

## ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ

*А. А. Долінський*

*Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ*

*Надійшла до редакції 06.02.06*

**Резюме:** В статті наведені результати роботи Інституту технічної теплофізики НАН України в галузі енергозбереження. Описані апробовані в промислових умовах енерго- і теплотехнології, які дають можливість економити природний газ або замінювати його іншими видами палива.

**Ключові слова:** комунальна теплоенергетика, когенерація, паливно-енергетичний комплекс, тепло-технологія, теплоутилізація, екологія, енергозбереження.

**А. А. Долинский. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ.**

**Резюме:** В статье приведены результаты работы Института технической теплофизики НАН Украины в области энергосбережения. Представлены апробированные в промышленных условиях энерго- и теплотехнологии, позволяющие экономить природный газ или замещать его другими видами топлива.

**Ключевые слова:** коммунальная теплоэнергетика, когенерация, топливно-энергетический комплекс, теплотехнология, теплоутилизация, экология, энергосбережение.

**A. A. Dolinsky. ENERGY SAVING AND ECOLOGICAL PROBLEMS OF POWER.**

**Abstract:** The results of work of Institute of Engineering Thermophysics in the field of energy saving are presented in the article. Energy- and heat technologies permitting to save and substitute natural gas for other kinds of fuel and approved in industrial conditions are presented.

**Keywords:** municipal heat energy, co-generation, fuel-energetic complex, heat technology, heat utilization, ecology, energy saving.

Як відомо, Україна відноситься до країн, тільки частково забезпечених власними енергоресурсами. Енергетична залежність України від імпортованих поставок органічного палива з урахуванням умовно первинної ядерної енергії у 2000–2004 рр. становила понад 60 % від загального об'єму використовуваного палива [1]. Імпортується, в основному, природний газ, світова ціна якого зростає і на думку спеціалістів буде зростати в найближчому майбутньому (до 600 дол. США за 1000 м<sup>3</sup> у 2015 р.) [1].

На сучасному етапі однією з основних проблем економіки України є висока енер-

гоемність ВВП, яка складає 0,89 кг умовного палива (у. п.) на 1 дол. США виробленої продукції, що в 3–5 разів перевищує показники розвинених країн [1].

Внаслідок надмірної енергоемності основних галузей промисловості, орієнтованих в основному на експорт (перш за все таких, як металургія, хімія та ін.) значна частина валютних надходжень йде на оплату імпортованих енергоресурсів. Такий показник енергоемності об'єктивно знижує конкурентоспроможність вітчизняного виробництва і лягає важким тягарем на національну економіку за умов її зовнішньої енергетичної залежності.

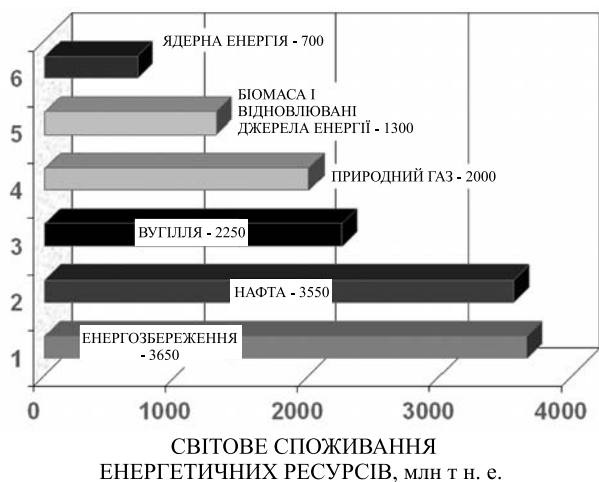


Рис. 1. Енергоефективність – глобальний енергетичний ресурс

При існуючих показниках енергоємності ВВП, за умови інтенсивного розвитку економіки, об'єми енергоресурсів, які споживаються, стануть такими великими, що не буде змоги покрити попит на них.

Тому енергозбереження та енергоефективність (ефективність енергоспоживання) для України повинні розглядатись як найважливіший додатковий енергоресурс, не менш вагомий, ніж нафта і газ. Розвинені країни уже давно визнали енергоефективність глобальним енергоресурсом [2] (рис. 1). Енергозбереження – це також найбільш оптимальний спосіб зниження техногенного впливу на довкілля.

Світовий досвід показує, що витрати коштів на енергозберігаючі заходи в 2,5–3 рази ефективніші, ніж вкладання їх у будівництво нових енергогенеруючих потужностей. Тому в умовах інвестиційних обмежень енергозберігаючий шлях розвитку національної економіки для України є найбільш раціональним. Успішна реалізація політики енергозбереження – це питання розвитку національної економіки, енергетичної безпеки держави, створення конкурентоспроможної, енергоефективної економіки.

