

Селіхов Ю.А., к.техн.н., професор, Горбунов К.О., к.техн.н., професор,  
Самойлов А.В., аспірант, Стасов В.А., магістр

## АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНИХ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

*Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків*

**Ключові слова:** нетрадиційні джерела енергії, відновлювані джерела енергії, сонячна енергія, геотермальна енергія, вітрова енергія, приливні та відливні джерела енергії, низькопотенційні джерела тепла, фотосинтез, хвилі, вітроенергетичні установки, геотермальна електростанція, гідроелектростанції.

**Постановка задачі.** Криза 70-х років змусила розвинуті держави підрахувати запаси традиційних джерел енергії та виявилось, що ці запаси не безмежні. Це призвело до необхідності шукати нові, і переважно відновлювані джерела енергії [1].

Найбільш корисним виявиться поєднання кількох видів енергії, одержуваної при згорянні кам'яного вугілля, сонячної теплової та фотоелектричної енергії, енергії вітру, атомного ядра, океану, енергії, що видобувається з біомаси, та деяких інших джерел. За існуючого рівня науково-технічного прогресу енергоспоживання може бути покрито лише за рахунок використання органічних палив (вугілля, нафта, газ), гідроенергії та атомної енергії. Однак, за результатами численних досліджень, органічне паливо в недалекому майбутньому може задовольнити запити світової енергетики лише частково. Решта енергопотреби може бути задоволена за рахунок інших джерел енергії – нетрадиційних та відновлюваних [2].

Відновлювані джерела енергії – це джерела на основі потоків енергії, що постійно існують або періодично виникають у навколишньому середовищі. Відновлювана енергія не є наслідком цілеспрямованої діяльності людини, і в цьому її відмінна ознака.

Невідновлювані джерела енергії – це природні запаси речовин та матеріалів. Енергія невідновлюваних джерел на відміну від відновлюваних перебуває у природі у зв'язаному стані та вивільняється внаслідок цілеспрямованих дій людини, які можуть бути використані людиною для виробництва енергії. Прикладом можуть бути ядерне паливо, вугілля, нафта, газ. Відповідно до резолюції № 33/148 Генеральної Асамблеї ООН (1978 р.) до нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії відносяться: сонячна, вітрова, геотермальна, енергія морських хвиль, припливів і океанів, енергія біомаси, деревини, деревного вугілля, торфу, тяглової худоби, сланців, бітумінозних пісковиків і гідроенергія. Класифікація НВДЕ представлена у табл. 1.

Потенційні можливості нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії становлять на рік:

- енергії Сонця - 2300 млрд. т ум. палива.;
- енергії вітру – 26,7 млрд. т ум. палива.;
- енергії біомаси – 10 млрд. ум. палива.;
- тепла землі – 40000 млрд. т ум. палива.;
- енергії малих річок – 360 млрд. т ум. палива.;
- енергії морів та океанів – 30 млрд. т ум. палива.;
- енергії вторинних низькопотенційних джерел тепла – 530 млрд. т ум. палива.

Таблиця 1

Джерела первинної енергії	Природне перетворення енергії	Технічне перетворення енергії	Вторинна споживана енергія
Земля    Сонце	Геотермальне тепло Землі	Геотермальна електростанція	Електрика
	Випаровування атмосферних опадів	Гідроелектростанції (напірні та вільнопотокові)	
	Рух атмосферного повітря	Вітроенергетичні установки	
	Морські течії	Морські електростанції	
	Рух хвиль	Хвильові електростанції	
	Танення льодів	Льодовикові електростанції	
	Фотосинтез	Електростанції на біомасі Фотоелектрика	
Планети	Припливи та відливи	Приливні електростанції	

Тому застосування поновлюваних джерел енергії у промисловості та агропромислому комплексі України є пріоритетним завданням.

**Мета роботи.** Запропоновано огляд застосування нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії у промисловості та агропромислому комплексі України. Для детального розгляду порівняємо характеристики енергосистем на відновлюваних та невідновлюваних джерелах енергії. Порівняння характеристик енергосистем на відновлюваних та невідновлюваних джерелах енергії представлено в таблиці 2.

