

Руденко О.І., Мезенцева О.О., Терех О.М., Вознюк М.М.

ІННОВАЦІЙНЕ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧЕ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ ТЕПЛОКОМУНАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

В статті розглянуті проблеми, які пов'язані з енергозбереженням і економією палива на енергогенеруючих підприємствах України. Авторами проаналізовані методи вирішення цих проблем, а також запропоновані можливі шляхи їх подолання. В статті показана економічна доцільність впровадження нового енергозберігаючого устаткування – теплообмінників, поверхня нагріву яких виконана з пакетів плоскоовальних труб з неповним поперечним обрешенням. Наведено приклад практичного застосування одного з таких теплообмінників в якості економайзера-утилізатора теплоти відхідних димових газів для підігріву мережевої зворотної води в районній котельні з водогрійними котлами ПТВМ-30М. Дана оцінка економічної ефективності такого впровадження на підприємствах теплокомунальної енергетики.

Ключові слова: енергозбереження, енергозберігаюче обладнання, природний газ, економія, плоскоовальна труба, поперечне обрешення.

Постановка проблеми. Великі витрати палива на виробництво тепла, значні втрати при його транспортуванні, а також нестача палива з постійно зростаючою на нього ціною, потребують нових підходів у вирішенні питань, пов'язаних зі споживанням і більш ефективним використанням енергетичних ресурсів.

Відомо [1], що значна частина витрат палива припадає на теплову комунальну енергетику (ТКЕ), яка споживає 44 % енергетичних ресурсів або 70 млн. т.у.п., що є близько 30 % від загального споживання палива в Україні. Така кількість споживаного палива обумовлена не тільки потребами суспільства у тепловій енергії, але і й тим, що її виробництво і доставка до споживача відбуваються з безповоротними втратами, які за даними різних авторів і експертними оцінками, мають наступний вигляд (табл.1).

© **Руденко Олександр Ігорович**, к.т.н., доцент кафедри економіки і підприємництва Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, тел.: +38(097)6401758, e-mail: a_rudenko55@mail.ru

Мезенцева Ольга Олексіївна, к.е.н., провідний спеціаліст, КП «Київське інвестиційне агентство», м. Київ, тел.: +38(066)3013214, e-mail: olga_alekseevna@bigmir.net

Терех Олександр Михайлович, к.т.н., старший науковий співробітник кафедри атомних електричних станцій і інженерної теплофізики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, тел.: +38(067)347286, e-mail: teram57@meta.ua

Вознюк Максим Михайлович, молодший науковий співробітник кафедри атомних електричних станцій та інженерної теплофізики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, тел.: +38(093)6791113, e-mail: maksimvoznjuk@gmail.com

Таблиця 1

Втрати теплової енергії у відсотках від кількості виробленої, переданої та спожитої теплової енергії

Ділянка	Об'єкт	Втрати тепла, %	Джерело
Виробництво	Котельні	10-25	[2]
		до 22	[1, 3]
Транспортування	Трубопроводи теплових мереж і теплові пункти	15-30	[2]
		до 25	[1, 3]
		13-20	[4]
		14,85	[5]
Споживання	Опалювання і гаряче водопостачання житлових будинків	до 20	[2]
		до 30	[3]

З наведених результатів випливає, що втрати при виробництві, транспортуванні і споживанні теплової енергії знижують кількість корисного її використання, тобто значна частина палива витрачається марно при його високій вартості і найбільшій вагомості у собівартості виробництва теплової енергії (до 55%) [6].

Незважаючи на те, що за останні роки відбулось значне скорочення використання палива у всіх сферах господарчої діяльності (наприклад тільки за 8 місяців 2015 року промисловість України скоротила використання природного газу на 25% - до 7,437 млрд м³, бюджетні організації на 20,4% - до 8,145 млрд м³, підприємства теплокомуненерго на 10,9% - до 4,341 млрд м³, що відповідає в цілому скороченню загального споживання газу в Україні на 20,2% - до 21,848 млрд м³) [7], споживання палива, як у загальному обсязі, так і в структурі ТКЕ, залишається достатньо високим (рис. 1) [6].

