пічне побутове паливо, грн/кг	4,75	4,8	6,0	5,73	6,6667	8,0
Мазут, грн/кг	1,9	3,34	3,8	4,5	4,1667	5,0
Вугілля антрацит, грн/кг	0,42	1,07	0,95	1,5	2,75	3,3
Дрова, грн/кг	0,08	0,144	0,168	0,154	2,1667	2,6

Уманський національний університет садівництва розташований в центральній частині країни на Черкащині. Теплопостачання студентського містечка до 2010 р. відбувалося централізовано від котельні, яка також знаходиться на території навчального закладу.

Уманський НУС був заснований у 1844 р. як Головне училище садівництва. З дня заснування цей навчальний заклад розташувався на площі 94,1 га – поблизу всесвітньо відомого парку «Софіївка». На території університетського містечка розміщено 12 навчальних та адміністративно-допоміжних корпусів, 5 студентських гуртожитків, 6 високоповерхових житлових будинків, наукова бібліотека, санаторій-профілакторій, спортивний комплекс, медпункт із терапевтичним і стоматологічним кабінетами, їдальні й кафе, магазини, котельні, майстерні, відділення зв'язку, метеорологічна станція, оранжереї і теплиці, вегетаційні будинки та інші допоміжні об'єкти, які забезпечують життєдіяльність вищого навчального закладу.

Для розв'язання проблеми енергозабезпечення та економії енергоресурсів в Уманському НУС було здійснено перехід на використання альтернативних паливно-енергетичних джерел шляхом введення в експлуатацію твердопаливних котлів, а також проведено децентралізацію системи опалення навчального закладу.

Для теплозабезпечення університету від центральної котельні прокладена тепла мережа, від якої теплоносії подаються на опалення та гаряче водопостачання відповідних будівель студентського містечка. У 2010/11 навчальному році теплову мережу, яка мала застарілу й неякісну теплоізоляцію, частково було замінено на нову. У табл. 2 наведено опалювану площу Уманського державного аграрного університету (УДАУ) станом на 2009 рік.

2. Опалювана площа по УДАУ на 2009 рік

№ з/п	Приміщення	Загальна площа, кв.м	Співвідношення, %
1	Житлові будинки	16993,4	24,5
2	Гуртожитки	21818,2	31,5
3	Навчальні корпуси та ін.	30529,6	44,0
	ВСЬОГО	69341,2	100,0

У 2009/10 навчальному році в університеті садівництва було проведено заходи щодо децентралізації системи опалення і гарячого водопостачання. Для ефективного використання теплової енергії в конструкцію системи тепlopостачання введені нові енергозберігаючі котли на твердому паливі й газі [7, 8, 9].

На початку опалювального сезону 2008 р. на спеціальному фонді університету, з якого проводилася оплата за спожитий газ, електроенергію та інші послуги, було лише 226 295 грн та університетські борги понад 3 млн грн за опалення квартир багатоповерхових будівель студмістечка. Такий великий борг виник через різницю вартості газу для юридичних та фізичних осіб.

До проблеми теплозабезпечення студмістечка у 2010 р. додалися додаткові опалювальні площі. У цьому календарному році в університеті

садівництва було здано в експлуатацію першу чергу навчально-культурного центру (наукової бібліотеки, бухгалтерії, відділу кадрів, ректорату та ін.) площею 4300 м² та реконструйовані корпуси новоствореного факультету лісового і садово-паркового господарства (будівля старої бухгалтерії 764 м²) та інженерно-технологічного факультету (будівля старої бібліотеки 572 м²) загальною опалюваною площею двох факультетів 1336 м².

У 2010 р. вирішено фінансово-технічну проблему власників 350 квартир шляхом переведення всіх квартир багатопверхових будівель на індивідуальне опалення, відключення тепlopостачання квартир від центрального опалення і гарячого водопостачання та оплатою багаторічних боргів мешканців студентського містечка.

На реконструкцію газопроводів витрачено 152,3 тис. грн університетських коштів, замінено багатозатратні газові котли у котельні університету на сучасні енергозберігаючі з використанням альтернативних видів палива на суму 730 тис. грн. Встановлено сучасну апаратуру з регулювання, контролю та обліку газу й електроенергії на суму 365,5 тис. грн. Це дало економію близько 700 тис. гривень за опалювальний сезон (див. табл. 3).