Останнім часом найперспективнішою є сонячна енергетика. У сонячній енергії дві основні переваги. По-перше, її багато і вона належить до відновлюваних енергоресурсів: тривалість існування Сонця оцінюється приблизно 5 млрд. років. По-друге, її використання не спричиняє небажаних екологічних наслідків. Максимальна щільність потоку сонячного випромінювання на Землі досягає 1 кВт/м<sup>2</sup>.

Проте використанню сонячної енергії заважає низка труднощів. Хоча повна кількість цієї енергії величезна, вона неконтрольовано розсіюється. Щоб отримувати велику кількість енергії, потрібні колекторні поверхні великої площі. Крім того, постає проблема нестабільності енергопостачання: сонце не завжди світить. Навіть у пустелях, де переважає безхмарна погода, день міняється вночі. Отже, потрібні накопичувачі сонячної енергії. І нарешті, багато видів застосування сонячної енергії ще добре не апробовані і їх економічна рентабельність не підтверджена.

Таблиця 2 – Порівняння характеристик енергосистем на відновлюваних та невідновлюваних джерелах енергії

<b>Характеристики енергосистеми</b>	<b>На відновлюваних джерелах енергії</b>	<b>На невідновлюваних джерелах енергії</b>
Приклади джерела	Вітер, сонце, припливи	Вугілля, нафта, газ
Місцезнаходження	Навколишнє природне середовище	Зосереджені родовища
Природна форма існування	Потоки енергії	Потенційна, пов'язана енергія
Початкова інтенсивність	Низька інтенсивність, розсіяна енергія із щільністю 300 Вт/м <sup>2</sup> і менше	Висока інтенсивність до 100 кВт/м <sup>2</sup> і вище
Час виснаження	Нескінченне	Кінцеве
Вартість споживаної енергії	Безкоштовно	Безперервно зростає, (понад 0,01 дол. США за 1 кВт·г )
Вартість обладнання	Висока, приблизно 2000 дол. За 1 кВт встановленої потужності	Середня, приблизно 500 дол. за 1 кВт
Стабільність та керованість	Стабільність вихідної потужності низька, найкращий метод управління – керування навантаженням із прямим зв'язком	Стабільність висока, найкращий метод управління – управління витратою зі зворотним зв'язком
Обмеження для використання	Особливості місцевих умов та попиту на енергію	Без обмежень
Розміри	Невеликі системи економічні, у великих виникають труднощі	Великі системи зазвичай краще
Наукові основи використання джерел	Широкий діапазон різних галузей науки і техніки, у тому числі біологічної та сільськогосподарської науки	Вузький діапазон, в основному електротехніка та механіка
Області застосування	Сільськогосподарське виробництво, гаряче водопостачання та опалення побутових підсобок промислових підприємств та приватних домоволодінь	Промисловість
Безпека експлуатації	Під час роботи є небезпечні зони, у вимкненому стані зазвичай безпечні	Без спеціальних заходів захисту небезпека висока, особливо при холостому режимі
Автономність	Самозабезпечені джерелами енергії	Залежить від постачання палива
Вплив на довкілля	Зазвичай невелика, особливо на невеликих установках	Як правило навколишнє середовище забруднюється, особливо повітря та вода
Естетичність	Зазвичай досить естетичні, хоча можливі винятки	Естетичні лише порівняно невеликі установки

Розглянемо активні системи сонячного теплопостачання, тобто. системи, в яких за допомогою спеціального обладнання здійснюється регульоване поглинання, акумулювання та розподіл сонячного тепла. У цих системах теплоносії нагрівається в сонячних колекторах, тепло передається від колектора до акумулятора і потім у приміщення [4–7]. Існують системи, у яких застосовується не теплоносії, а пересувна теплоізоляція. Майже у всіх працюючих системах використовують плоскі сонячні колектори, акумулятор тепла, ємність якого достатня для обігріву будівлі протягом одного зимового дня, і джерело енергії, що дублює, наприклад котел, що працює на органічному паливі. Більшість існуючих систем сонячного теплопостачання є рідинними або повітряними системами.

