

УДК 620

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Шаповал С.П., Венгрин І.І.

Національний університет «Львівська політехніка»

Проаналізовано надходження сонячної радіації у перспективі експлуатації геліоустановок на території України, як альтернативних джерел енергії, що дозволить відмовитись від традиційних джерел вироблення енергії, які базуються на органічному паливі.

**Ключові слова:** сонячна енергія, геліоустановки, сонячна радіація.

**Постановка проблеми.** Як відомо, головним недоліком традиційних джерел енергії є негативний вплив на навколишнє середовище, а також вони є обмеженими у часі. Україна в останні роки відчула зростання цін на природний газ і нафтопродукти. Враховуючи економічний спад України у 2014 році необхідно знайти альтернативу цим проблемам. Ефективним шляхом для вирішення цього є запровадження енергоощадних заходів на території України або(і) державна підтримка на використання у недалекому майбутньому альтернативних відновлювальних джерел енергії. Використання відновлювальних джерел енергії збільшить енергоресурси України, а також забезпечить екологічну чистоту, соціальний та економічний розвиток. Одним з найперспективніших на сьогодні джерелом відновлюваної енергії є енергія сонця.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ефективності та доцільності використання сонячної енергії присвячено багато робіт [2, 3, 4, 5]. Вагомі результати отримано в Інституті фізики напівпровідників НАН України, у Київському, Одеському, Ужгородському та Чернівецькому університетах, на деяких промислових підприємствах («Пілар», «Afros», «Квазар»), тощо. Завдяки зусиллям науковців вартість сонячних елементів вдалося довести до 0,5-1,1 євро за ват потужності. Завдяки їхній праці ціна сонячних систем порівняно за чверть століття зменшилась в 20 разів. Всі однозначно стверджують, що застосування в Україні альтернативних джерел енергії, передусім, сонячної енергетики, без сумніву принесе користь [1].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Використання сонячної енергії залежить, насамперед, від географічного положення території, а від рівня сонячної радіації буде залежати ефективність сонячних установок. Тому необхідно проаналізувати перспективність використання сонячної радіації у різних областях території України залежно від їх географічного розташування, хмарності та періоду року.

**Метою даного дослідження** є аналіз кількості сумарної сонячної радіації в умовах середньої хмарності на широтах України та перспективність використання цієї енергії на території України.

**Виклад основного матеріалу.** Відомо, що ідея використання сонячної енергії зародилась давно, але її розвиток не відбувався через недостатню ефективність сонячних систем. Проте в умовах 21 ст. сонячні установки є досить перспективними та економічно доцільними. В Україні виділяють безліч факторів, які стримують розвиток даної галузі. По-перше, паливно-енергетичний комплекс сформований на базі колишнього СРСР, а саме модель кількісного розвитку енергоносіїв є в основі атомного та вугільного секторів України. Тому енергокомплекс України як незалежної держави відстає від лідерів світового ринку. Першопричиною необхідного сталого розвитку енергетики в Україні є зростання цін

на імпортовані види палива, що є наслідком зменшення об'ємів палива на землі та одночасного зростання кількості населення. Іншою причиною є застаріле, не ефективне та дороге в обслуговуванні обладнання паливно-енергетичного комплексу України. У Європі вважається марнотратством щорічний високовартісний ремонт котелень, термін експлуатації яких давно вже закінчився. Вирішення цієї проблеми потребує неабияких зусиль вкладених державою. Теоретично це можливо, адже на думку зарубіжних вчених структуру економіки України необхідно перебудовувати, а розпочати рекомендується з енергетичної галузі в Україні. Необхідно модернізувати обладнання в паливно-вугільному секторі держави, і збільшити частку відновлювальних джерел енергії до 2020 року в Україні хоча б на рівень 12%. Це вже буде суттєвим впливом на стабілізацію економіки в державі.

Отже, для процвітання України необхідний сталий розвиток енергетики, як у провідних країн світу. Використання сонячної енергії є доцільним і має ряд основних переваг: безкоштовність і невичерпність ресурсів, екологічна чистота, тощо. Власне сонячні системи поєднують у собі вище перелічені властивості.

Надходження сонячної енергії на територію України, згідно з Державними Будівельними Нормами, доцільно аналізувати не окремо по областях, а об'єднуючи їх за географічним положенням регіонів у градусах північної широти.