3. Витрата газу для сезонного опалення студмістечка Уманського національного університету садівництва

№ з/п	Витрати газу, м ³ 2007– 2008 роки	Витрати газу, м ³ 2008– 2009 роки	Витрати газу, м ³ 2009– 2010 роки	2009–2010 до 2007– 2008 років, %	2009–2010 до 2007– 2008, у натур. вимір., м ³	Зменшення витрат на закупівлю газу в грошовому еквіваленті, грн.
жов- тень	49878	22611	18193	36,47	31685	84082,48
листо- пад	457436	101780	55267	12,08	402169	1067235,80
грудень	241950	135519	152556	63,053	89394	237224,85
січень	183025	164721	102603	56,06	80422	213415,86
лютий	150476	119465	102250	67,95	48226	127977,33
бере- зень	157789	81720	62744	39,76	95045	252220,91
квітень	43150	15583	1870	4,33	41280	109544,73
ВСЬОГО						
за	1283704	641399	495483	38,6	788221	2091701,75
опалю- вальний сезон						

Після вирішення фінансово-технічних і комунально-господарських проблем адміністрація університету у 2010 р. передала житловий фонд студмістечка до новостворених об'єднань співвласників багатопверхових будівель (ОСББ). ОСББ «Аграрії» і «Магнолія» створені на території навчального закладу й нині успішно виконують свої функціональні обов'язки.

Враховуючи зростаючу ціну на енергоносії, у тому числі й на природний газ, перехід на опалення альтернативними видами палива (дрова, щепа, солома) був своєчасним та виваженим кроком на шляху економії енергозатрат. Це дало можливість (див. табл. 3) зменшити витрату газу у 2009/10 навчальних роках, порівняно з 2007/08 навчальним роком на 38,6 % (788221 м³), що, у свою чергу, дало можливість зменшити витрати на його закупівлю на 2091701,75 гривень.

У табл. 4 і 5 наведені порівняльні дані витрачання газу залежно від температури навколишнього середовища в опалювальний сезон за чотири роки (2007–2010 роки).

4. Порівняльний аналіз витрачання газу та зовнішньої температури повітря за лютий 2007–2010 років

№ з/п	2007		2008		2009		2010	
	t, C°	м³	t, C°	м³	t, C°	м³	t, C°	м³
1	-3,2	5180	0,2	4530	-2	5440	-1,8	5234
2	-2,4	6081	-0,6	6024	-5,3	5379	-3,6	4746
3	-2,4	5764	3,2	5381	-6,4	5570	-5,3	5424
4	-5,2	5142	-4,7	5916	-2,2	5393	-5	5377
5	-2,2	4814	-0,4	5886	1	3850	-7,2	4841
6	-1	4698	2	5209	2,9	2936	-10,9	5538
7	-4,2	4727	-1	5193	3,6	3801	-11	5778
8	1,9	4747	-1,4	5109	6,5	3826	-8,8	3728
9	0,8	4368	-0,8	5209	7,4	3447	-7	2596
10	0,6	4489	-4	5401	3	4290	-3	2005
11	-2,9	4440	-5,6	5566	0	4354	-3,8	2784
12	2,5	4691	-8	5491	2,6	4158	-4,6	5470
13	3,8	4461	-4,8	5806	1,5	3387	-1,6	3833
14	1,6	4459	-0,2	4987	0,4	4151	0,3	5092
15	-0,4	4543	-4,9	5949	-1	4142	-4,4	5112
16	-4,3	4924	-6,6	6352	-1,1	1735	-4,2	2282
17	-9,5	6062	-9,6	6670	-2,6	4379	-5,2	2581
18	-4,5	6013	-6	5728	-2,8	3830	-0,2	2462
19	-4,5	6314	-1,4	5621	-2,2	3411	0,8	1218
20	1,8	4335	-2,4	6130	-2,3	3765	2	1003
21	1	5021	-1,3	6103	-4,9	4844	1	1614
22	1	6603	3,4	5937	-5	5352	0,2	1614
23	-8,8	6366	6,4	4413	-1,4	5797	2,1	2550
24	-15,2	6782	4	3378	-6,1	5397	2,4	1686
25	-12	6342	3,6	3912	-6	4866	1,8	1593
26	-8,2	6104	7,4	3408	-8,2	4201	1	2792
27	-7,4	6407	0,8	3560	-0,8	3499	-2	3685
28	-5,4	5299	7,3	3883	-0,2	4265	-2,1	3436
29			2,2	3726				
t _{ср} ^о C	-3,16		-0,8		-1,12		-2,86	
ВСЬОГО		149176		150476		119465		102253