Розглянемо роботу рідинної системи сонячного теплопостачання. У цій системі в якості теплоносія використовують рідину (найчастіше воду або розчин антифризу), а в якості акумулюючого середовища – воду. Перетворення падаючої сонячної радіації на теплову енергію здійснюється в плоских сонячних колекторах. Ця енергія акумулюється в баку-акумуляторі за рахунок теплоємності рідини і використовується при необхідності для забезпечення теплового навантаження опалення та гарячого водопостачання. Якщо колектори не дренують вночі і в похмуру погоду, то в якості теплоносія у контурі колектора використовують розчин антифризу, щоб уникнути замерзання. У цьому випадку колектор і акумулятор зазвичай розділяють проміжним теплообмінним апаратом, що вигідніше, ніж застосування розчину антифризу в якості акумулюючого середовища. Для передачі тепла від акумулятора до будівлі використовують водоповітряний теплообмінний апарат, а від акумулятора до системи гарячого водопостачання будинку – додатковий водо-водяний теплообмінний апарат. Система гарячого водопостачання включає бак попереднього нагріву, в якому вода підігрівается за рахунок сонячного тепла і потім подається в звичайні водонагрівачі. В якості дублюючого джерела енергії використовують звичайний котел, який забезпечує опалення в тих випадках, коли запас енергії в баку-акумуляторі виснажується. У комплект обладнання системи сонячного теплопостачання входять регулятори, запобіжні клапани, насоси та трубопроводи.

Розглянемо роботу повітряної системи сонячного теплопостачання. Повітря нагрівається в плоскому сонячному колекторі і подається або в приміщення або в гальковий акумулятор. Енергія акумулюється в шаровій насадці, яка нагрівається гарячим циркуляційним повітрям. Вночі або в похмуру погоду, коли надходження сонячної радіації недостатнє для забезпечення теплового навантаження, повітря проходить через нагріту гальку в акумуляторі і надходить у приміщення. При виснаженні запасу тепла повітря акумулятора додатково підігрівается в котлі. Енергія, необхідна для нагрівання води на побутові потреби, як і рідинних системах, підводиться шляхом теплообміну між нагрітим в колекторі повітрям і водою з бака попереднього підігріву. За потреби ця вода додатково підігрівается звичайним водонагрівачем. У літній період немає потреби акумулювати енергію, тому в цій системі передбачається байпасна лінія.

Основним елементом систем сонячного опалення та гарячого водопостачання є плоский колектор. Принцип його дії простий. Більшість сонячної радіації, що падає на колектор, поглинається поверхнею, яка є «чорною» по відношенню до сонячного випромінювання. Частина поглиненої енергії передається рідини, що циркулює через колектор, а решта втрачається в результаті теплообміну з довкіллям. Тепло, що носить рідину, являє собою корисне тепло, яке або акумулюється, або використовується для покриття опалювального навантаження. Основні елементи колектора такі: пластина, що поглинає, з металу з припаяними до неї трубами, в якому протікає теплоносії; або гнучкий полімерний чорного кольору панчоха-колектор [8–9] з чорним покриттям, що не відбиває, що забезпечує максимальне поглинання сонячного випромінювання; труби або канали якими циркулює теплоносії; теплова ізоляція днища та бічних кромek плас-

тини; один або кілька повітряних проміжків, розділених прозорими покриттями для теплоізоляції пластини зверху; корпус, що забезпечує довговічність та стійкість до впливу погодних факторів. Прозоре покриття зазвичай роблять із скла. Скло має чудову стійкість до атмосферних впливів і хороших механічних властивостей. Поряд зі склом застосовують полімерні та пластмасові матеріали [10] (полікарбонати). Плоский колектор поглинає як пряме, так і дифузне випромінювання. Пряме випромінювання викликає відкидання тіні предметом, що освітлюється сонцем. Дифузне випромінювання відбивається і розсіюється хмарами та пилом, перш ніж досягає поверхні землі; на відміну прямого випромінювання воно призводить до утворення тіней. Плоский колектор зазвичай встановлюють нерухомо на будівлі. Його орієнтація залежить від розташування та пори року, протягом якого має працювати сонячна енергетична установка. Плоский колектор забезпечує низькопотенційне тепло, необхідне нагрівання води та опалення приміщення. Орієнтація колектора вплине на пропускну здатність прозорих покриттів і поглинальну здатність пластини колектора або гнучкого полімерного колектора, оскільки обидві ці величини залежать від кута падіння сонячної радіації. Для систем сонячного опалення оптимальною є південна орієнтація (у північній півкулі) при куті нахилу колектора до горизонту, що на  $10\text{--}15^\circ$  перевищує широту місцевості. Для систем гарячого водопостачання, коли теплове навантаження практично однакова протягом року, оптимальний кут нахилу приблизно дорівнює широті [11].