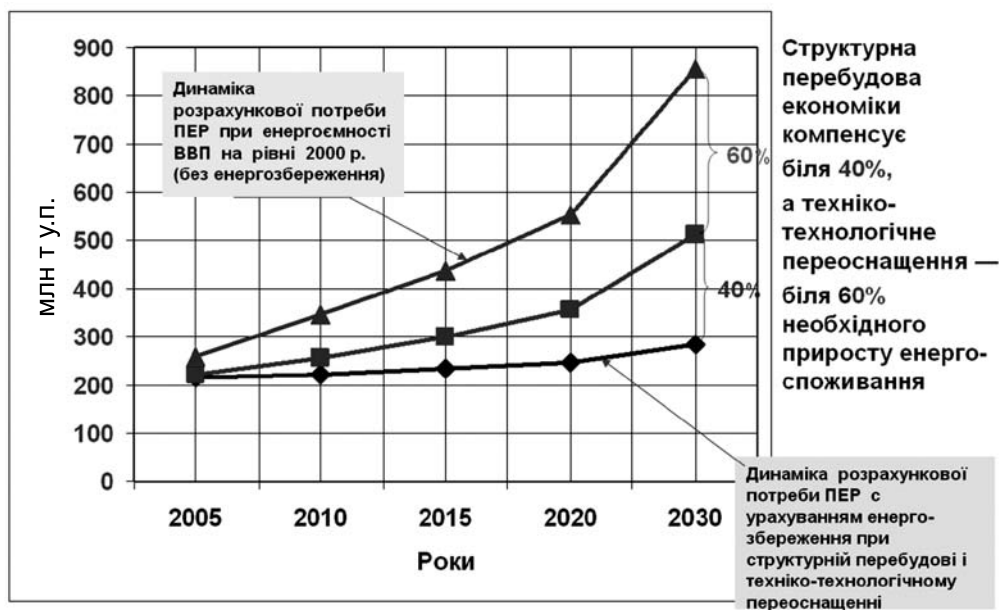


Рис. 2. Розрахункова динаміка паливно-енергетичних ресурсів з урахуванням енергозбереження під впливом структурного і технологічного факторів

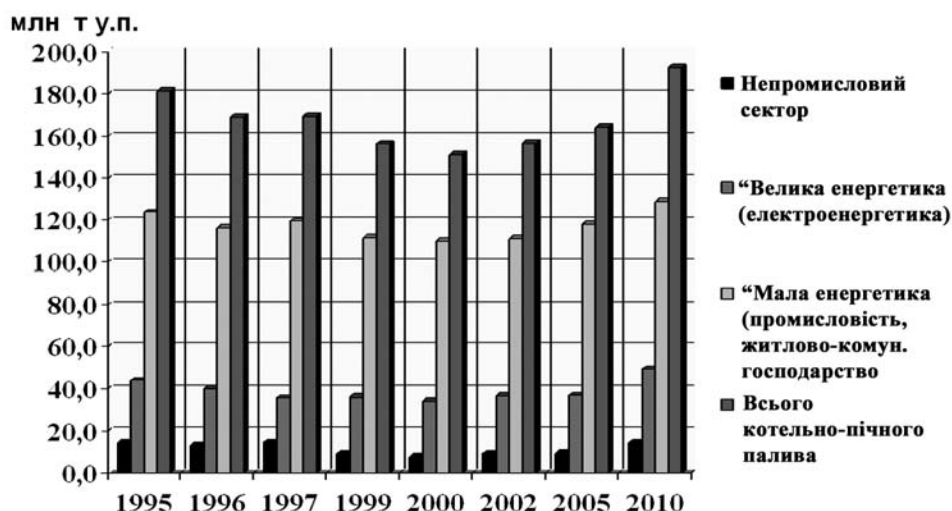


Рис. 3. Структура використання котельно-пального палива

Динаміка підвищення енергетичної ефективності національної економіки визначається структурною перебудовою економіки і технологічним прогресом. Структурний фактор відображає вплив структурних змін у галузевій або в міжгалузевій діяльності на обсяги споживання палива та енергії, а технологічний фактор відображає вплив технологічного (технічного) стану та рівня устаткування і обладнання на обсяги споживання енергоресурсів при виробництві продукції (послуг). Структурна складова потенціалу енергозбереження може компенсувати біля 40 % необхідного зростання енерговикористання, а технологічна (технічна) – біля 60 % (рис. 2) [1].