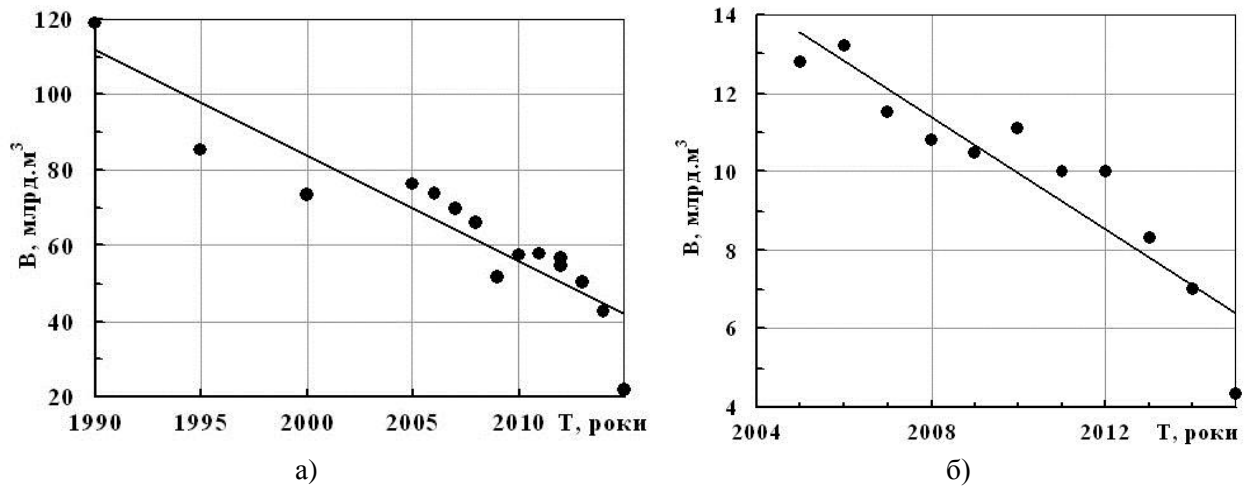


Рис. 1. Динаміка споживання природного газу в Україні [6, 7]: а) загальне; б) ТКЕ

Враховуючи, що подальшого значного зменшення споживання тепла в ТКЕ і, зокрема в системі житлово-комунального господарства (ЖКГ) не очікується, а також незважаючи на різке скорочення використання природного газу населенням і падінням виробництва по Україні в цілому, виникає питання більш раціонального використання палива і, відповідно, зменшення його витрат на виробництво необхідної кількості теплової енергії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Шляхи і методи виходу з критичного стану енергетичної галузі і, зокрема, ТКЕ, представлені в доповідях і публікаціях [2, 3, 8]. Як впливає з вказаних джерел, рішення енергетичних проблем є можливим тільки при спільному розгляді науково-технічних, економічних і, в ще більшій мірі, політичних питань.

Враховуючи, що рішення останніх має важко прогнозований характер, у багатьох випадках залежить від політичних обставин всередині країни і за її межами, стану національної економіки, результатів проведення соціально-економічних реформ, очевидним стає пошук нових економічно обґрунтованих підходів, які дозволяють проводити їх реалізацію в найбільш короткі терміни.

Так, на думку автора [8], існуючі енергетичні проблеми країни можуть бути вирішені за допомогою конкретних технічних рішень, спрямованих на модернізацію енергетичного устаткування з переводом його на роботу на місцеві види палива, а також ширшого впровадження енергозберігаючих технологій і поновлюваних джерел енергії. Як впливає з даних, приведених в [8], в результаті цих заходів Україна може до 2020 року скоротити споживання природного газу в ЖКГ на 30 %.

В роботі [2] разом з науково-технічними рішеннями запропоновані методи економіко-

організаційного характеру, які базуються на врегульованих юридичних відношеннях між теплопостачаючими організаціями і споживачами тепла на основі законів України.