Плоскі сонячні колектори використовують зазвичай у системах, де рівень нагріву теплоносія не перевищує  $80\text{--}90^\circ\text{C}$ . Для нагрівання до вищих температур використовують вакуумні колектори. В них абсорбуюча поверхня відокремлена від навколишнього середовища вакуумованим простором, що дозволяє значно зменшити втрати теплоти в навколишнє середовище за рахунок виключення теплопровідності та конвекції. При цьому втрати випромінюванням значною мірою пригнічуються застосуванням селективних покриттів, поглинання яких набагато вище, ніж випромінювання [12]. Вакуумні колектори дозволяють нагрівати теплоносії до  $120\text{--}150^\circ\text{C}$ . Щоб підвищити температуру нагрівання теплоносія в сонячному колекторі ще вище, на променепоглинаючу поверхню абсорбера спрямовується концентрований пучок сонячних променів. Фокусування потоку променистої енергії на об'єкті з меншою площею здійснюється за допомогою дзеркал чи лінз. Зазвичай дзеркала виготовляють із полірованого металу з високою відбивною здатністю, тобто з малим значенням ступеня чорноти. Для концентрації сонячних променів можуть бути використані двоопуклі, плоскопуклі, опукло-увігнуті лінзи і лінзи Френеля. Такі лінзи виготовляються зі скла чи прозорої пластмаси. Застосовують концентратори зазвичай на сонячних електростанціях або сонячних плавильних печах, де домагаються підвищення температури на абсорбері до  $500\text{--}1000^\circ\text{C}$ .

Добова періодичність надходження сонячної радіації змушує шукати способи акумулювання отриманого від Сонця тепла для того, щоб використовувати це тепло потім відповідно до графіка споживання для побутових та виробничих цілей. Наприклад, максимум сонячної радіації припадає на полудень, а потреба у гарячій воді та електроенергії досягає максимуму у вечірні години. Також не відповідають і сезонні можливості та потреби. Влітку, коли сонячне випромінювання найбільше, потреба в опаленні відсутня, а взимку все навпаки. Тому надлишок тепла, що надходить, намагаються акумулювати, щоб при недостатньому надходженні його від Сонця поповнювати тепловий потік за рахунок запасеного тепла. Як акумулятор тепла застосовуються регенеративні теплообмінники, які працюють завжди в циклічному режимі, чергуючи нагрівання проміжного теплоносія (а значить, і деякий запас тепла) з його подальшим охолодженням і віддачею тепла, що акумулюється. Залежно від тривалості робочого циклу розрізняють годинні, добові та сезонні акумулятори теплоти. Розрізняються вони і за температурним діапазоном: у системах повітряного опалення температура акумуля-

тора приблизно 30 °С, у системах гарячого водопостачання 45–60 °С, у системах водяного опалення – до 90 °С, а на геліоелектростанціях вона може досягати і 150 °С [13].

Оснащення систем теплопостачання сонячними установками здатне суттєво зменшити витрати тепла, а значить і палива, на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання. Такі системи відрізняються великою різноманітністю конструкцій, але здебільшого складаються з розглянутих вище агрегатів з додаванням вітроелектрогенераторів і теплових насосів.

Нами виконано аналіз технічних можливостей різних типів сонячних установок, що вже працюють, вивчені матеріали, що застосовуються у цих установках. В основному пропонуються розроблені нові технологічні схеми теплоенергетичних установок, до яких входять: двоконтурна сонячна установка для гарячого водопостачання, геотермальний тепловий насос для опалення будівель та вітроелектрогенератор для електропостачання з цілодобовим комп'ютерним керуванням [14–16].

