

УДК 621.311.2:621.039

*А. А. Худенко, докт. техн. наук., проф.,*

*О. Ю. Свічар, канд. техн. наук, доц.,*

*М. Ф. Онищенко, інж.*

Київський національний університет  
будівництва і архітектури

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АЕС УКРАЇНИ В СИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

В даний час енергетика України працює з ряду причин в екстремальних умовах, серед яких низький рівень економічних і екологічних параметрів встановленого устаткування, недостатність електричних маневрених потужностей і резерву, гострий дефіцит органічного палива. Проблеми енергозабезпечення тісно пов'язані з національною безпекою країни через залежність від сусідніх країн по енергоресурсах. В останні роки до 40—42% електроенергії вироблено на атомних електростанціях (АЕС), а з введенням на Ровенській і Хмельницькій АЕС двох блоків перевищить 45%, однак власними первинними енергоресурсами Україна забезпечена на 42—45%, у тому числі вугіллям — на 80%, нафтою і газом — від 13 до 20%. Теплопостачання України суттєво впливає на формування паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) країни, тому що воно пов'язано з використанням до 40% палива, переважно імпортованого газомазутного, і значною мірою визначає екологічну обстановку міських поселень.

Екологічну небезпеку представляє і так називаний парниковий ефект, що полягає внаслідок значних викидів вуглекислого газу при спалюванні органічного палива, особливо в численних джерелах теплопостачання. При сучасному паливному балансі витрата кисню на спалювання палива приблизно в 5 разів перевершує його споживання населенням. Проблема викидів вуглекислого газу стала особливо важливою для України після приєднання до Кіотського протоколу про скорочення викидів парникових газів.

Розвиток енергетики України здійснюється згідно з прийнятою Верховною Радою України в 1996 році Національною енергетичною програмою України до 2010 року. За розпорядженням Президента України розпочата розробка із закінченням у 2002 році проекту Концепції енергетичної політики України до 2030 року, у якій, буде передбачена стабілізація розвитку атомної енергетики з наступним використанням реакторних установок нового покоління. Одним із шляхів зниження кризи в енергетиці України є використання діючих АЕС, для централізованого теплопостачання. У країнах з розвинутою атомною енергетикою практично на всіх діючих і споруджуваних АЕС передбачений відбір пари з турбін для теплопостачання переважно своїх житлових селищ. Досвід багаторічної експлуатації (від 15 до 35 років) таких систем теплопостачання з тепловими навантаженнями в основному до 300 Мвт показав надійність і безпеку їхньої роботи і технічну можливість створення великих систем централізованого теплопостачання (СЦТ) на базі АЕС. Розроблено в багатьох країнах, включаючи Україну, багато проектів СЦТ від АЕС, у тому числі реалізованих чи початих будівництвом.

Розглянемо результати оцінки ефективності і можливості використання існуючих АЕС України для централізованого теплопостачання, з урахуванням наступних вихідних даних.

- На діючих 4-х АЕС встановлено 15 блоків загальною електричною потужністю 13,88 млн кВт (з урахуванням початих будівництвом двох нових блоків на Хмельницькій і Рівненській АЕС).

- Транспорт теплоти від АЕС до споживачів (опалення) здійснюється в гарячій воді. Технічно можлива подача гарячої води на будь-які відстані (за аналогією з нафто- і газопроводами), а економічно ефективно в умовах України теплопостачання від АЕС у радіусі до 150 км. В ВАТ “Укренергопром” є досвід проектування СЦТ від Нововоронізьської і Кольської АЕС у радіусі до 80 км.

- Для далекого теплопостачання від АЕС обрані міста з населенням більше 100 тис чоловік при концентрованому тепловому навантаженні і з охопленням менших населених пунктів по трасі теплових мереж.

- Теплові навантаження міст визначалися на розрахункові періоди 2010 і 2030 років по генеральних планах, схемах і техніко-економічних доповідях теплопостачання з урахуванням узгодження місцевими органами влади.

- Капітальні вкладення в СЦТ на базі АЕС враховують вартість: транзитних мереж від АЕС до піково-резервних котелень (ПРК) і всіх

допоміжних об'єктів, реконструкції теплофікаційних установок і модернізації турбін на АЕС, переобладнання ПРК для роботи в піково-резервному режимі, за винятком витрат, що потрібні були б на збільшення потужностей існуючих джерел теплоти на органічному паливі (ОДТ) у містах при відмовленні від атомного теплопостачання.