Якщо оцінювати потенціали енергозбереження в секторах економіки України, то необхідно визнати, що не електроенергетика (“велика енергетика”) має найбільший потенціал у галузі енергозбереження (вона споживає 22–23 % котельно-пального палива, яке використовується в країні), а промислова і житлово-комунальна (побутова) теплоенергетика і теплотехніка (тут споживається біля 70 % такого палива) (рис. 3). Саме в цих галузях

паливно-енергетичного комплексу зосереджено основний потенціал збереження енергоресурсів, в першу чергу природного газу. Одночасно тут і витрати на заходи з енергозбереження нижчі, ніж в електроенергетиці.

Дуже привабливою є ідея використання для теплопостачання електроенергії атомних електростанцій як альтернативи природному газу. Але сьогодні немає однозначної відповіді на ряд запитань:

- чи варто нам іти цим шляхом, якщо ми й надалі будемо купувати ядерне паливо?
- яка собівартість електроенергії буде на новозбудованих нових атомних електростанціях?
- скільки років знадобиться Україні, щоб створити зовсім нову індустрію для опалювання житлових і виробничих будівель?

Поки будуть вирішуватися ці проблеми і будуватися нові атомні станції, головними постачальниками тепла будуть котельні і ТЕЦ. Це і визначає головні завдання енергозбереження на середньострокову перспективу.

В соціально прийнятній, застрахованій від криз і екологічно ощадній енергетичній

політиці повинні враховуватись, як мінімум, 4 основних принципи:

- 1) в першу чергу повинен використовуватися пріоритетний потенціально екологічно ощадний енергоресурс – економія енергії (енергоефективність);
- 2) для енергопостачання повинні залучатися технології, які оптимально використовують теплоту спалювання палива і теплоту енергоносіїв;
- 3) слід в декілька разів збільшувати темпи використання нетрадиційних відновлюваних енергоресурсів;
- 4) енергогенеруючі установки повинні оснащуватися економічно прийнятними на сучасному технологічному рівні пристроями для уловлювання та нейтралізації шкідливих викидів.

Сучасне економічне положення України в галузі паливно-енергетичного комплексу, за умов обмеження коштів, не дає можливості найближчим часом спорудити потужні капіталоемні об'єкти енергетики довгострокового будівництва (до 8–10 років). Необхідно орієнтуватись на реалізацію інноваційних проектів із залученням вітчизняних та іноземних інвестицій для створення сучасних конкурентоспроможних швидкоокупних енергоефективних і енергозберігаючих екологічно чистих технологій і установок з відносно невеликими капіталовкладеннями при строках будівництва, що не перевищують 2–3 роки.

Досвід створення та впровадження таких технологій і обладнання є в Інституті технічної теплофізики НАН України, інших інститутах відділення фізико-технічних проблем енергетики НАН України, Національному технічному університеті України "КПІ" та багатьох інших установах і організаціях. Випробувані в промислових умовах нові технології, обладнання, вимірювальні прилади та системи управління спроможні в стислі строки забезпечити технічне переобладнання діючих і

спорудження нових об'єктів теплоенергетики з суттєвим підвищенням ефективності енергогенерації та енерговикористання при поліпшенні екологічних показників обладнання.

Однією з галузей, яка потребує комплексної модернізації, є комунальна теплоенергетика. Саме ця галузь житлово-комунального господарства торкається інтересів кожної людини, впливає на соціально-економічні відношення в регіонах і країні в цілому, має величезний потенціал енергозбереження.

Зараз комунальна теплоенергетика знаходиться в кризовому стані, обумовленому моральним і фізичним зносом теплового обладнання. За даними Держкомстату України в комунальній теплоенергетиці на підприємствах усіх форм власності та відомчого підпорядкування експлуатується 26 430 котелень, загальний технічний стан обладнання яких є критичним. З 64 726 установлених котлів 14 331 (22,2 %) експлуатуються понад 20 років. Значна кількість котлів типу НІСТУ-5, "Універсал", "Мінськ" і т. ін. застаріли та мало-ефективні, з коефіцієнтом корисної дії біля 65–75 % при роботі на газі і 70 % – при роботі на вугіллі. Невідповідним до вимог технічної експлуатації є технічний стан теплових мереж. Так, 4 600 км теплових мереж у двотрубному обчисленні (11,6 %) перебувають у аварійному стані, завдяки чому щорічні втрати теплової енергії складають до 10 %. Теплоізоляція на теплових мережах застаріла та неефективна. Загальний знос теплових мереж сягає 70 % [3]. Незважаючи на поступове зменшення питомих витрат палива на вироблення теплової енергії, вони ще надто високі і складають понад 180–190 кг у. п. на 1 Гкал теплоти, замість 140–150 кг, як у розвинених країнах.

