



ШНЕЖКІН
Юрій Федорович —
академік НАН України,
директор Інституту технічної
теплофізики НАН України

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ І МЕТОДИ ТЕПЛОЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ В КОМУНАЛЬНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ

Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 5 жовтня 2022 року

У доповіді наведено найважливіші результати фундаментальних та прикладних наукових досліджень Інституту технічної теплофізики НАН України, спрямовані на створення енергоефективних технологій і обладнання для підвищення надійності та ефективності функціонування комунальної теплоенергетики України.

Шановний Анатолію Глібовичу!
Шановні члени Президії!

Сьогодні економічна ситуація в Україні ускладнена бойовими діями і воєнним станом, що має значний негативний вплив на роботу української енергетичної галузі. Через своє економічне, гуманітарне і геополітичне значення об'єкти енергетичної інфраструктури є особливо частими цілями російської армії. Проте українська енергосистема демонструє високу стійкість, а енергетики — надзвичайну професійність у забезпеченні стабільної роботи галузі навіть в умовах війни.

Станом на липень 2022 р. близько 4 % генеруючих потужностей зруйновано під час бойових дій, ще 35 % потужностей опинилися на окупованих територіях. Запорізьку АЕС зупинено. Загалом втрачено близько 50 % теплової електрогенерації, 30 % сонячної генерації та понад 90 % вітрогенерації. Від початку повномасштабного воєнного вторгнення РФ в Україну видобуток газу скоротився на 10–12 %. Не працює Кременчуцький нафтопереробний завод.

У комунальній теплоенергетиці України станом на липень пошкоджено або зруйновано 327 об'єктів, з яких одна ТЕС, 10 ТЕЦ (з них — 4 зруйновано повністю), пошкоджено 316 котелень, з яких принаймні 10 зруйновано повністю. Взимку передбачається критична ситуація з опаленням у шести областях (Донецька, Луганська, Запорізька, Херсонська, Миколаївська та Харківська).

Так, Кременчуцька ТЕЦ зазнала істотних руйнувань основного обладнання та будівельних споруд. Вартість її відновлення оцінюють у 500–800 млн грн. Без тепла залишаються близько 180 тис. осіб. Замість ТЕЦ пропонується побудувати дві газові котельні. На Чернігівській ТЕЦ є пошкодження основного обладнання, але вони не критичні. Основні проблеми пов'язані з відновленням окремих ділянок теплових мереж і теплопунктів. На сьогодні ТЕЦ частково відновила теплопостачання споживачів, однак роботи з усунення пошкоджень ще тривають. Пошкодження на Сумській ТЕЦ стосуються переважно електро-технічного обладнання — трансформатора та електропідстанції. Теплопостачання споживачів з 4 березня 2022 р. відбувається у штатному режимі. В Охтирці ТЕЦ повністю зруйновано. З огляду на те, що Охтирська ТЕЦ — єдиний постачальник теплової енергії і гарячої води для населення, бюджетних установ та інших організацій міста, цей об'єкт потребує повного відновлення до початку опалювального сезону 2022/2023. Очікується введення в дію нової котельні на біопаливі.

Загалом технічний стан системи централізованого теплопостачання є незадовільним. Насамперед це стосується теплових мереж, які дуже зношені, близько 40 % їх потребують заміни. Втрати теплової енергії в мережах сягають 20 %. Руйнування об'єктів унаслідок збройної агресії потребують подальшого детального дослідження. Вже зараз зафіксовано пошкодження сотень джерел теплової енергії, і це має вплив на всю систему теплопостачання населених пунктів.

Станом на червень 2022 р. прямі збитки, завдані інфраструктурі української енергетики та нафтогазовому сектору, за попередніми оцінками становлять 47 млрд грн (1,7 млрд дол. США). Тому сьогодні перед енергетичною та економічною науками стоїть завдання розробити аргументовані пропозиції щодо розвитку енергетики в умовах воєнного та післявоєнного періодів. Необхідним є впровадження в промисловість сучасних наукових розробок, перехід на нові технології і методи

теплоенергопостачання, забезпечення більш ефективного використання енергоресурсів та енергоносіїв. А для цього потрібно задіяти нові, ефективніші механізми застосування інноваційних нововведень.