Але одночасна реалізація запропонованих рішень, не дивлячись на вірні підходи авторів [2, 3, 8], в сучасних умовах важко досяжна. Наприклад, для реалізації заходів, вказаних в [8], необхідно близько 500 млрд грн., а запропонована в [2] реорганізація системи централізованого теплопостачання разом з модернізацією підприємств комунальної енергетики потребує не тільки великих капіталовкладень, а і довготривалого підготовчого періоду, змін законів і нормативної бази.

Враховуючи, що запропоновані в [2, 8] заходи неможливі без великих матеріальних витрат і вимагають багато часу, найбільш раціональним (доцільним) рішенням проблем в ТКЕ в сучасних умовах, на наш погляд, є:

- **повузлова модернізація генеруючих потужностей** шляхом поступового впровадження нового, більш ефективного енергозберігаючого обладнання вітчизняного виробництва;

- **застосування енергозберігаючих технологій** – утилізації теплоти відхідних газів на генеруючих підприємствах ТКЕ.

Такий підхід дозволить значно зменшити використання палива і витрат на реалізацію запропонованих авторами цієї статті заходів без втрат в теплопостачанні для споживачів різних категорій.

Формулювання цілей статті. В представленій роботі показані технологічні аспекти одного з варіантів такої модернізації внаслідок застосування на підприємствах ТКЕ нового ефективного обладнання вітчизняного виробництва, а також наведені деякі показники

його економічної ефективності, отримані за умов реальної експлуатації.

Опис основного матеріалу дослідження. Прикладом реалізації запропонованих рішень є впровадження теплообмінного апарату з новим типом поверхонь нагріву, спільно розробленого в НТУУ «КПІ» з ТОВ «НВФ «Ганза» і ОКТБ ІЕЗ

ім. Е.О. Патона. Теплопередаюча поверхня теплообмінного апарату виконана з пакетів плоскоовальних труб з неповним поперечним оребренням [9] (рис. 2), що дозволяє створювати подібне теплообмінне обладнання потужністю від 50 до 4000 кВт.

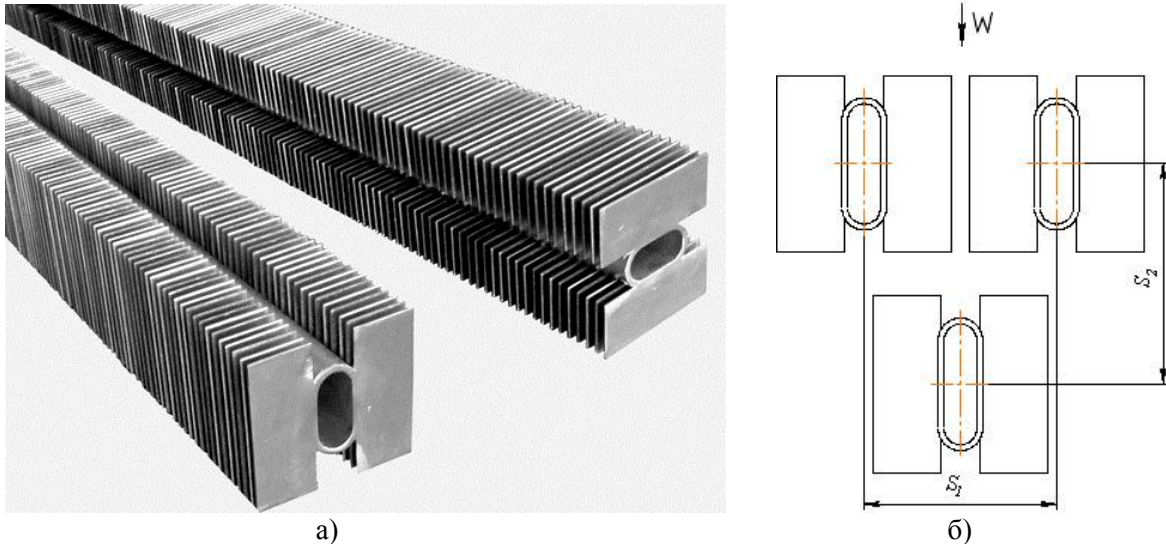


Рис. 2. Плоскоовальні труби з неповним оребренням (а) і приклад їх розташування в пакеті теплообінної секції теплообмінника (б)