З табл. 4 і 5 порівняльного аналізу витрачання газу наочно видно, що у лютому 2010 р. споживання газу зменшилося, порівняно з лютим 2007 р., на 31,5 % або на 46923 м³ з 149176 м³ до 102253 м³.

5. Порівняльний аналіз витрачання газу та зовнішньої температури повітря за березень 2007–2010 років

№ з/п	2007		2008		2009		2010	
	t, C°	м³	t, C°	м³	t, C°	м³	t, C°	м³
1	-1,2	4505	3,8	7212	-2,1	4442	1,2	1670
2	0	4400	5,7	5817	-4,2	4575	5,6	1064
3	3,1	4545	1,1	6026	-4,8	3695	3	1882
4	-0,2	4390	5,6	5573	-5,2	3488	0,4	1541
5	2,7	4341	0,2	4273	-0,8	3501	-1,6	1340
6	0,4	4019	0,5	4397	0	2683	-3,2	2190
7	0,9	3976	-0,7	5520	2,4	2136	-5,3	4589
8	-0,4	4146	-1,2	5554	6,7	2328	-8,9	5282
9	-0,9	3782	5,2	5501	3	2291	-4,6	4422
10	0	3622	3,8	5491	1,6	3158	-5,8	5028
11	0,8	3234	3,5	5486	0,4	2019	-6	5022
12	5	3791	3,7	4752	1,6	2292	-2,5	1715
13	1,4	4327	5,7	4572	0,8	2037	-1,5	1000
14	-2,1	3397	4	4356	2,4	2027	0,5	2596
15	4,2	3445	2	5500	0,9	2233	2,2	2006
16	0,7	2978	2,6	4447	1,5	2101	-0,4	2769
17	6,8	3772	5,3	4385	1	2102	-2	1253
18	3,7	5609	3,3	4513	1,3	2123	2,6	1699
19	6,2	2914	3,6	4847	1,6	2170	5,6	651
20	5,8	2968	-1,3	4997	-0,7	2400	9,7	391
21	8,6	2448	-2,6	4593	1,6	3286	10	1640
22	7,8	3753	-1,2	5512	1,8	1956	10,2	1458
23	7,1	3259	6,3	4578	-1,2	2828	5,9	1556
24	4,3	3259	3,6	4362	0,1	2505	13	1559
25	1,2	4039	8,3	5645	1,1	2551	9,4	790
26	4,4	2313	-0,9	6196	0,1	2494	10,8	767
27	4,8	2717	-1,4	5425	-1,4	2573	13,6	454
28	0,4	3220	2,7	4422	-2,4	2527	10,9	978
29	-0,5	2819	0,8	3908	2,6	2308	11,1	579
30	-0,6	2704	2,4	4377	4,3	2480	14,2	764
31	2	2409	3,8	5552	6,2	2411	10,5	446
t _{ср} °C	+2,46		+2,46		+2,46		+2,46	
ВСЬОГО		111101		157789		81720		59101

Аналогічна картина споживання газу, залежно від температури навколишнього середовища і у березні місяці цього самого періоду протягом 2007–2010 років. Тут споживання зменшилося на 52000 м³ з 111101 м³ у 2007 р. до 59101 м³ у 2010 р. або на 46,8%, а порівняно з 2008 р., ця різниця ще більша. У 2008 р. центральна котельня УДАУ

спожила 157789 м³, а у тому ж 2010 р. лише 59101 м³ (табл. 4), це на 98688 м³ або на 62,5% менше, порівняно з 2008 р.