- Практично у всіх містах, при теплофікації від АЕС, внутріміські теплові мережі — двотрубні закриті з температурним графіком 150—70 °С (температура прямої і зворотної мережної води). Існуючі на АЕС турбіни забезпечують цей температурний графік і в транзитних мережах із граничним нагріванням води до 160 °С, що вимагає прокладки великих діаметрів і кількості труб у протяжних мережах. У транзитних мережах при якісному регулюванні відпустки теплоти і наявності в ПРК змішувальних насосів (рисунок), застосовується “умовний” температурний графік з розрахунковою підвищеною температурою прямої мережної води (до 400 °С и більш) і відповідним значним зменшенням діаметрів і кількості труб.

Досліджено декілька програм створення СЦТ на базі АЕС. Та що **рекомендується** — технічно і практично найбільш реальна, у тому числі з урахуванням стану устаткування на АЕС і можливостей його використання.

На рисунку представлена принципова схема СЦТ на базі АЕС. Після створення атомних СЦТ шляхом прокладки транзитних теплових мереж від АЕС до діючих СЦТ, демонтуються ОДТ крім деяких піково-резервних котелень (ПРК).

За основний розрахунковий період прийнятий 2010 рік, що достатній по термінах будівництва СЦТ, реальний по основному обладнанню АЕС і перспективним тепловим навантаженням міст. Дослідження до 2030 р. суцільно оціночні. Вони дають загальне уявлення про ефективність розвитку теплопостачання від існуючих АЕС. У таблиці показано зниження витрати органічного палива і шкідливих викидів в атмосферу при теплопостачанні від АЕС замість ОДТ. Розрахунки підтвердили високу економічну ефективність створення СЦТ від АЕС. Наприклад, капітальні вкладення у транзитні теплові мережі, що складають 80—90% від загальних витрат на СЦТ від АЕС, окуповуються за 1,5—3 роки тільки за рахунок заміщення органічного палива ядерним і підвищення ефективності використання ядерного палива на АЕС при комбінованому виробленні електричної і теплової енергії (зниження собівартості електроенергії на 10—15%).