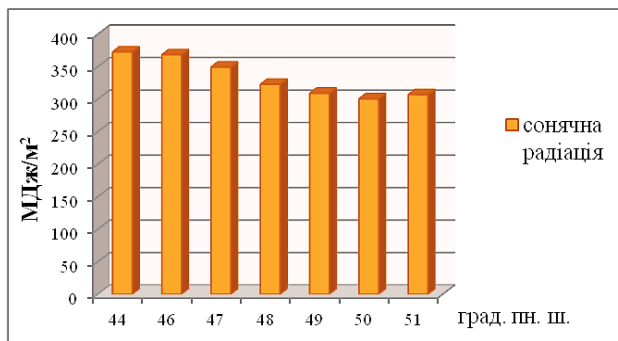


Рис. 1. Середньомісячна кількість горизонтальної сонячної радіації в Україні в залежності від географічного положення

Джерело: розроблено авторами

Проаналізувавши дані можна побачити, що на горизонтальну поверхню в середньому по широтах України припадає ~ 333 МДж сумарної променевої енергії на 1 м<sup>2</sup> за місяць (рис. 1). Оскільки сумарна радіація розподіляється на земній поверхні не рівномірно, то цей показник ще зменшиться приблизно на 25%, якщо врахувати фактор мутності атмосфери, її прозорості, хмарності і т. д. А тому західні території України, де спостерігається більше хмарних днів, отримують протягом року менше сумарної

сонячної радіації, ніж східні території на тих самих широтах. Річна кількість сумарної сонячної радіації в межах України коливається від 3500 МДж/м<sup>2</sup> (у північно-західних районах) і 4000 МДж/м<sup>2</sup> (у північно-східних), до 5000 МДж/м<sup>2</sup> на півдні у Севастополі.

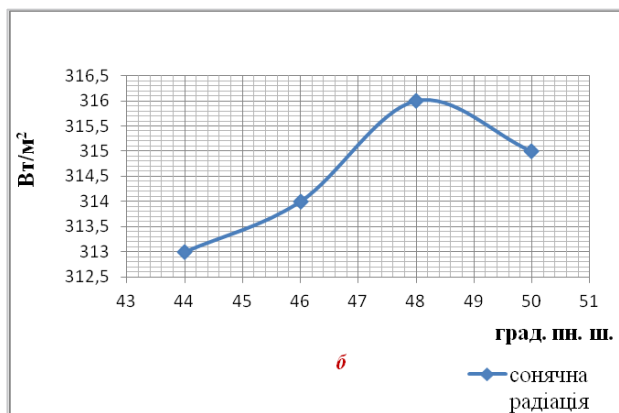
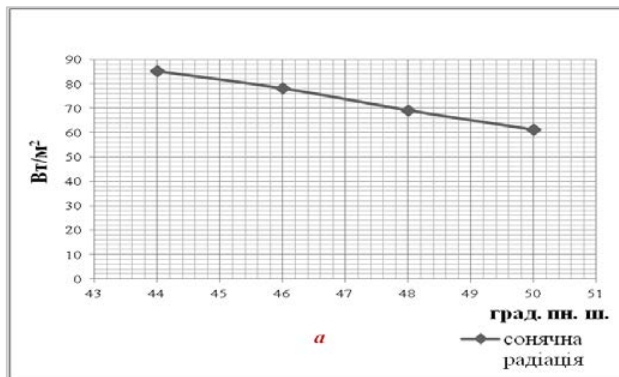


Рис. 2. Кількість сонячної інсоляції, що надходить на територію України за умов ясного неба: у січні (а); у липні (б)

Джерело: розроблено авторами

Україна розташована у Центрально-Східній Європі, у південно-східній частині Східноєвропейської рівнини, між 44° і 52° північної широти, 22° і 41° східної довготи, тобто в середніх широтах у помірному поясі освітленості, де полуднева висота Сонця завжди менша від 90° і щодоби відбувається зміна дня і ночі [9]. Разом з тим, і висота Сонця, і тривалість дня суттєво змінюються протягом року, тому в Україні чітко виражені пори року. Згідно останніх десяти років метеорологічних спостережень, на Україну припадає 100-200 сонячних днів в році, в залежності від регіону. Як видно з графіків (рис. 2) енергетична освітленість поверхонь у зимовий період має чіткий спадний характер з півдня на північ (зміна від ~90-50 Вт/м<sup>2</sup>), тоді як літній період характеризується незначною зміною сонячної радіації (зміна в межах 313-316 Вт/м<sup>2</sup>).