Певні відповіді на зазначені виклики і проблеми дала Національна рада з відновлення України від наслідків війни у документі стратегічного характеру — проєкті Плану відновлення України на десятирічний період.

План відновлення України — це унікальний шанс не лише відшкодувати збитки, завдані війною, а й прискорити економічне зростання та підвищити якість життя в Україні.

Аналогічні питання ставилися й на засіданнях експертної ради при міністрові енергетики України, експертної групи з ринку теплової енергії при Міністерстві палива та енергетики України, експертної групи з теплопостачання громадської ради Міністерства розвитку громад та територій України, комітету підприємців у сфері енергоефективності при Торгово-промисловій палаті України. Учасниками та ініціаторами цих заходів були й науковці Інституту технічної теплофізики НАН України. Наш Інститут має договори про співпрацю з такими організаціями, як НАК «Нафтогаз України», КП «Київтеплоенерго», асоціація «Укрмашбуд», котлозаводи «Крігер» і «Волинь-Кальвіс», Українська асоціація печей та камінів, Біоенергетична асоціація України, а також корпорація «Маст-Іпра», до складу якої входять харківські підприємства ТОВ «Котло-турбопром» і ЦКБ котлобудівництва.

В Інституті було проведено розширене засідання вченої ради, на якому з доповідями про стан та функціонування комунальної теплоенергетики України у воєнний та післявоєнний періоди виступили провідні науковці. Вироблені пропозиції з цього питання ми подали до Президії НАН України. Реалізація розробок Інституту — нових технологій, енергоощадного обладнання та деяких нормативних заходів — може сприяти забезпеченню надійного функціонування комунальної теплоенергетики України.

Що ж конкретно ми пропонуємо?

1. Створити тимчасову управлінську вертикаль для вирішення нагальних питань в енергетичній сфері й теплопостачанні в особливий період, у тому числі для розроблення єдиної технічної політики, визначення першочергових потреб в обладнанні тощо.

2. Призупинити функціонування ринків природного газу та електроенергії в особливий період.

3. Спростити процедуру оформлення та погодження дозвільної документації на проекти в теплоенергетиці, а також стимулювати розроблення типових проектів для їх прямого масового використання на місцях.

4. У зв'язку з вимушеною міграцією населення оцінити реальні потреби міських споживачів у теплопостачанні на наступний опалювальний сезон.

5. Створити єдину базу доступних місцевих енергоресурсів для забезпечення діяльності теплопостачальних підприємств.

6. Для оцінки наявного потенціалу паливно-енергетичних ресурсів регіонів рекомендувати провести актуалізацію вже розроблених регіональних програм, а в разі їх відсутності або за наявності значних відмінностей у плані зміни енергетичних балансів, логістики тощо розробити нові регіональні програми.

7. Зробити акцент на енергоефективності як безальтернативному шляху розвитку.

8. Істотно збільшити частку відновлюваних джерел енергії і місцевих видів палива.

9. Започаткувати загальноукраїнську програму з відновлення і термомодернізації будівель.

Крім того, слід розглянути можливість ширшого впровадження перспективних технологій, зокрема спалювання вугілля із застосуванням циркулюючого киплячого шару (ЦКШ), використання енергоресурсів, насамперед місцевого походження, біомаси, торфу (в тому числі технологій переробки торфу на композиційне паливо з екстракцією гумінових речовин), застосування біогазу та водневих технологій. З огляду на наявний позитивний досвід широкого використання в системах централізованого теплопостачання у розвинутих країнах Європи та світу енергетичного

потенціалу твердих побутових відходів (ТПВ) доцільно активізувати роботу з реалізації проектів будівництва сміттєспалювальних заводів в Одесі, Тернополі, Львові та інших українських містах.

Річний технічно досяжний енергетичний потенціал біомаси в Україні становить в еквіваленті понад 28 млрд м³ природного газу.