**Висновки.** На практиці рідинні системи зустрічаються частіше, ніж повітряні, за рахунок того, що рідина має переваги як теплоносії та теплоакumuлюючий матеріал. Тому в будь-якій системі сонячного теплопостачання має бути передбачена звичайна опалювальна установка (тепловий дублер). Виграш за такої комбінації джерел енергії досягається у тому випадку, коли вартість заощадженого палива перевищує зростання капіталовкладень у сонячне обладнання. Введення в експлуатацію таких геліоустановок покращує екологічну ситуацію в районі споживання теплової енергії за рахунок зниження обсягів викидів забруднюючих речовин, до яких належать продукти згоряння традиційних видів енергії – органічного палива, що використовується для виробництва теплової енергії в котельному устаткуванні. При цьому для виробництва теплової енергії, яка використовується для нагрівання теплоносія з 8 до 90 °С, витрачається відповідна кількість органічного палива, яке має свою вартість.

#### Література

1. Городов Р.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев. – 1-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 294 с.
2. Фаренбрух А., Бьюб Р. Солнечные элементы: Теория и эксперимент / Пер. с англ. Под ред. М.М. Колтуна. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 280 с.
3. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии / Пер с англ. – М.: Энергоатомиздат. 1990. – 392 с.
4. Селихов Ю.А., Коцаренко В.А., Горбунов К.А., Рябова И. Б. Интеграция и оптимизация работы системы отопления коттеджа. – Харьков, ИТЕ №3, 2017, С. 15–20.
5. Selikhov Yu/A., Jiří Jaromír Klemeš, Petro Kapustenko, Olga Arsenyeva / The study of flat plate solar collector with absorbing elements from a polymer material / Energy Volume 256, 1 October 2022, 124677.
6. Селихов Ю.А., Горбунов К.О., Стасов В.А. / Інтеграція роботи поновлюваних джерел енергії для гарячого водопостачання та опалювання будівель // Щоквартальний науково-практичний журнал. – Харків : НТУ «ХПІ», ІТЕ №4 2021, С. 3–12.
7. Yuriy A. Selikhov, Victor A. Kotsarenko, Jiří J. Klemeš, Petro O. Kapustenko / The Performance of Plastic Solar Collector as Part of Two Contours Solar Unit. / CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS VOL. 70, 2018, С. 2053–2058, Copyright © 2018, AIDIC Servizi S.r.l.
8. Геліоводонагрівник. Патент України № 75178, Бюл.№ 3, 2006.
9. Полімерна композиція. Патент України № 72078 А, Бюл.№ 1, 2005.

10. Селіхов Ю.А., Коцаренко В.А., Гапонова Е.А., Рябова І.Б. Інтеграція теплообмена світлопрозорних покриттів в сонячній енергетиці Вісник НТУ «ХПІ» 2018, № 39 серія: хімія, хімічна технологія та екологія.– С. 35–38.
11. Даффи Дж., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. – М.: Мир,– 1977.– 420 с.
12. Теплоэнергетика и теплотехника: Справочник. Кн.2: Теоретические основы теплотехники. Теплофизический эксперимент. – М.: МЭИ. 2001. – 564 с.
13. Ляшков В.И. Кузьмин С.Н. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. – 96 с.
14. Селихов Ю.А., Ведь В.Е., Бухкало С.И., Костин В.М. Конструкционные особенности увеличения эффективности работы гелиоустановок. Экотехнологии и ресурсосбережение.– Киев: Типография НАН Украины, № 3, 2004.– С. 70–75.
15. Селіхов Ю.А., Коцаренко В.О., Горбунов К.О., Россихин В.В. Інтеграція теплоенергетичної установки на поновлюваних джерелах енергії. Щоквартальний науково-практичний журнал. – Харків : НТУ «ХПІ», – ІТЕ №1 2020, С. 58–66.
16. Селіхов Ю.А., Горбунов К.О. Інтеграція роботи теплоенергетичної установки Щоквартальний науково-практичний журнал. – Харків : НТУ «ХПІ», 2023. – ІТЕ №1. – С. 62–68.