Якщо проаналізувати споживання газу в університеті з 2007 р., то це зменшення витрати газу ще наочніше. Так, у 2007 р. було спожито 1156822 м³, у 2008 – 790931 м³, а у 2009 р. 605488 м³ природного газу. Зменшення споживання газу, порівняно з 2007 і 2015 роками, становить 869862 м³, або на 75,2 %.

Для ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів подобово і позмінно складалися зведені таблиці з показниками по витраті газу, дров, електроенергії та води.

При цьому твердопаливні котли працювали на дровах, вугіллі, щепі та соломі. Наприклад, 8 лютого 2010 року оператор Чернов за температури повітря – 8,8°C спалив 3728 м³ газу і 10 складометрів (с/м) дров. Залежно від температури зовнішнього повітря, в опалювальний сезон за одну добу спалювалося від 254 м³ до 7267 м³ газу та від 5 до 20 с/м дров.

У літній період з 2009 р. щорічно господарською частиною Уманського НУС проводилася планова заготівля дров, соломи і щепи зі свого лісу, саду і дослідних полів, а також із лісництв, розташованих поблизу Умані. У місячний термін заготовляли більш ніж 600 складометрів дров та 1000 тюків соломи.

Упродовж опалювального сезону з жовтня до квітня працівники відділу теплозабезпечення університету регулярно отримували термограми з результатами вимірювань температури в аудиторіях та гуртожитках, а також погодинні та середньодобові показники теплотехнічних параметрів котельної установки студмістечка.

Вищенаведені табл. 3, 4, 5, свідчать про постійний контроль споживання газу за відповідної температури зовнішнього повітря, а також окрім добової (ніч, день) витрати газу з контролем при цьому температури зовнішнього повітря ще й прізвище оператора і вартість спожитого газу за зміну цим оператором.

Наприкінці кожного тижня проводився аналіз кількості спожитого газу й твердого палива відповідно до температури зовнішнього повітря й режиму роботи навчального закладу.

У табл. 6 наведені дані спожитого газу за опалювальний сезон 2010/15 років. Значне зменшення витрати газу з 479264 м³ у 2010 р. до 286960 м³ у 2015 р. це на 40,1 % пояснюється тим, що в центральній котельні університету було демонтовано котел потужністю 6 МВт, який мав низький ККД і надмірне споживання газу.

У 2010 р. на місце цього котла було встановлено два водогрійні опалювальні котли «Ретра 3М» потужністю по 800 кВт. Ці котли розраховані на тверде паливо дрова, вугілля, щепу й торфобрикети.

Багаторічний порівняльний аналіз споживання газу показав, що витрати палива залежать не тільки від температури навколишнього середовища, але й від професійності оператора, його відповідальності, від його громадської позиції щодо економії паливно-енергетичних ресурсів конкретної котельні навчального закладу, установи чи населеного пункту.

Для підтвердження цього проведемо порівняльний аналіз двох місяців одного року. Лютий 2008 р., у якого середньомісячна температура у зимовий період – 0,8°C, а у весняний місяць – березень 2008 року середньомісячна температура була +2,46 °C. Але газу спалено у березні – 157785м³, а у лютому – 150476 м³. У березні з плюсовою середньомісячною температурою витрачено газу на 5 % (7309 м³) більше, ніж у зимовий лютневий місяць із середньомісячною мінусовою температурою, а це перевитрати університетських коштів на 54817,5 гривень.

6. Споживання газу котельними університету за 2010–2015 роки

Місяць	2010 р., м ³	2011 р., м ³	2012 р., м ³	2013 р., м ³	2014 р., м ³	2015 р., м ³
Січень	102603	68196	67955	122997	89070	45961
Лютий	102250	87985	151605	35717	81175	35187
Березень	62744	59222	52595	38678	39988	24798
Квітень	1870	12587	9880	11540	12106	-
Жовтень	25775	1219	22604	5652	169	7379
Листопад	42805	21871	76303	52279	28050	79810
Грудень	141217	80143	160218	101988	39439	93825
ВСЬОГО за рік	479264	331223	541160	368851	291497	286960

Цей конкретний аналіз підтверджує вищенаведений висновок, що витрата газу залежить не тільки від температури зовнішнього повітря, а також від відповідальності, добросовісності і постійного контролю операторів службою теплозабезпечення ОСББ чи відповідних установ.