Хочу звернути особливу увагу на торф, який є відновлюваним джерелом енергії. Поклади торфу в Україні оцінюють у понад 2 млрд т, що еквівалентно заміщенню 660 млрд м³ газу. В 1928 р. 35 % всієї енергії в Україні отримували з торфу, але потім йому на заміну прийшов дешевий газ. Крім того, аграрії вважають торф дуже якісним добривом і виступають проти його використання як палива. Проте добривом у торфі є, власне, гумінові речовини, які водонерозчинні, а тому використання торфу на кислих ґрунтах не має жодного сенсу. Ми розробили технологію, завдяки якій з торфу лужним розчином можна екстрагувати гумінові речовини і використовувати їх як добриво, а якщо потім до обробленого в такий спосіб торфу додати біомасу або тверді побутові відходи, отримуємо якісне композиційне паливо, теплота згоряння якого становить 15–17 МДж/кг. На цей вид палива ми розробили і затвердили ТУ, а на технологію (рис. 1) отримали патенти і продали ліцензію на неї у В'єтнамі.

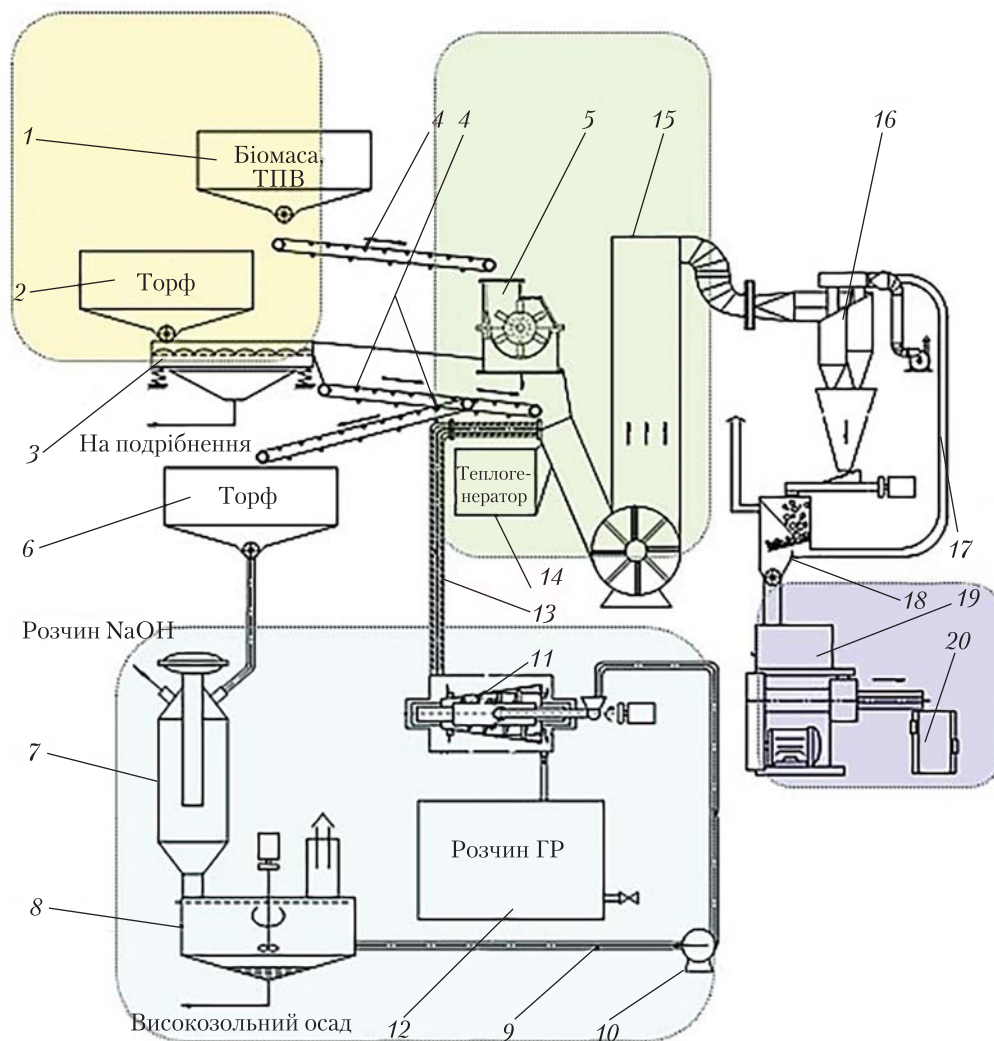
Технічно досяжний потенціал такого композиційного палива в разі впровадження його в Україні становить близько 1,6 млн т у.п., що еквівалентно заміщенню понад 1,0 млрд м³ природного газу.