Очевидно, що південь країни (44, 46, 47 град. пн. ш.) отримує за рік більше сонячної радіації, ніж північ, оскільки полуднева висота Сонця на півдні щодня вища, ніж на півночі.

Основна частина сонячної радіації припадає на період з травня по вересень, коли збільшується тривалість сонячного саява.

Порівнюючи кількість прямої сонячної радіації районів розташованих у різних географічних широтах (рис. 3 а) не важко помітити коливний характер діаграм. Регіони розташовані на 49, 50 град. пн. ш. отримують суттєве зниження прямої сонячної радіації, тоді як, наприклад, у Чернігові на 51 град. пн.

ш. цей показник зростає відносно вище наведених, хоч і менший відносно міст півдня України. Розсіяна сонячна радіація є більш рівномірною у всіх областях України (рис. 3 б).

Також, дозу сонячної радіації на поверхні землі (рис. 3 а, б) можна проаналізувати посезонно. Кількість прямої та розсіяної радіації в Україні значно відрізняється, наприклад, показники зимового та літнього сезону збільшуються у 20 та у 5 раз відповідно.

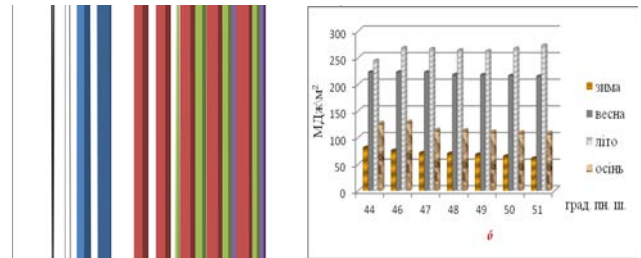


Рис. 3. Посезонна доза середньомісячної сонячної радіації за середніх умов хмарності: прямої (а); розсіяної (б)

Джерело: розроблено авторами

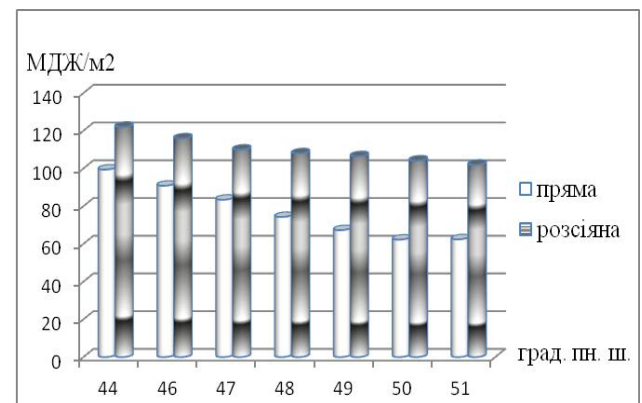


Рис. 4. Сонячна радіація у опалювальний період на горизонтальну поверхню

Джерело: розроблено авторами

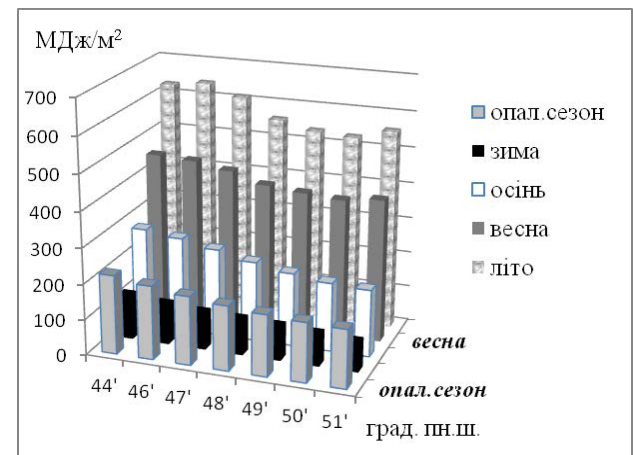


Рис. 5. Рівень сумарної сонячної радіації на горизонтальну поверхню, в залежності від градусів північної широти (посезонно та в опалювальний період)