Bibliography (transliterated)

1. Horodov R.V. Netradytsyonnye y vozobnovliaemye ystochnyky enerhyy: uchebnoe posobyе / R.V. Horodov, V.E. Hubyn, A.S. Matveev. – 1-e yzd. – Tomsk: Yzd-vo Tomskoho polytekhnycheskoho unyversyteta, 2009. – 294 p.
2. Farenbrukh A., Biub R. Solnechnye elementy: Teoryia y eksperyment / Per. s anhl. Pod red. M.M. Koltuna. – М.: Enerhoatomyzdat, 1987. – 280 p.
3. Tvaiddell Dzh., Ueir A. Vozobnovliaemye ystochnyky enerhyy / Per s anhl. – М.: Enerhoatomyzdat. 1990. – 392 p.
4. Selykhov Yu.A., Kotsarenko V.A., Gorbunov K.A., Riabova Y. B. Yntehratsyia y op-tymyzatsyia raboty systemy otoplenyia kottedzha. – Kharkov, ITE.– 2017.– №3.– P. 15–20.
5. Selikhov Yu.A., Jiri Jaromir Klemes, Petro Kapustenko, Olga Arsenyeva / The study of flat plate solar collector with absorbing elements from a polymer material // Energy Volume 256, 1 October 2022, 124677.
6. Selikhov Yu.A., Gorbunov K.O., Stasov V.A. / Intehratsiia roboty ponovliuvanykh dzherel enerhii dlia hariachoho vodopostachannia ta opaliuvannia budivel // Shchokvartalnyi naukovo-praktychnyi zhurnal. – Kharkiv : NTU «KhPI», ITE.– 2021.– №4, P. 3–12.
7. Yuriy A. Selikhov, Victor A. Kotsarenko, Jiri J. Klemes, Petro O. Kapustenko / The Performance of Plastic Solar Collector as Part of Two Contours Solar Unit. / CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS VOL. 70, 2018, S. 2053–2058, Copyright (c) 2018, AIDIC Servizi S.r.l.
8. Heliovodonahrivnyk. Patent Ukrainy № 75178, Biul.№ 3, 2006.
9. Polimerna kompozytsiia. Patent Ukrainy № 72078 A, Biul.№ 1, 2005.
10. Selikhov Yu.A., Kotsarenko V.A., Haponova E.A., Riabova Y.B. Yntehratsyia tep-loobmena svetoprozrachnykh pokrytyi v solnechnoi enerhetyke Visnyk NTU «KhPI» 2018, № 39 seriia: khimiia, khimichna tekhnolohiia ta ekolohiia.– P. 35–38.
11. Daffy Dzh., Bekman U.A. Teplovyе protsessy s yspolzovanyem solnechnoi enerhyy. – М.: Myr,– 1977.– 420 p.
12. Теплоенергетика y теплотехника: Spravochnyk. Кн.2: Teoreticheskye osnovy teplotekhniky. Teplofyzicheskyi eksperyment. – М.: MEY. 2001. – 564 p.

13. Liashkov V.Y., Kuzmyn S.N. *Netradytsyonnye y vozobnovliaemye ystochnyky enerhyy: Uchebnoe posobyе.* – Tambov: Yzd-vo Tamb. hos. tekhn. un-ta, 2003. – 96 p.

14. Selykhov Yu.A., Ved V.E., Bukhhalo S.Y., Kostyn V.M. *Konstruktsyonnye osobennosti uvelycheniya effektivnosti raboty helyoustanovok. Ekotekhnolohyy y resur-soberezheniye.*– Kyev: Typohrafiya NAN Ukrainy, № 3, 2004.– P. 70–75.

15. Selikhov Yu.A., Kotsarenko V.O., Gorbunov K.O., Rossykhyn V.V. *Intehratsiia teploenerhetychnoi ustanovky na ponovliuvanykh dzherelakh enerhii. Shchokvartalnyi nau-kovo-praktychnyi zhurnal.* – Kharkiv : NTU «KhPI», – ITE №1 2020, P. 58–66.