Крім того, ми пропонуємо такі заходи:

- створити на базі кількох великих теплопостачальних підприємств, зокрема розташованих у західних та центральних регіонах України, резервні обсяги запасів основних елементів для оперативної заміни і відновлення профільного обладнання, щоб забезпечити стабільність його функціонування;

- скласти реєстр теплогенеруючого обладнання з переліком необхідного резервного устаткування і реєстр підприємств з виготовлення та ремонту котельного обладнання;

Рис. 1. Схема переробки торфу на паливо і добрива: 1 – бункер біомаси, ТПВ; 2 – бункер фрезерного торфу; 3 – грохот; 4 – транспортер; 5 – молоткова дробарка; 6 – бункер фрезерного торфу ділянки екстракції ГР; 7 – кавітаційний екстрактор; 8 – збірник пульпи; 9 – трубопровід; 10 – насос; 11 – центрифуга ОГШ; 12 – збірник розчину ГР; 13 – шнековий живильник; 14 – теплогенератор; 15 – сушарка аеродинамічна з млином; 16 – циклон; 17 – паропровід; 18 – бункер термовологісної обробки; 19 – прес ударний МБ-80; 20 – бункер готової продукції



- організувати склад стратегічного резерву, на якому зосередити, зокрема, пакети екранних труб та конвективні пакети для великих котлів потужністю 30, 50, 100, 180 Гкал/год, які забезпечують близько 70 % потреб споживачів у тепловій енергії, та довгомірних відрізків полімерних труб типових діаметрів для розподільних мереж тепlopостачання та гарячого водопостачання (такі попередньо ізольовані полімерні труби постачаються в бухтах довжиною до 300 м, що дозволяє оперативно перекидати зруйновані ділянки мереж та робити перетинки для перепідключення споживачів);

- рекомендувати виготовлення, закупівлю та впровадження типових мобільних (пересувних) контейнерних котельнь на твердому та рідкому (резервному) видах палива потужністю 1,0–6,0 МВт для забезпечення потреб у тепlopостачанні в екстремальних ситуаціях, а також на окремих об'єктах (будинки для переселенців).

Міністерство розвитку громад та територій України наприкінці вересня цього року звернулося до Інституту технічної теплофізики НАН України з проханням оцінити пропозиції постачальників модульних котельнь та дизельних генераторів за оптимальним спів-



Рис. 2. Співробітники Інституту технічної теплофізики НАН України передають військовим опалювально-варильні печі «Рекорд»



Рис. 3. Мобільний тепловий акумулятор потужністю 0,5 МВт



Рис. 4. Електричний твердотілий добовий теплоакумулятор на магнетитній кераміці

відношенням ціни і якості, можливістю їх швидкого монтажу та умовами використання, а також надати рекомендації щодо того, яка з пропозицій є найкращою в нинішній ситуації. Інститут не лише виконав прохання Міністерства, а й запропонував свої розробки опалювального обладнання.

Зокрема, в Інституті технічної теплофізики НАН України створено низку сучасних типів котлів для комунальної енергетики, таких як котел на біомасі потужністю 0,5 МВт, паливом для якого можуть бути тріска, деревні або комбіновані пелети, тверді побутові відходи; газовий котел з ККД 98 % і змінними пальниками, що дають змогу використовувати для спалювання біомасу замість природного газу. Ми також розробили опалювально-варильну піч «Рекорд», так звану «буржуйку», яка підтримує задану температуру (16–20 °С) в приміщенні площею до 40 м² за мінімальних витрат палива. Піч можна використовувати для приготування їжі, сушіння одягу та отримання електроенергії (12 В, до 100 Вт), якої достатньо для освітлення приміщення та заряджання мобільних телефонів (рис. 2).