** Розроблено авторами*

На рис. 3 показано конструктивне виконання і приклад практичного використання теплообмінного апарату з такою теплообмінною поверхнею в якості утилізатора теплоти для

районної котельні з водогрійними котлами ПТВМ-30М в м. Вишневе, який використовується в якості підігрівача мережевої зворотної води за рахунок теплоти відхідних димових газів.



Рис. 3. Загальний вид економайзера для котла ПТВМ-30м

** Розроблено авторами*

Результати випробувань в умовах реальної експлуатації [10] показали, що незважаючи на те, що встановлення економайзера-утилізатора в газоході котла є додатковим аеродинамічним опором, зміна його величини не внесла суттєвого

впливу на загальний аеродинамічний опір газового тракту котельної установки, внаслідок чого не виникла необхідність у заміні димососа і в додатковому регулюванні існуючого димососа на більш високе навантаження.

Практичний досвід також свідчить, що монтаж економайзера можливий у достатньо короткі терміни (наприклад, в період проведення планових ремонтів) без значних додаткових капіталовкладень. Використання вуглецевої сталі

для виготовлення його теплообмінної поверхні та застосування контактного зварювання, дозволяють зменшити виробничі витрати і, відповідно, вартість самого економайзера.

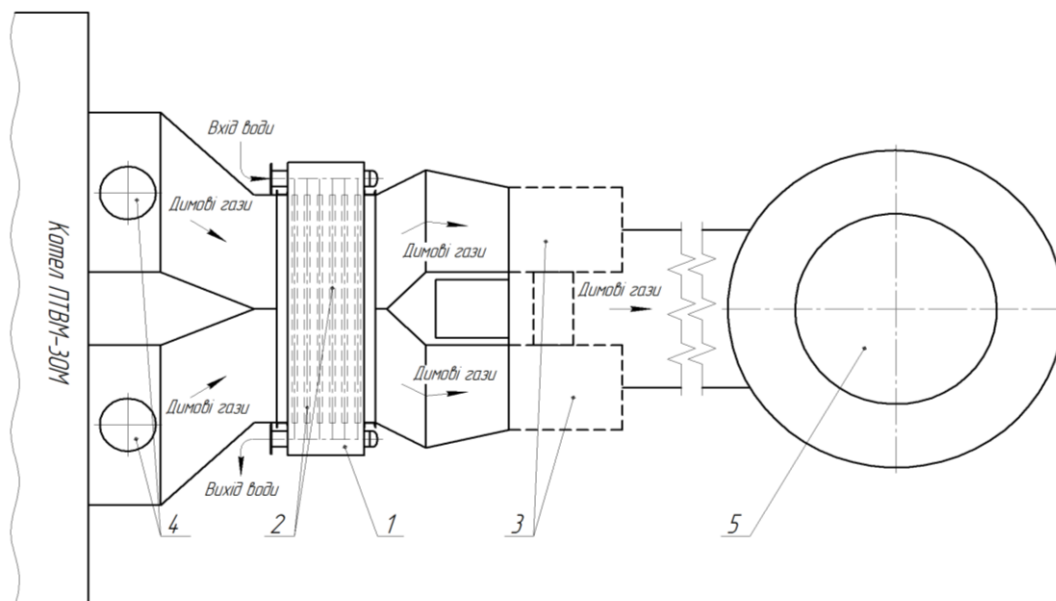


Рис. 4. Розташування економайзера в газоході після водогрійного котла ПТВМ-30М: 1 – економайзер; 2 – плоскоовальні труби з неповним оребренням; 3 – димосос; 4 – вибуховий клапан; 5 – димова труба

* Розроблено авторами

Як показала експертна оцінка витрат, що пов'язані з проектуванням, виготовленням, монтажем економайзера-утилізатора і проведенням пусконаладжувальних робіт, їх величина становить 40-50 \$ на 1 кВт встановленої потужності.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Результати проведених випробувань і зроблені на їх основі розрахунки економічної ефективності [11] показали, що термін окупності економайзера складає від 1 до 2 опалювальних сезонів (в залежності від їх тривалості і погодних умов). Таким чином, застосування економайзера-утилізатора на базі плоскоовальних труб з неповним оребренням в котельнях дозволяє значно зменшити витрати палива на виробництво теплової енергії.