На віддалених кафедрах економіки, обліку і аудиту, маркетингу, фінансів і кредиту, а також на кафедрі процесів, машин та обладнання було поставлено блочно-модульні котельні. У 2011 р. для дев'ятиповерхового студентського гуртожитку № 6 на 617 місць, у якому проживають і викладачі університету, а також для обігріву готелю, студентського кафе, приміщень побутового обслуговування та для опалення вищеперелічених кафедр факультету економіки і підприємства біля студентського гуртожитку № 6 було поставлено блочно-модульну котельню на базі котла КСВ – 0,63 Гн «Еко» Монастирищанського заводу «Енергетик» (Черкаська обл.). Котел сталевий, водогрійний, автоматизований, 2011 р. виготовлення з температурою нагрівання води не вище від +115°C і призначений для опалення і гарячого водопостачання в закритих системах теплопостачання. Ця модель котла економно працює на природному газі, а поставлені тепловодолічильники СВТУ-10М та апаратура для виміру, керування, сигналізації та регулювання автоматичного захисту, забезпечують безпеку і контроль подачі тепла в автоматичному режимі.

Впровадження автоматики теплових процесів позбавляє залежності від людського фактору в споживанні теплової енергії на опалення та гаряче водопостачання, а також вирішує проблему економії паливно-енергетичних ресурсів навчального закладу [9].

Для перспективного розвитку енергозбереження та якісного теплозабезпечення студмістечка Уманського національного університету садівництва у 2010 р. за участю НПО «Екотерм» м. Київ, було проведено детальне обстеження системи теплопостачання та об'єктів енергопостачання УНУС.

Після аналізу структури споживання теплової енергії на опалення та гаряче водопостачання від НПО «Екотерм» та фірми «Медведь» надійшла комерційна пропозиція щодо реконструкції центральної котельні університету та заміни опалювальних котлів застарілих конструкцій на сучасні контактнопверхневі теплогенератори конденсаційного типу нового покоління тепловою потужністю від 100 до 3000 кВт. Ці ефективні енергозберігаючі системи автоматичного теплозабезпечення працюють на природному газі і мають європейський рівень, високі технологічні, експлуатаційні, ремонтні, екологічні характеристики, високий ККД, який не нижче за 98%, а в конденсаційному режимі – 104 %. Запропоновані котли призначені для автономного децентралізованого опалення та гарячого водопостачання.

Було проведено розрахунки та аналіз економної ефективності щодо реконструкції застарілої опалювальної системи університету. На чотирьох запропонованих міні котельнях студмістечка економія грошових коштів сягала від 110 096 грн до 749 182 грн за рік. Значна різниця в економії витрат газу, а відповідно, і фінансових коштів, порівняно з експлуатацією жаротрубних котлів, досягається у зв'язку з великою різницею в ККД (коефіцієнт корисної дії) 75–98 %, ідеальним підбором високотехнологічних паливників та автоматики.

Окупність реконструкції опалювальних міні-котельень визначалася по можливій економії природного газу. Якщо врахувати цю економію, при розрахунках окупності реконструкції котельних, а також здорожчання природного газу, то окупність нових котельень з використанням контактнопверхневих водонагрівачів (котлів) фірми «Медведь» буде протягом 1–1,5 року. А якщо сьогодні в центральній університетській котельні провести заміну старих насосів на енергозберігаючі силові агрегати і застосувати частотне регулювання, то сумарне електровикористання за опалювальний сезон може бути знижено на 40–50 %.

Висновки

1. Зазначені заходи на сьогодні дають позитивні результати для вирішення проблеми енергозбереження та ефективного використання паливних ресурсів на прикладі Уманського національного університету садівництва. Використовуючи системний підхід, необхідно розробити методику ефективного використання різних видів палива та оптимізувати роботу локальної паливної системи з використанням сучасних систем автоматизації та контролю.