З огляду на можливі проблеми з постачанням природного газу, а також зважаючи на інтеграцію української та європейської енергосистем, зокрема зняття балансових обмежень на виробництво електроенергії на АЕС України, доцільним може бути підвищення частки сучасних електротехнологій у теплозабезпеченні міст з використанням, наприклад, автономних електроопалювальних модулів у комплексі з тепловими акумуляторами, а також теплових насосів, які мають бути в оперативному управлінні міських теплопостачальних організацій. Це дозволить більше використовувати профіцитну нічну електричну енергію та сприятиме вирівнюванню добового графіка електричних навантажень.

В Інституті технічної теплофізики НАН України створено мобільний тепловий акумулятор на 0,5 МВт (рис. 3) для транспортування, акумуляції, передачі та збереження теплової енергії, постачання води, який працює в температурному діапазоні 95–35 °С протягом 10–12

год. Такий акумулятор можна застосовувати в теплоенергетиці, житлово-комунальному господарстві, у військовій сфері та при ліквідації надзвичайних ситуацій. Серед наших розробок є і невеликий за розмірами електричний твердотільний добовий теплоакумулятор на магнетитній кераміці (рис. 4) для опалення приміщень з тепловою потужністю 4–8 кВт, який забезпечує загальну економію енергії та грошових витрат на опалення до 60 %.

Однак найбільш ефективним на сьогодні обладнанням для застосування в комунальному господарстві є теплові насоси, адже завдяки використанню низькопотенційних джерел енергії (повітря, ґрунт, вода, стічні води тощо) на одиницю енергії, витраченої на привід теплового насоса, можна отримати 3–5 одиниць корисної теплоти. Вперше в Україні в нашому Інституті було розроблено і впроваджено в м. Краматорськ теплонасосну систему гарячого водопостачання потужністю 1,5 МВт (рис. 5). Ця установка, низькопотенційним джерелом енергії для якої були неочищені стічні води міста, мала коефіцієнт перетворення 3,6, що дозволяло заощаджувати щороку 1,5 млн м³ газу. Загалом технічно досяжний енергетичний потенціал від впровадження теплових насосів в Україні становить 31,3 млрд кВт·год/рік, що еквівалентно заміщенню понад 4,2 млрд м газу. Враховуючи нинішні ціни на природний газ та електрику, альтернативи тепловим насосам, на мою думку, немає.

З огляду на поглиблення інтеграційних процесів, пов'язаних зі вступом України до ЄС, постає необхідність у зменшенні залежності від викопних імпортованих енергоносіїв, а тому в післявоєнний період варто розглянути можливість використання геотермальної енергії для тепло- і холодозабезпечення та енерготехнологічних цілей.

Інститут технічної теплофізики НАН України був піонером у створенні схем використання геотермальних теплоносіїв. На сьогодні створено і впроваджено когенераційну геотермальну станцію для використання газонасичених термальних вод з газопоршневим двигуном (рис. 6), яка крім теплоти може ви-



Рис. 5. Теплонасосна система гарячого водопостачання потужністю 1,5 МВт в м. Краматорськ