У соціальному відношенні ситуація не краща. Часто порушуються терміни початку і закінчення опалювального сезону, послуги з теплопостачання надаються з відхиленням від нормативних вимог. В окремих регіонах гаряча вода подається лише в зимовий період, а в багатьох

містах взагалі відсутнє централізоване гаряче водопостачання. Зважимо на те, що тільки біля 50 % населення має доступ до послуг централізованого постачання тепла та гарячої води.

Таким чином, в житлово-комунальній теплоенергетиці України переплелися техніко-технологічні, екологічні, економічні та соціальні проблеми.

Тому завдання комплексної модернізації комунальної теплоенергетики є вкрай актуальним та важливим для держави, оскільки така модернізація підвищить енергетичну безпеку України.

До пріоритетних напрямів розвитку комунальної та промислової теплоенергетики слід віднести:

- розробку і впровадження нових котлоагрегатів, технологій комбінованого виробництва теплоти та електроенергії (когенерація);
- застосування технологій та устаткування для утилізації теплоти відхідних димових газів;
- залучення нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії та місцевих паливно-енергетичних ресурсів;
- широке використання приладів, систем контролю, автоматизації і управління енергетичними об'єктами (відповідні розробки, здійснені Інститутом технічної теплофізики НАН України, представлені на постійно діючій виставці Інституту).

Кардинальні зміни в теплоенергетиці і опалювальних системах неможливі, в першу чергу, без освоєння серійного виробництва в Україні основних видів сучасного обладнання, зокрема котлів. Інститутом технічної теплофізики НАН України розроблено високоефективні опалювальні котли потужністю від 0,63 до 2 МВт, які вже освоєні в серійному виробництві.

В останні роки набули розвитку тенденції децентралізації енергетики. Однією з таких

тенденцій є когенерація, а саме створення малих теплоелектроцентралей (міні-ТЕЦ) малої і середньої потужностей з використанням сучасних газотурбінних та газопоршневих двигунів як надбудов над існуючими котельнями, технологічними печами в муніципальній та промисловій теплоенергетиці. Така технологія виробництва теплоти та електроенергії з термодинамічної точки зору являється більш ефективною порівняно з їх окремим виробництвом, тобто коли електроенергія виробляється на електростанціях, а теплопостачання забезпечують котельні. Окрім того, створюються нові маневрові потужності.

Якщо традиційні установки комбінованого виробництва енергії – ТЕЦ – мають коефіцієнт корисного використання палива 75–78 %, то когенераційні установки на базі теплофікаційних котельних мають 90–92 %. Необхідні питомі капіталовкладення складають 300–600 дол. США на 1 кВт встановленої потужності. Термін окупності – 2–4 роки, введення в експлуатацію – 1–1,5 роки. Така технологія виробництва електроенергії може дати Україні до 16 млн кВт електричних потужностей. Реалізація таких проектів повинна проходити з техніко-економічним обґрунтуванням для конкретних умов та комплексним вирішенням проблем підвищення ефективності роботи котла.

Когенерація на рівні сучасних світових технологій розглядається і "як найважливіший захід кліматичної політики". Рада міністрів ЄС прийняла рішення сприяти подвоєнню обсягу виробництва енергії за допомогою когенерації з 9 % в 1994 р. до 18 % в 2010 р. Це зменшить викид двооксиду вуглецю (основного компонента парникових газів) приблизно на 150 млн т щорічно. Уряд США планує подвоїти виробництво енергії з використанням цієї технології [4].

На думку російських вчених-енергетиків, на найближчі 10 років когенерація може стати незалежним напрямом розвитку електроенергетики і створити умови для її децентраліза-



ції. Для РАО "ЄЕС Росії" це зменшило б витрати природного газу на 25–30 млрд м<sup>3</sup> на рік (це приблизно більше третини використovanого газу в Україні у 2003 р.).

У 2000–2004 рр. в Україні на промислових підприємствах впроваджено когенераційні установки з різним типом надбудов загальною потужністю 250 МВт. За участю ІТТФ НАН України була впроваджена когенераційна установка на ВАТ "Гостомельський склозавод" – три поршневі двигуни-електрогенератори включені як надбудови перед котлом ДКВР-6,5/13. В Сімферополі (завод "Фіолент") фірмою "Налим" в рамках інноваційного проекту технологічного парку "Інститут технічної теплофізики" споруджено когенераційну установку потужністю 1 МВт на базі котла-утилізатора з надбудовою дизель-генератора.