Враховуючи простоту конструкції, малу металоємність та низький аеродинамічний опір економайзерів, а також іншого теплообмінного устаткування на базі плоскоовальних труб з неповним оребренням, їх встановлення можливе практично за всіма котлами, що використовуються в ТКЕ України, а також за котлами європейського виробництва, газотурбінними і газо поршневими установками.

Перспективним шляхом подальших досліджень є вивчення теплотехнічних характеристик теплообмінних поверхонь на основі труб не тільки плоскоовального профілю, а і труб іншої геометрії поперечного перерізу з метою створення теплообмінних пристроїв з більш високими техніко-економічними показниками і зменшеною собівартістю.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Житлово-комунальне господарство України. Енергоспоживання в житлово-комунальному господарстві. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
2. Устинова М. В. Стратегическое значение энергоэффективного развития коммунальной теплоэнергетики Украины / М. В. Устинова // Наукові праці ДонНТУ. Серія: економічна. – 2011. – Випуск 40-3. – С. 244-248.
3. Шевцов А. І., Бараннік В. О., Земляний М. Г., Рязова Т. В. Регіональна енергетична політика. Основні проблеми і завдання. Аналітична доповідь. Дніпропетровськ, 2012 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dp.niss.gov.ua/articles/432/>

4. Как Украине избавиться от газовой зависимости от России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://glavred.info/ekonomika/lechenie-ot-zavisimosti-ili-kak-ukraine-snizit-potreblenie-gaza-291074.html>
5. Інформаційно-аналітичний звіт у сфері комунальної теплоенергетики за 2013 рік. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://old.minregion.gov.ua/zkhk/teplopstachannya/upravlinnya-komunalnoyi-teploenergetiki-pidgotuvalo-informaciyno-analichniy-zvit-u-sferi-komunalnoyi-teploenergetiki-za-2013-999108/>
6. Статистичний бюлетень ЖКГ-2012р. Статистичні графічні дані щодо стану житлово-комунального господарства за 2012 рік. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://statistic.jkg-portal.com.ua/ua/statistic/statistichnij-bjuleten-zhkg-2012/>
7. Потребление газа в Украине за 9 месяцев 2015 года сократилось на 20,3%. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uaenergy.com.ua/post/23642/potreblenie-gaza-v-ukraine-za-9-mes-2015-g-sokratilos/>
8. Евросоюз инвестировал 500 млн грн в модернизацию украинского ЖКХ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://economics.unian.net/realestate/906922-evrosoyuz-investiroval-500-mln-grn-v-modernizatsiyu-ukrainskogo-jkh.html>
9. Патент на корисну модель 25025 Україна, МПК F28F1/12. Теплообмінна труба/ Письменний Є. М., Терех О. М., Рогачов В. А., Бурлей В. Д.; заявник та володар деклараційного патенту НТУУ „КПІ”. – U200702332; заявл. 03.03.2007; опубл. 25.07.2007. Бюл. №11
10. Письменный Е. Н. Опыт внедрения теплоутилизаторов из плоскоовальных оребренных труб / Е.Н. Письменный, М. М. Вознюк // Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики. Сборник трудов. Киев: ИПЦ АЛКОН, 2014. – 220 с. (С. 135-137).
11. Руденко А. И. Эффективность внедрения инновационного энергосберегающего оборудования на предприятиях ЖКХ Украины / А. И. Руденко, О. А. Мезенцева, А. М. Терех // Бизнесинформ. – 2014. – № 3. – С. 220-224.