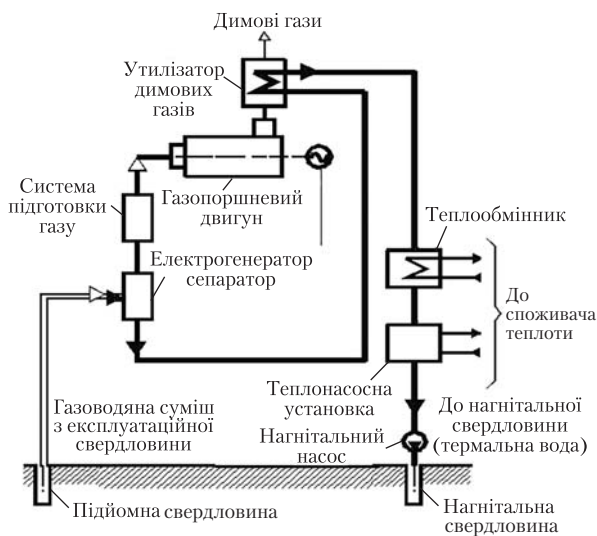


Рис. 6. Схема когенераційної геотермальної станції з газопоршневим двигуном для використання газонасичених термальних вод

робляти електроенергію. Доступний потенціал енергії геотермальних вод у 8 найбільш перспективних для впровадження областях України (Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Полтавська, Сумська, Харківська, Чернівецька і Чернігівська) становить близько 15,8 тис. ГВт·год на рік, що еквівалентно зменшенню споживання природного газу щороку



Рис. 7. «Розумний» індивідуальний тепловий пункт тепловою потужністю 250 кВт, оснащений електричними котлами

на 2,2 млрд м³. Теплова потужність станції — 0,76 МВт, електрична — 60 кВт, температура термальності води на гирлі свердловини — 64 °С.

Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), має скоординувати заходи для заохочення споживачів використовувати електроенергію. Це можуть бути пільгові тарифи на електроенергію, що використовується для загальнобудинкового опалення, обладнання будинків індивідуальними тепловими пунктами з електричними установками нагріву води та ін.

Ми розробили «розумний» індивідуальний тепловий пункт тепловою потужністю 250 кВт, оснащений електричними котлами (рис. 7). Він дозволяє ефективно регулювати теплоспоживання будинку, забезпечувати оптимальний режим системи опалення завдяки автоматизованому розподілу теплоносія і регулюванню його параметрів, а також реалізувати систему автономного електричного опалення з пере-

важно нічним споживанням електроенергії. Наявність електричних котлів різної потужності дає змогу не лише регулювати, а й генерувати теплоту незалежно від теплових розподільних мереж, що дуже важливо в разі аварій у магістральних та розподільних теплових мережах. Такий індивідуальний тепловий пункт дає реальну економію витрат теплової енергії за опалювальний період на 15–20 %.

Враховуючи можливі проблеми з постачанням природного газу в Україні, пропонуємо тимчасово заборонити надання дозволів на індивідуальне поквартирне тепlopостачання (встановлення котлів на природному газі), зменшити максимальну температуру й тиск теплоносія в тепломережах, знизити нормативну температуру внутрішнього повітря для опалюваних приміщень до 16–18 °С. Доцільно також запровадити систему електронної торгівлі твердим біопаливом (біопаливну біржу) із забезпеченням стандартів якості та гарантій постачання біопалива. Для оптимізації використання обмежених енергетичних ресурсів варто рекомендувати Міністерству розвитку громад та територій України скласти перелік/карту сильно пошкоджених або зруйнованих будівель та мікрорайонів, які в нинішньому опалювальному сезоні слід тимчасово відключити від опалення та гарячого водопостачання. У зонах такого відключення потрібно передбачити роботу цілодобових загальнодоступних локальних пунктів обігріву населення в холодний період.

Отже, сподіваємося, що в разі реалізації зазначених вище пропозицій та за сприятливих умов ми пройдемо цей важкий опалювальний сезон і доживемо до стабільного й безпечного енергетичного майбутнього.

Дякую за увагу!

За матеріалами засідання підготувала О.О. Мележик

Yuriy F. Snezhkin

Institute of Engineering Thermophysics
of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9049-3392>

NEW TECHNOLOGIES AND METHODS OF HEAT
AND POWER SUPPLY IN MUNICIPAL ENERGY

Transcript of scientific report at the meeting of the Presidium of NAS of Ukraine, October 5, 2022

The report presents the most important results of fundamental and applied scientific research of the Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine, aimed at creating energy-efficient technologies and equipment to increase the reliability and efficiency of the functioning of municipal thermal power sector in Ukraine.