Джерело: розроблено авторами

Більш цікавим у паливно-енергетичній сфері для населення є опалювальний період (рис. 4), оскільки у цей період зменшується тривалість світлового дня та знижується температура навколишнього середовища, і відповідно, збільшується витрата електрики, та газу. Власне в цей період су-

марна пряма та розсіяна сонячна радіація приймає спадаючу тенденцію від півдня до півночі України і повністю відповидає межам осіннього періоду освітлення (60-120 МДж/м<sup>2</sup>). Зважаючи на те, що термін опалювального сезону триває з жовтня по квітень, то в даний період щорічна мінімальна середньомісячна сумарна сонячна радіація по широтах України становить 160 МДж/м<sup>2</sup> (рис. 5).

Вважають, що середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні (1235 кВт\*год/м<sup>2</sup> (таку енергію можна отримати при спалюванні 100м<sup>3</sup> газу)) є достатньо високим і набагато вищим ніж, наприклад, в Німеччині – 1000 кВт\*год/м<sup>2</sup> чи навіть у Польщі – 1080 кВт\*год/м<sup>2</sup>.

Отже, Україна має хороші можливості для ефективного використання теплоенергетичного обладнання на території України.

Щодо використання сонячної радіації для виробництва енергії, то технічно допустимий потенціал сонячної енергії з дахів житлового фонду України сьогодні становить 26-37 ТВт\*год/рік (~31,5\*10<sup>6</sup> МВт\*год/рік) або 2,6 \*10<sup>6</sup> МВт\*год/місяць. В умовах нашого клімату, сонячні системи працюють цілий рік, щоправда, з дещо перемінною ефективністю, оскільки середня тривалість світлового дня складає 5-7 годин. Власне оптичні втрати при роботі сонячного колектора складають зазвичай від 14% до 21%, а термічні залежать від температури і можуть перевищити оптичні. В ідеалі, сонячний колектор повинен отримувати (абсорбувати) всю випромінену сонячну радіацію. В кліматологічних умовах України для сонячного теплопостачання ефектив-

ним є застосування плоских сонячних колекторів, які використовують як пряму, так і розсіяну сонячну радіацію.

Тоді, як концентруючі сонячні колектори можуть бути достатньо ефективними тільки в південних регіонах України [6, 7, 8].

**Висновок.** Зважаючи на вищевказані дані, можемо зробити висновок, що сонячна інсоляція на різних градусах північної широти в Україні є більш ніж достатньою, а потенціал сонячної енергії – досить високий для впровадження як теплоенергетичного, так і фотоенергетичного обладнання практично у всіх областях різного географічного положення. Термін ефективної експлуатації геліоустановок припадає на весняно-осінній період, середньомісячна сонячна інсоляція у цей період на території України становить 410 МДж/м<sup>2</sup>, що на 29% менше ніж влітку. Тоді як середньомісячний рівень сонячної радіації під час опалювального періоду, що потрапляє на поверхню території України становить всього 187 МДж/м<sup>2</sup>. Власне зимовий період року найменше отримує сонячної інсоляції, оскільки зменшується тривалість сонячного дня. Взимку даний показник становить 101,5 МДж/м<sup>2</sup>, що ~ в 6 раз менше ніж улітку. Таким чином, взимку ефективність роботи падає, але не зникає, що є основою стабільної роботи сонячних систем. Оскільки енергія Сонця характеризується значним запасом, у порівнянні з іншим, доступним на Землі, видом енергії, то в даному контексті вартує використати такий ресурс для забезпечення потреб в електричній і тепловій енергії.