Використання енергії нетрадиційних відновлюваних (НВДЕ) та вторинних енергоресурсів є важливим стратегічним напрямом розвитку енергетики в Україні, що дає можливість:

- 1) підвищити рівень енергетичної безпеки за рахунок заміщення органічного палива в паливно-енергетичному балансі країни шляхом використання НВДЕ;
- 2) знизити негативний вплив на довкілля; прискорити вирішення локальних та глобальних екологічних проблем;
- 3) створити нові ринки товарів та послуг – високотехнологічне обладнання, робочі місця тощо;
- 4) збільшити використання сировини для неенергетичного споживання.

Основною перевагою використання НВДЕ є їх невичерпність та екологічна чистота, що сприяє поліпшенню екологічного стану і не приводить до зміни енергетичного балансу на планеті.

Загальний річний технічнодоступний енергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії України становить біля 79 млн т у.п., в т.ч. 63 млн т – за рахунок освоєння

альтернативних джерел енергії, 16 млн т – за рахунок використання позабалансових (вторинних) джерел енергії [1].

Перспективними напрямками використання відновлювальних та нетрадиційних джерел в Україні є:

- біоенергетика;
- використання торфу;
- видобуток та утилізація шахтного метану;
- освоєння економічно доцільного гідропотенціалу малих річок України;
- використання біодизельного палива з рапсу та сої.

Інститут технічної теплофізики НАН України має ряд проектів з використання нетрадиційних енергоресурсів, які вже пройшли апробацію в промисловості.

Настала необхідність вирішення проблем широкого впровадження теплонасосного теплопостачання. Використання теплових насосів дає можливість достатньо ефективно вирішити задачу, пов'язану з залученням у паливно-енергетичний баланс країни низькопотенційної теплоти (як природного середовища, так і промислових викидів).

Екологічні та економічні переваги теплонасосних систем (ТНС) давно і надійно доказані практикою їх використання в промислово розвинених країнах світу. Як вважають закордонні спеціалісти, теплові насоси в найближчій перспективі знайдуть широке використання в системах теплопостачання і теплотехнологічних процесах.

Масове виробництво і впровадження теплових насосів реалізується в США, Японії, Німеччині, Франції, Швеції, Данії, Австрії, Румунії, Канаді та інших країнах. Тільки в США виробництвом теплових насосів займаються 60 фірм. На початок 1990-х рр. ними було встановлено близько 6 млн теплових насосів, які охоплюють біля 30 % житлових комерційних будівель країни. Загальна кількість ТНС в Японії склала на початок 1990-х рр.

біля 8 млн шт. У Німеччині системами насосного теплопостачання охоплено біля 1,8 млн квартир; у Нідерландах діють 90 газомоторних ТНС загальною потужністю 48 МВт; у Швеції виробництвом ТНС займаються біля 40 компаній і фірм, орієнтованих на застосування потужних ТНС (теплопродуктивністю до 40 МВт), в т. ч. призначених для централізованого теплопостачання житлових районів і великих промислових об'єктів. Тут діють близько 100 ТНС продуктивністю більше 1 МВт кожна. Їх загальна теплопродуктивність перевищує 1 200 МВт.

Виробництво теплонасосного обладнання в Україні на сьогодні практично відсутнє. Водночас уже з 1970-х рр. науково-технічні розробки ТНС існують в ІТТФ НАН України, де було створено ТНС потужністю 9 МВт, яка випускалася в Росії (м. Пенза). Реалізувати ТНС сьогодні можуть Сумський машинобудівельний завод ім. Фрунзе, Мелітопольський компресорний завод, Одеський завод холодильного машинобудування та ін. Для відпрацювання технології виготовлення основних вузлів доцільно розглянути питання про придбання теплонасосного обладнання іноземних фірм.

Таким чином, передбачені в рамках цього напрямку роботи повинні (з використанням вітчизняних розробок і виробничих потужностей) забезпечити в найближчий час (до 2010 р.) спорудження демонстраційних дослідно-промислових установок та їх освоєння, а починаючи з 2011 р. – організацію серійного виробництва основного і допоміжного обладнання промислових та комунально-побутових теплонасосних установок.

В ІТТФ НАН України виконано цикл досліджень і розроблено проектну пропозицію щодо використання сонячної енергії для комунального теплопостачання на базі ґрунтового акумулювання теплоти. В теплий період року (~ 180 днів) тепла вода від сонячних колекторів закачується в ґрунтові теплообмін-

ники (в бурові свердловини глибиною 50–150 м) і в опалювальний сезон (~ 180 днів) викачується з ґрунту. Для підтримки необхідного температурного потенціалу при розрядці акумулятора використовуються теплові насоси (витрати електроенергії – не більше 8 %).