16. Selikhov Yu.A., Gorbunov K.O. *Intehratsiia roboty teploenerhetychnoi ustanovky Shchokvartalnyi naukovopraktychnyi zhurnal.* – Kharkiv : NTU «KhPI», 2023. – ITE №1. – P. 62–68.

УДК 662.997

Селіхов Ю.А., к.техн.н., професор, Горбунов К.О., к.техн.н., професор,  
Самойлов А.В., аспірант, Стасов В.А., магістр

### **АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНИХ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

Структура світового енергогосподарства склалася так, що 80 % споживаної електроенергії виходить при спалюванні палива на електростанціях, де хімічна енергія палива перетворюється спочатку на теплоту, теплота на роботу, а робота на електрику. Відчутний відсоток дає і гідроенергетика (близько 15 %), решта покривається іншими джерелами, переважно атомними електростанціями. Потреби людини зростають, людей стає дедалі більше і це викликає величезні обсяги виробництва енергії та темпи зростання її споживання. Сьогодні традиційні джерела енергії (різні палива, гідроресурси) та технології їх використання вже не здатні забезпечувати необхідний рівень енергоозброєності суспільства, бо це джерела, які не поновлюються. І хоча розвідані запаси природних палив дуже великі, проблема виснаження природних комор за нинішніх і прогнозованих темпів їхньої розробки перетворюється на реальну і недалеку перспективу. Вже сьогодні низка родовищ через виснаження виявляється непридатною для промислової розробки, і за нафтою і газом, наприклад, доводиться йти на важкодоступні, віддалені території, океанські шельфи тощо. Прогноз доводить, що при збереженні нинішніх обсягів і темпів зростання енергоспоживання у 5–7 % запаси органічних палив повністю вичерпаються через 70–150 років. Іншим фактором, що обмежує значне збільшення обсягів вироблення енергії за рахунок спалювання палив, є все зростаюче забруднення навколишнього середовища відходами енергетичного виробництва. Ці відходи значні за масою і містять велику кількість різних шкідливих компонентів. Ось звідки кислотні дощі, зникнення озону, отруєння сільгоспугідь та водойм. Причому природа вже не в змозі природними фізико-хімічними та мікробіологічними способами переробити ці забруднення та самовідновитись.

У ядерній енергетиці виникають екологічні проблеми іншого роду. Вони пов'язані з необхідністю виключити попадання ядерного пального у навколишнє середовище та надійно поховати ядерні відходи, що за сучасного розвитку техніки і технологій пов'язані з великими труднощами.

Не менш шкідливим є і теплове забруднення навколишнього середовища, здатне призвести до глобального потепління клімату Землі, танення льодовиків та підвищення рівня світового океану.



У світлі вище викладеного все більш актуальним стає широке практичне використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, які є ще й екологічно чистими, які не забруднюють довкілля.

У статті коротко представлено аналітичний огляд сучасних нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.

**Ключові слова:** нетрадиційні джерела енергії, відновлювані джерела енергії, сонячна енергія, геотермальна енергія, вітрова енергія, приливні та відливні джерела енергії, низькопотенційні джерела тепла, фотосинтез, хвилі, вітроенергетичні установки, геотермальна електростанція, гідроелектростанції.

Селихов Ю.А., к.техн.н., професор, Горбунов К.А., к.техн.н., професор,  
Самойлов А.В., аспірант, Стасов В.А., магістр

### **АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Структура мирового энергохозяйства сложилась так, что 80 % потребляемой электроэнергии получается при сжигании топлива на электростанциях, где химическая энергия топлива превращается сначала в тепло, теплота в работу, а работа в электричество. Ощутимый процент дает и гидроэнергетика (около 15 %), остальное покрывается другими источниками, в основном атомными электростанциями. Потребности человека растут, людей становится все больше и это вызывает гигантские объемы производства энергии и темпы роста ее потребления. Сегодня традиционные источники энергии (различные топлива, гидроресурсы) и технологии их использования уже не способны обеспечивать требуемый уровень энерговооруженности общества, потому что это невозобновляемые источники. И хотя разведанные запасы природных топлив очень велики, проблема истощения природных кладовых при нынешних и прогнозируемых темпах их разработки переходит в реальную и недалекую перспективу. Уже сегодня ряд месторождений из-за истощения оказывается непригодным для промышленной разработки, и за нефтью и газом, например, приходится идти на труднодоступные, отдаленные территории, на океанские шельфы и т. п. Прогноз доказывает, что при сохранении нынешних объемов и темпов роста энергопотребления в 5–7 % запасы органических топлив полностью иссякнут через 70–150 лет.