REFERENCES

1. Zhytlovo-komunalne hospodarstvo Ukrayiny. Enerhospozhyvannia v zhytlovo-komunalnomu hospodarstvi [Housing and Communal Services of Ukraine. Energy consumption in housing and communal services.] Retrieved from <https://uk.wikipedia.org/wiki/> [in Ukrainian]
2. Ustinova, M. V. (2011). Stratehicheskoe znachenie enerhoeffektivnoho razvitiia kommunalnoyi teploenerhetiki Ukrayiny. [The strategic importance of energy-efficient development of the municipal power system Ukraine]. Naukovi pratsi Donetskogo NTU. Series: economics. Issue 40-3 [in Russian].
3. Shevcov, A.I., Barannik, V.O., Zemlyanyi, M.G., Ryauzova, T.V. (2012), Regionalna energetychna polityka. Osnovni problemy i zavdannya. Analitychna dopovid. [Regional energy policy. The main problems and tasks. The analytical report.] Retrieved from <http://dp.niss.gov.ua/articles/432/> [in Ukrainian].
4. Kak Ukraine izbavitsya ot gazovoy zavisimosti ot Rossiyy [How can Ukraine get rid of gas dependence on Russia] Retrieved from <http://glavred.info/ekonomika/lechenie-ot-zavisimosti-ili-kak-ukraine-snizit-potreblenie-gaza-291074.html> [in Russian].
5. Informacijno-analytychnyy zvit u sferi komunalnoyi teploenergetyky za 2013 rik. [Information-analytical report in municipal power system by 2013.] Retrieved from <http://old.minregion.gov.ua/zkhk/teplopstachannya/upravlinnya-komunalnoyi-teploenergetiki-pidgotuvalo-informaciyno-analichniy-zvit-u-sferi-komunalnoyi-teploenergetiki-za-2013-999108/> [in Ukrainian].
6. Statystychnyj biuleten ZhKG-2012r. Statystychni grafichni dani schodo stanu zhytlovo-komunalnogo gospodarstva za 2012 rik. [Statistical Bulletin of Housing-2012. Statistical image data on the state of housing and communal services by 2012.] Retrieved from <http://statistic.jkg-portal.com.ua/ua/statistic/statistichnij-bjuleten-zhkg-2012/> [in Ukrainian].
7. Potrebleniye gaza v Ukraine za 9 mesyacev 2015 goda sokratilos na 20,3% [Gas consumption in Ukraine has decreased by 20.3% over the first 9 months of 2015.] Retrieved from <http://uaenergy.com.ua/post/23642/potreblenie-gaza-v-ukraine-za-9-mes-2015-g-sokratilos/> [in Russian].
8. Yevrosojuz investiroval 500 mln grn v modernizaciyu ukrainskogo ZhKH [The European Union has invested 500 million USD in the modernization of Ukrainian utilities.] Retrieved from <http://economics.unian.net/realestate/906922-evrosoyuz-investiroval-500-mln-grn-v-modernizatsiyu-ukrainskogo-jkh.html> [in Russian].
9. Pis'mennyi, E.N, Terekh, A.M, Rogachov, V.A., Burley, V.D. (2007) Teploobminna trubа [Heat exchange tube]. Patent on a useful model №25025, Bull.10, Ukraine [in Ukrainian].
10. Pis'mennyi, E. N, Vozniuk, M.M. (2014), Opyt vnedreniya teploutilizatorov iz ploskoovalnyh orebrennyh trub [Experience of implementing heat recovery units from flat-oval finned tubes]. Kyiv: IPC ALKON: materials of conference “Problemy ekologii i ekspluatatsii objektov energetiki” [in Russian].
11. Rudenko, A.I., Mezenceva, A.M., Terekh, A.M. (2014), Effektyvnost vnedreniya energosberegayushcego oborudovaniya na predpriyatiyah ZhKH Ukrainy [The effectiveness of the implementation of innovative energy-saving equipment at the enterprises of housing and communal services of Ukraine]. Biznesinform: №3 [in Russian].