Одним з основних напрямів науково-технічної діяльності Інституту є розвиток теорії переносу теплоти і речовини і створення на цій фундаментальній основі міжгалузевих енергоресурсозберігаючих, відносно екологічно чистих та високоінтенсивних технологій і обладнання.

Технологічні параметри великої кількості виробничих процесів, їх енергетичні ККД, швидкість протікання, ступінь використання сировини, екологічні показники в основному визначаються тим, як організовані процеси переносу тепла та речовини. Зазвичай саме тепломасообмін лімітує і хіміко-технологічні процеси, оскільки швидкість самих хімічних реакцій на декілька порядків вища, ніж швидкість підводу і відводу реагуючих речовин, теплової енергії і каталізаторів в зону реакції і відводу її продуктів.

Впродовж останніх 20 років в ІТТФ НАН України активно розвивається комплекс досліджень і розробок, об'єднаних єдиною концепцією щодо тепломасообмінних процесів і гідродинаміки в рідких гетерогенних дисперсних середовищах в умовах застосування методу дискретно-імпульсного вводу енергії в такі середовища з метою багаторазової інтенсифікації в них процесів міжфазної взаємодії і диспергування з одночасним різким зниженням енерговитрат.

Тепломасообмінні технології, які створені в ІТТФ, наразі впроваджені у харчовій, хімічній, електротехнічній, коксохімічній, нафтогазовидобувній, металургійній та ін. промисловостях. Загальна кількість здійснених розробок – більше 200.

В умовах гострого дефіциту енергоресурсів оптимізація виробництва, передачі і вико-

ристання теплоти на різних об'єктах стала надзвичайно актуальною. Забезпечення контролю ефективності на всіх трьох етапах – від виробництва теплоти, її передачі і споживання – неможливе без контрольно-вимірювальної апаратури. У розширення номенклатури бази приладів вагомий внесок зробив ІТТФ НАН України, в якому теплофізичне приладобудування є одним із основних напрямів. Інститут в цьому плідно співпрацює з МП "Промел".

На базі первинних перетворювачів теплових величин створено прилади, які можна умовно розділити на 4 основні групи:

- вимірювачі теплових потоків і температури (стрілкові і цифрові з автономним живленням);
- прилади для вимірювання потоків теплового випромінювання;
- пристрої для контролю різноманітних теплових параметрів і станів;
- прилади для вимірювання теплофізичних характеристик речовин і матеріалів.

Серед розмаїття приладів, створених за останнє десятиріччя, домінуюче положення займають прилади для теплоенергетики. За допомогою них виконуються вимірювання цілого ряду теплотехнічних параметрів і характеристик, без інформації про які не можна якісно здійснювати заходи, спрямовані на підвищення енергоефективності підприємств паливно-енергетичного комплексу й будівельної індустрії.

Для забезпечення роботи теплогенеруючих підприємств в ІТТФ розроблені прилади, призначені для контролю якості палива та його згоряння. Це – калориметри для вимірювання теплоти згоряння усіх видів органічного палива, аналізатори якості згоряння палива в котлоагрегатах по концентрації продуктів недопалу в димових газах, прилади контролю фізико-технічних характеристик параметрів котлоагрегатів. Їх впровадження дає можливість уточнити ціну в залежності від якості палива, що поставляється; підви-

щити ККД котлоагрегату і заощадити до 5 % палива за рахунок оптимізації роботи котлоагрегату. У масштабах України в перерахуванні на умовне паливо це складає щорічну економію до 500 тис. т. Для ефективності роботи підприємств, зайнятих транспортуванням теплоти, розроблені прилади, призначені для визначення локальних теплових втрат крізь ізоляцію трубопроводів, малих перепадів температури теплоносія на довгих ділянках теплотрас, інтегральних і приведених до одиниці довжини трубопроводу тепловтрат на магістральних теплотрасах за будь-якої пори року й без відключення споживачів.

На етапі споживання теплоти важливо забезпечувати мінімальні теплові втрати крізь різні огорожувальні конструкції будівель, споруд, устаткування. Для контролю таких теплових втрат були розроблені як малогабаритні переносні цифрові вимірювачі теплових потоків і температур, так і комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні комплекси для роботи у лабораторних і в польових умовах. Ці засоби вимірювання одержали вже визнання в будівельній індустрії, а також при різних сертифікаційних випробуваннях.