Другим фактором, ограничивающим значительное увеличение объемов выработки энергии за счет сжигания топлив, является все возрастающее загрязнение окружающей среды отходами энергетического производства. Эти отходы значительны по массе и содержат большое количество различных вредных компонентов. Вот откуда кислотные дожди, исчезновение озона, отравление сельхозугодий и водоемов. Причем природа уже не в состоянии естественными физико-химическими и микробиологическими способами переработать эти загрязнения и самовосстановиться.

В ядерной энергетике возникают экологические проблемы другого рода. Они связаны с необходимостью исключить попадание ядерного горючего в окружающую среду и надежным захоронением ядерных отходов, что при современном уровне развития техники и технологий связано с большими трудностями.

Не менее вредным является и тепловое загрязнение окружающей среды, способное привести к глобальному потеплению климата Земли, таянью ледников и повышению уровня мирового океана.

В свете выше изложенного все более актуальным становится широкое практическое использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, которые являются еще и экологически чистыми, не загрязняющими окружающую среду.

В статье кратко представлен аналитический обзор современных нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

**Ключевые слова:** нетрадиционные источники энергии, возобновляемые источники энергии, солнечная энергия, геотермальная энергия, ветровая энергия, приливные и отливные источники энергии, низкопотенциальные источники тепла, фотосинтез, волны, ветроэнергетические установки, геотермальная электростанция, гидроэлектростанция.

Selikhov Yu.A., Gorbunov K.A., Samoilov A.V., Stasov V.A.

## **ANALYTICAL REVIEW OF MODERN NON-CONVENTIONAL ENERGY SOURCES**

The structure of the world energy economy has developed in such a way that 80 % of the electricity consumed is obtained by burning fuel at power plants, where the chemical energy of the fuel is first converted into heat, heat into work, and work into electricity. Hydro-power also provides a significant percentage (about 15 %), the rest is covered by other sources, mainly nuclear power plants. Human needs are growing, there are more and more people, and this causes gigantic volumes of energy production and growth rates of its consumption. Today, traditional energy sources (various fuels, hydro resources) and technologies for their use are no longer able to provide the required level of energy availability of society, because these are non-renewable sources. And although the explored reserves of natural fuels are very large, the problem of depletion of natural reserves at the current and projected rates of their development is moving into a real and near future. Even today, a number of fields, due to depletion, turn out to be unsuitable for industrial development, and for oil and gas, for example, one has to go to hard-to-reach, remote territories, to ocean shelves, etc. The forecast proves that while maintaining the current volumes and growth rates of energy consumption at 5–7 %, fossil fuel reserves will completely run out in 70–150 years. Another factor limiting a significant increase in energy production through fuel combustion is the ever-increasing environmental pollution from energy production waste. These wastes are significant in mass and contain a large number of various harmful components. This is where acid rain comes from, the disappearance of ozone, the poisoning of farmland and water bodies. Moreover, nature is no longer able to process these pollution and self-repair by natural physico-chemical and microbiological methods.

In nuclear power, environmental problems of a different kind arise. They are associated with the need to exclude the ingress of nuclear fuel into the environment and the reliable disposal of nuclear waste, which, with the current level of development of technology and technology, is associated with great difficulties.

No less harmful is the thermal pollution of the environment, which can lead to global warming of the Earth's climate, melting of glaciers and rising sea levels.

In the light of the above, the widespread practical use of non-traditional and renewable energy sources, which are also environmentally friendly and do not pollute the environment, is becoming increasingly relevant.

The article briefly presents an analytical review of modern non-traditional and renewable energy sources.

**Keywords:** alternative energy sources, renewable energy sources, solar energy, geothermal energy, wind energy, tidal and tidal energy sources, low-grade heat sources, photosynthesis, waves, wind turbines, geothermal power plant, hydroelectric power plants.