2. Для розв'язання проблеми енергозбереження та економії енергоресурсів в Уманському НУС було здійснено перехід на використання альтернативних паливно-енергетичних джерел шляхом введення в експлуатацію твердопаливних котлів, а також проведено

децентралізацію системи університетського опалення шляхом встановлення 350 індивідуальних опалювальних систем у житлових будинках, віддалених кафедрах та гуртожитках студентського містечка.

3. Вирішення проблеми енергозбереження та ефективного використання паливних ресурсів студмістечка показало, що опалювальне теплове навантаження залежить не тільки від температури зовнішнього повітря типу котла чи альтернативного твердого палива, але й від людського фактора – професійності, відповідальності операторів та їх начальників, а також відповідних служб контролю.

4. Для зменшення залежності від людського фактора, витрати теплоти на опалення та гаряче водопостачання житлових і промислових об'єктів, необхідно автоматизувати технологічний процес виробництва, транспортування та використання теплової енергії. Автоматизація і диспетчеризація з відповідним професійним і постійним контролем котелень дасть змогу зекономити паливно-енергетичні ресурси в межах 15–30%.

5. Значне зменшення споживання газу та електроенергії в Уманському НУС відбулося після переведення житлового масиву на індивідуальне опалення та заміни старих електричних лічильників на електронний контроль електричної енергії в кожній квартирі студмістечка. Заміна старих насосів центральної університетської котельні на енергозберігаючі силові агрегати знизить використання електроенергії на 40–50% за опалювальний сезон.

6. Наш уманський досвід енерговикористання та збереження паливних ресурсів свідчить про те, що:

- гібридне використання твердопаливних і газових котлів дає економію паливно-енергетичних ресурсів до 30%;
- централізована система опалення, яка подає гаряче водопостачання і тепло на відстані понад 2 км, втрачає теплоту від 27 до 50%;
- через критичний стан старих, багатокілометрових мереж подачі тепла комунальної теплоенергетики, через низький ступінь корозійної стійкості всієї трубопровідної системи, необхідно проводити децентралізацію котелень на державному рівні.

7. Запропоновані та впроваджені заходи з енергозбереження та економії енергоресурсів існуючих систем тепlopостачання з одночасним використанням газових і твердопаливних котлів та відповідним контролем роботи операторів котелень дають від 31,5% до 75,2% економії паливно-енергетичних ресурсів в Уманському національному університеті садівництва.

8. Із вищенаведеної статті щодо шляхів економії енергоресурсів видно, що 60% закордонного газу ми можемо перекрити на 75,2% (із практичного досвіду Уманського НУС) економією паливно-енергетичних ресурсів і повністю забезпечити комунальну енергетику і часткову промисловість своїм паливом, у т. ч. і альтернативними джерелами енергії (біомаса, сонячні батареї, вітряки та інше).

Список літератури

1. Єфімцева Л. О. Енергетична безпека в Україні: суть, походження та перспективи / Л. О. Єфімцева // Економіка АПК : міжнародний науково-виробничий журнал. – 2014. – № 5. – С. 85–92.
2. Мариняк Б. Б. Аналіз теплопостачання в Україні в контексті еколого-економічної безпеки / Б. Б. Мариняк // Формування ринкових відносин в Україні : зб. наук. пр. – 2015. – № 4. – С. 149–156.
3. Теплотехніка : підруч. / [Б. Х. Драганов, О. С. Бессараб, А. А. Долінський та ін.] ; за ред. Б. Х. Драганова. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : Фірма «ІНКОС», 2005. – 400 с.
4. Титко Р. Відроджувальні джерела енергії / Р. Титко, В. Колініченко. – Варшава : OWG, 2010. – 533 с.
5. Пшінько О. М. Аналіз ефективності системи теплопостачання студмістечка Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту / О. М. Пшінько, В. О. Габрінець, В. М. Горячкін // Наука та прогрес транспорту. – 2014. – № 2 (50). – С. 74–82.
6. Карп И. Н. Децентрализованное теплоснабжение зданий и сооружений / И. Н. Карп, Н. И. Мхитарян // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2000. – № 1. – С. 5–12.
7. Лавренцов Е. М. Новые конструктивные решения при создании водогрейных котлов с высокими технико-экономическими показателями / Е. М. Лавренцов // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2007. – № 1. – С. 57–64.
8. Марченко Г. С. Котлы средней мощности для автономных систем теплоснабжения / Г. С. Марченко // Экотехнологии и ресурсоснабжение. – 1999. – № 3. – С. 112–116.
9. Головчук А. Ф. Автоматика теплових процесів : навч. посіб / А. Ф. Головчук. – Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2015. – 54 с.
10. Liao, Z. (2015). A Simulation Study on the Energy Efficiency of Gas-Burned Boilers in Heating Systems / Z. Liao, W. Huan // Intern. J. of Energy and Power Engineering, 4, 6, 327–332.