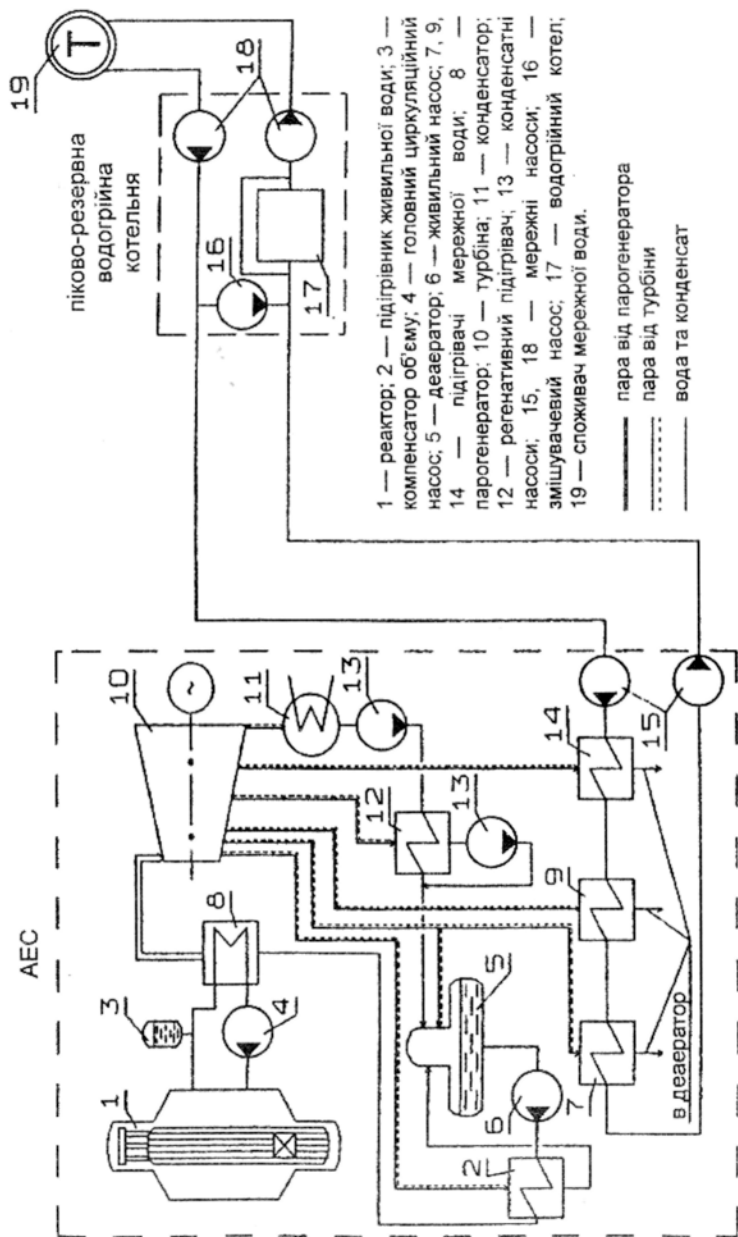


Рисунок. Технологiчна схема СЦТ вiд АЕС

Найменування СЦТ від АЕС	Показники за роки															
	2010							2030								
	річне зниження по видах							річне зниження по видах								
	витрати палива				шкідливих викидів в атмосферу, т				витрати палива				шкідливих викидів в атмосферу, т			
	газу, млн м <sup>3</sup>	мазуту, тис т	вугілля, тис т	тверді частки	окису сірки	окису вугле- цю	окису азоту	газу, млн м <sup>3</sup>	мазуту, тис т	вугілля, тис т	тверді частки	окису сірки	окису вугле- цю	окису азоту		
Запорізька	1470	210	230	16480	17230	2870	920	1890	250	290	19930	20720	3630	1320		
Хмельницька	440	90	10	520	3580	80	320	510	90	10	570	4260	90	380		
Рівненська	310	40	10	940	2110	160	190	390	40	10	990	2300	180	230		
Південно- Українська	440	50	20	1830	3170	320	280	530	60	30	2110	3660	360	270		
Разом в Україні	2660	390	270	19770	26090	3430	1710	3320	440	340	23600	30940	4260	2200		

Проведений аналіз дозволяє зробити наступні узагальнення:

- системами СЦТ від АЕС можливо і реально забезпечення до 2010 року теплових навантажень до 11 тис МВт, а до 2030 року — більше 13 тис МВт.

- у ПЕК України можливе зменшення витрати органічного палива вже до 2010 року до 4 млн т/рік, а до 2030 року — до 5 млн т/рік в умовному обчисленні, у тому числі більше 95% імпортованого газомазутного палива;

- у теплових районах міст, підключених до СЦТ від АЕС, різко знижуються річні викиди шкідливих речовин в атмосферу (на 96—99%), тому що в експлуатації залишаються тільки газові ПРК;

- міста, охоплені СЦТ від АЕС, розташовані на відстані 3—110 км, у тому числі більшість (10 з 13) — у межах 3—40 км;

- по економічній ефективності і всіх натуральних показниках найбільш ефективна теплофікація від ЗАЕС, для реалізації якої будуть потрібні відповідно найбільші капіталовкладення;

- найбільш простою по реалізації і по необхідних капіталовкладеннях з реальною можливістю створення ще до 2010 року є СЦТ на базі ХАЭС. Близькою по ефективності є СЦТ на базі РАЕС.

Керівництво ЗАЕС і АЕС підтримують першочергове використання своїх АЕС для теплофікації з метою підвищення ККД циклу і регульовальної можливості АЕС. Пропонується уточнити енергетичну програму України за рахунок створення СЦТ на базі АЕС. ПО “ЗАЕС” має у своєму розпорядженні власну будівельно-монтажну й експлуатаційну структури і вважає їх здатними забезпечити створення й експлуатацію СЦТ населених місць у зоні охоплення від АЕС. Керівництво РАЕС вважає за можливе порушити питання про першочергове створення СЦТ м. Сарни і побіжних споживачів теплоти від РАЕС.