При випуску кожен перетворювач теплового потоку (ПТП) або прилад атестується Українським центром стандартизації, метрології і сертифікації як робочий засіб вимірювання теплового потоку і теплофізичних характеристик.

В Інституті також розроблені теоретичні, метрологічні і технологічні основи вимірювання теплових величин за допомогою ПТП, які дали можливість створити понад 155 типів теплофізичних приладів, що застосовуються для оптимізації режимів роботи енергоустаткування, всебічного контролю з метою зниження теплових втрат, економії паливних ресурсів та поліпшення екологічних показників. На сьогоднішній день впроваджено понад 17 000 перетворювачів, приладів на їх основі й інформаційно-вимірювальних комплексів.



Як відомо, енергетичні ресурси Землі дають можливість одержувати переважно гідравлічну і теплову енергію. Якщо процеси одержання гідравлічної енергії та її використання можна вважати відносно нешкідливими для навколишнього середовища, то такого не можна сказати про теплову енергію. Більшість методів одержання теплової енергії та перетворення її в інші види, зокрема в електричну, мають неминучий наслідок – скидання забруднюючих речовин у водні джерела та виділення теплоти в атмосферу.

Паливоспалюючі установки для промисловості та житлово-побутового сектору є основними джерелами надходження в атмосферу двооксиду вуглецю (теплове забруднення атмосфери), окису вуглецю, оксидів азоту і канцерогенних вуглеводнів. Невисокі (в порівнянні з ТЕЦ) димові труби в промисловій енергетиці, недосконалість обладнання та процесів спалювання, відсутність галузі промисловості по виробництву газоочисного обладнання ускладнюють стан справ.

Всі методи зменшення викидів токсичних сполук можна поділити на дві групи:

- а) технологічні методи зниження шкідливих речовин в процесах спалювання;
- б) методи очистки газових викидів від ряду інгредієнтів.

Технічні характеристики очисного устаткування сьогодні дають можливість знизити рівні викидів у 10–100 разів, зменшивши їх до безпечних (допустимих) рівнів. Але для про-

ведення модернізації і введення в дію нових екологічно чистих потужностей на зміну існуючим необхідні достатньо великі фінансові затрати.

Тому кожна тонна заощадженого палива – це зменшення десятків кілограмів викидів і 1,5–3 тонни двооксиду вуглецю (парникового газу) (див. таблицю).

На сьогодні до 35 % природного газу використовується комунальною енергетикою України для потреб теплопостачання населенню, ще до 10 % – для аналогічних потреб промисловості. Загалом доля газу для виробництва теплових послуг сягає до 45 %. Нинішній стан теплоенергетичних підприємств технічно і технологічно занедбаний. Через це при виробництві, транспортуванні та кінцевому використанні теплової енергії загальні втрати становлять більше 50–55 %, що призводить до суттєвих (майже вдвічі) перевитрат природного газу на теплопостачання. Тому задача і, відповідно, програма комплексної модернізації комунальної та промислової теплоенергетики стають актуальними. Ефективною технічною і технологічною основою такої модернізації можуть стати такі напрями:

- 1) використання сучасних вітчизняних газоспоживаючих котлоагрегатів тепловою потужністю від 0,5 до 3,15 МВт з ККД до 92–94 %, котрі економлять споживання газу на 13–17 %;
- 2) використання котлоагрегатів тепловою потужністю від 0,3 до 1,5 МВт, що експлуатуються на біомасі з ККД до 85 %;

**Таблиця. Індекси шкідливих викидів під час згоряння палива різного виду (кг/т у. п.) [5]**

Вид палива	Різновид палива	Двооксид вуглецю (CO <sub>2</sub> )	Двооксид сірки (SO <sub>2</sub> )	Оксиди азоту (NO <sub>x</sub> )
Вугілля	Буре вугілля	3 100	36	5–8
	Кам'яне вугілля	2 800	40	9–12
Нафта	Мазут	2 200	15–30	5–7
	Солярка	2 150	8	30–40
	Бензин	2 100	–	15–25
Газ	Газ	1 600	–	3–6

- 3) використання когенераційних технологій спільного виробництва теплової та електричної енергії, що підвищують коефіцієнт використання газу на 10 %;
- 4) застосування технології глибокої утилізації теплоти відхідних димових газів, яка дасть можливість підвищити коефіцієнт використання палива на 10–15 %;
- 5) застосування сучасних теплоенергетичних приладів, систем контролю, управління і автоматизації процесів виробництва та транспорту теплової енергії, що дадуть змогу економити природний газ до 2–5 %.