References

1. Efimtseva, L. O. (2014). Enerhetychna bezpeka v Ukraini: sut, pokhodzhennia ta perspektyvy [Energy Security in Ukraine: the nature, origin and prospects]. Ekonomika APK: mizhnarodnyi naukovo-vyrobnychy zhurnal, 5, 85–92.
2. Maryniak, B. B. (2015). Analiz teplopостachannia v Ukraini v konteksti ekoloho-ekonomichnoi bezpeky [Analysis of the heat in Ukraine in the context of environmental and economic security]. Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini: zb. nauk. Pr, 4, 149–156.
3. [Drahanov, B. Kh., Bessarab, O. S., Dolinskyi, A. A. ta in]. (2005). Teplotekhnika: pidruchnyk; za red. B. Kh. Drahanova. Kyiv: Firma «INKOS», 400.
4. Tytko, R. (2010). Vidnovliuvalni dzherela enerhii [Renewable energy]. Varshava: OWG, 533.
5. Pshinko, O. M., Habrinets, V. O., Horiachkin, V. M. (2014). Analiz efektyvnosti systemy teplopостachannia studmistechka Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu [Analysis of campus heating system efficiencies of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport]. Nauka ta prohres transport, 2 (50), 74–82.

6. Karp, I. N., Mkhitarian, N. I. (2000). Detsentralizovannoye teplosnabzheniye zdaniy i sooruzheniy [Decentralized heating of buildings and structures]. Ekotekhnologii i resursozberezheniyem, 1, 5–12.
7. Lavrentsov, E. M. (2007). Novyye konstruktivnyye resheniya pri sozdanii vodogreynykh kotlov s vysokimi tekhniko-ekonomicheskimi pokazatelyami [New design solutions to create hot water boilers with high technical and economic indicators]. Ekotekhnologii i resursosberezheniye, 1, 57–64.
8. Marchenko, G. S. (1999). Kotly sredney moshchnosti dlya avtonomnykh sistem teplosnabzheniya [Medium power boilers for autonomous heating systems]. Ekotekhnologii i resursosnabzheniye, 3, 112–116.
9. Holovchuk, A. F. (2015). Avtomatyka teplovykh protsesiv: navch. posib [Automation of Thermal Processes]. Dnipropetrovsk: Vyd-vo Dnipropetr. nats. un-tu zalozn. transp. im. akad. V. Lazariana, 54.
10. Liao, Z., Huan, W. (2015). A Simulation Study on the Energy Efficiency of Gas-Burned Boilers in Heating Systems. Intern. J. of Energy and Power Engineering, 4 (6), 327–332.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В КОММУНАЛЬНОМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ

А. Ф. Головчук

Аннотация. Решена актуальная проблема энергосбережения и эффективного использования топливно-энергетических ресурсов, а также оптимизации системы теплоснабжения на базе студенческого городка.

Ключевые слова: топливно-энергетические ресурсы, энергосбережение, децентрализация системы отопления, твердотопливные и газовые котлы, автоматизация, человеческий фактор, экономическая эффективность

ENERGY SAVING IN UTILITY HEAT SUPPLY

A. Golovchuk

Abstract. Critical problem of energy saving and reasonable utilization of fuel-energy recourses has been solved as well as optimization system of heat supply for student's campus.

Keywords: fuel-energy recourses, energy saving, decentralization of heating networks, solid fuel and gas-fired boilers, automatization, human factor, economic efficiency