Маються спеціальні розробки ряду організацій, у тому числі ВАТ “Турбоатом”, у яких показана можливість збільшення участі АЕС у добовому регулюванні електричного навантаження протягом року при організації теплопостачання на їхній базі. За рахунок цього відбувається зниження електричної потужності турбін до 8% сумарної потужності АЕС України. Використання акумулюючої здатності великих транзитних мереж і застосування при необхідності баків-акумуляторів теплоти дозволить використовувати ці потужності в регульовальному режимі роботи при постійному базовому завантаженні реакторних установок. При цьому збільшується ефективність роботи АЕС не тільки за рахунок теплопостачання, але і завдяки використанню електроенергії в нічний час для зарядки

теплових акумуляторів (мереж і баків). У транзитних мережах застосовуються труби, виготовлені за новою технологією з гарантованим терміном служби 30 років. Серед установлених на АЕС блоків 80% змонтовані в 1985—1996 роках, а два блоки ще знаходяться в будівництві. У світі більш 40 років працюють багато реакторів типу ВВЕР. Колективи Нововороніжської АЕС і теплотехнічного інституту (ВТІ — м. Москва) визначили можливість використання реакторів, що відробилюють свій ресурс, ВВЕР-440 як котельних установок для одержання гарячої води на опалення при зниженні тиску в корпусах до 1,2 МПа і продовженні терміну служби. У більш складному становищі фізично і морально застарілі ОДТ України, особливо споруджені ще в 40—50-х роках минулого сторіччя, а розвиток теплопостачання до 2030 року зажадає їхнього безумовного відновлення і розширення. Атомна енергетика при самій помірній програмі буде розвиватися до 2030 року насамперед на базі існуючих АЕС. У світлі викладеної програми використання існуючих АЕС для теплофікації є реальною на період до 2030 року.

## Висновки

1. Енергетика України працює в екстремальних умовах. Одна з причин — дефіцит органічного палива, особливо газомазутного, що є основним видом палива для теплопостачання. Численні джерела теплоти в містах забруднюють навколишнє середовище великою кількістю шкідливих викидів, у тому числі парниковими газами.

2. Накопичений у світі багаторічний (до 35 років) досвід створення й експлуатації атомних СЦТ із навантаженнями до 300 МВт і розробки частково реалізованих проєктів великих СЦТ із навантаженнями до 6000 МВт показали ефективність масштабного витиснення органічного палива при кардинальному поліпшенні екологічної обстановки.

3. В Україні є потреба і є база для створення атомних СЦТ, досвідчені і висококваліфіковані колективи діючих АЕС, підприємства по виготовленню труб і устаткування для транзитних мереж і СЦТ, а також модернізації турбін, наукові і проєктно-конструкторські організації для створення систем атомного теплопостачання.

4. Технічно і практично реальним є створення СЦТ на базі існуючих АЕС для теплопостачання 13-ти міст із тепловим навантаженням від 11000 МВт до 2010 року до 13000 МВт до 2030 року, з витисненням з ПЕК України 4—5 млн т у.п./рік і зниженням шкідливих викидів на 96—99%.

5. Крім економічного й екологічного ефекту, створення атомних СЦТ буде мати велике соціальне значення, дає змогу виключити залежність від кон'юнктури надходження і вартості імпортованого газомазутного палива, знизити собівартість електроенергії на АЕС (на 10—15%), збільшити тривалість роботи реакторів, підвищити регулювальні можливості АЕС.

6. Найбільш простим по реалізації, потрібним капіталовкладенням і можливості створення ще до 2010 року є СЦТ на базі Хмельницької АЕС.

7. Економічні і соціально-екологічні переваги атомної теплофікації від існуючих АЕС дадуть змогу залучити до фінансування будівництва кошти, приватних і закордонних інвесторів. Варто врахувати, що сьогоднішні проблеми в енергетиці, включаючи складнощі з оплатою за споживання електро- і теплоенергії, — явища тимчасові, а потреба в енергії — постійна.

### **Використана література**

1. Перспективы развития ГАЭС Украины / В. А. Осадчук, Ю. А. Ландау, С. И. Поташник и другие // Энергетика и электрификация, 2001. — № 1. — С. 2—10.

2. Ю. Г. Куцан, В. Д. Білодід. Щодо проекту концепції енергетичної програми України на період до 2030 долі // Энергетика й електрифікація, 2001. — № 3. — С. 2—15.