Загалом реалізація вказаних заходів в комунальній теплоенергетиці України, які мають середній час окупності не більше 3 років, може привести до річної економії споживання природного газу до 15–22 %, що становитиме заощадження газу від 6 млрд м<sup>3</sup> в рік (реалістичний сценарій) до 7,5 млрд м<sup>3</sup> в рік (оптимістичний сценарій). Застосування для транспорту теплоти сучасних теплоізоляованих труб може призвести до заощадження ще близько 1 млрд м<sup>3</sup> газу в рік.

Важливим напрямом у теплоенергетиці є також скорочення споживання природного газу комунальною енергетикою країни за рахунок:

- виробництва та активного залучення в паливні ресурси біогазу, газу звалищ відходів, шахтного метану, доменного газу, мартенівського газу, супутнього газу нафтовидобування, некондиційного природного газу, газу малодобітних свердловин, розчиненого газу геотермальних вод. З врахуванням реальної калорійності та обсягів вказаних газів об'єми заміщення можуть становити до 1,5–2 млрд м<sup>3</sup> магістрального природного газу в рік;
- використання місцевих та альтернативних видів палива, а саме: бурого вугілля, дров, відходів деревообробки, соломи, твердих побутових відходів, торфу, лушпиння інших видів біомаси, їх сумішей та компо-

зицій. Наявні в Україні річні об'єми біомаси (14,8 млн т у. п.) дають можливість вивільнити до 12,3 млрд м<sup>3</sup> газу в рік.

Загалом по всіх заходах може бути досягнута економія і вивільнення природного газу більше 20 млрд м<sup>3</sup> в рік.

Реалізація запропонованої програми сприятиме виконанню ряду ратифікованих Україною міжнародних угод і договорів щодо охорони довкілля, зокрема Кіотського протоколу до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (ратифіковано Законом України № 1430-IV від 04.02.2004 р.). Окрім того, якісне, безперебійне і за доступними цінами постачання населенню України енергоносіїв є одним із основних напрямів зниження соціальної напруженості в суспільстві.

Практика інших країн переконливо показує, що впровадження нових технологій в енергетику, освоєння нетрадиційних видів палива, відновлюваних джерел енергії потребує державної підтримки. Одним з таких рішень є впровадження інноваційних проектів через технопарки. При ІТТФ НАНУ створено технопарк, який підготував енергозберігаючі інноваційні проекти на суму більше 400 тис. грн.

За підтримки Президента НАН України при інституті створено Консорціум по комплексній модернізації комунальної енергетики. 34 організації з різними формами власності, що входять до складу Консорціуму, виконують всі основні етапи модернізації – від аудиту до налагоджування та пуску нового технологічного обладнання та приладів.

Широке впровадження в комунальну (і частково – в промислову) енергетику перерахованих вище вже освоєних технологій, обладнання і приладів дає можливість заощадити близько 46 млн т у. п. Участь академічних інститутів енергетичного напрямку в програмі комплексної модернізації дасть можливість суттєво збільшити потенціал енергозбереження в комунальній енергетиці.

Більш ніж 30-річний досвід ціленаправленої діяльності Інституту технічної теплофізики НАН України (та інших інститутів енергетичного напрямку) по розробці, апробації та впровадженню енергоефективних технологій в сферу генерування енергії та її використання дає підставу стверджувати, що науково-технічні основи і технології для ефективного використання енергоресурсів (в т. ч. і переважно імпортованого природного газу) в Україні уже створені.

Для широкомасштабного впровадження енергоефективних технологій в різні сектори економіки України повинні бути переглянуті існуючі і розроблені нові законодавчо-правові акти, які б дали можливість задіяти інвестиційні, цінові, податкові та інші механізми стимулювання впровадження енергоефек-

тивних технологій і обладнання, в т. ч. й для проведення дієвої регіональної і місцевої політики щодо ефективного використання енергоресурсів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року (проект). // [www.mre.gov.ua](http://www.mre.gov.ua).
2. **Башмаков И.** Главный энергетический ресурс – повышение энергоэффективности. // Энергоинформ, № 27 (158), 2002.
3. **Дубовик В.** Производство тепла: сегодня и завтра. // Энергетическая политика Украины. – 2005. – № 10. – С. 84–89.
4. **Туре Хаммер.** Роль когенерации в исполнении Киотского протокола. // <http://cogenerator.ru/art/cogeneration.shtml>.
5. **Гуревич Н. А.** Экологическая эффективность энергетики. // Новини енергетики. – 1999. – № 10. – С. 31–39.