#### Список літератури:

1. Возняк О. Т., Янів М. С. Енергетичний потенціал сонячної енергетики та перспективи його використання в Україні. Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка». Теорія і практика буд-ва. – 2010. – № 664. – С. 7-10.
2. Войтюк С.Д. Питання екології відновлюваних джерел енергії / С.Д. Войтюк // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2010. – Вип. 144, 1. – С. – 117-125.
3. Дев'яткіна, С. С. Альтернативні джерела енергії : навч. посіб. / С. С. Дев'яткіна, Т. Ю. Шкварницька ; Нац. авіац. ун-т. – К., 2006. – 92 с. – Бібліогр.: с. 83.
4. Марець П.Б. Перспектива використання сонячних електростанцій. // Зб.наукових статей IV міжнародної наук.-практичної конференції (4-5 квітня 2007). – Л., 2007. – С. – 211-214.
5. Петрук, В. Г. Енергетичний потенціал альтернативної енергетики в Україні / В. Г. Петрук, С. С. Коцюбинська, Д.В. Мацюк // Вісн. Вінниц. політехн. ін-ту. – 2007. – № 4. – С. 90-93.
6. Сонячна енергія. Чому це вигідно для України.[електронний ресурс] // – Режим доступу: <http://teplovam.com/index.php/opalennya/4-soniachni-systemy?showall=&start>
7. Сонячна радіація і радіаційний баланс.[електронний ресурс] // – Режим доступу: [http://geografica.net.ua/publ/galuzi\\_geografiji/meteorologija/sonjachna\\_radiacija\\_i\\_radiacijnij\\_balans/41-1-0-5656](http://geografica.net.ua/publ/galuzi_geografiji/meteorologija/sonjachna_radiacija_i_radiacijnij_balans/41-1-0-5656) «Щодо перспектив використання альтернативних джерел енергії на Сході України». Аналітична записка [електронний ресурс] // – Режим доступу:<http://www.niss.gov.ua/articles/1174>
8. Україна без традиційних джерел енергії:неминучий ризик чи економічна вигода? [електронний ресурс] // Режим доступу: [http://www.vgolos.com.ua/articles/ukraina\\_bez\\_tradytsiynyh\\_dzherel\\_energii\\_nemynuchyy\\_ryzyk\\_chy\\_ekonomichna\\_vygoda\\_107337.html?print](http://www.vgolos.com.ua/articles/ukraina_bez_tradytsiynyh_dzherel_energii_nemynuchyy_ryzyk_chy_ekonomichna_vygoda_107337.html?print)
9. Використання сонячної енергії для теплопостачання – перший крок до енергетичної незалежності[електронний ресурс] // Режим доступу: [http://pda.Aratta-ukraine.com/text\\_ua.php?id=1639](http://pda.Aratta-ukraine.com/text_ua.php?id=1639)

**Шаповал С.П., Венгрин И.И.**

Национальный университет «Львовская политехника»

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ

#### Аннотация

Проанализирован уровень поступления солнечной радиации в перспективе эксплуатации гелиоустановок на территории Украины, как альтернативных источников энергии, что позволит отказаться от традиционных источников выработки энергии, основанных на органическом топливе.

**Ключевые слова:** солнечная энергия, гелиоустановки, солнечная радиация.

Shapoval S.P., Venhryn I.I.  
National University «Lviv Polytechnic»

## OUTLOOK FOR USING OF SOLAR POWER IN UKRAINE

### Summary

The analysis of incoming solar radiation in the perspectives for exploitation this solar collectors in Ukraine, which will give an opportunity to decrease the usage of traditional power generation sources, based on fossil fuel.

**Keywords:** solar power, solar thermal system, solar radiation.

УДК 697.34

## ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ВОДОКАНАЛУ

Шовкалюк Ю.В.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

У даній статті об'єктом дослідження є районне комунальне підприємство міста. Головною метою статті є опис результатів енергетичного обстеження з розрахунками потенціалу енергозбереження. Реалізація запропонованих заходів дозволить підвищити якість послуг з централізованого водопостачання та водовідведення.

**Ключові слова:** водопровідно-комунальне господарство, енергозбереження, тепловий насос.

**Постановка проблеми.** Проблема раціонального використання води та низької енергетичної ефективності технологічного процесу на підприємствах водопровідно-комунального господарства (ВКГ) України представляє в даний час одне з найактуальніших завдань для українського суспільства.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогоднішній день основними характеристиками ВКГ є [1, 2]:

- незадовільний технічний стан і зношеність значної частини основних фондів;
- застосування застарілих технологій та обладнання в системах водопостачання та водовідведення;
- висока енергоємність обладнання на об'єктах;
- обмеженість інвестицій та дефіцит фінансових ресурсів, необхідних для розвитку, утримання в належному технічному стані та експлуатації систем питного водопостачання та водовідведення;
- перевищення четвертою частиною водопровідних очисних споруд і кожною п'ятою насосною станцією (у вартісному виразі) нормативного терміну амортизації. Фактично амортизовано половину насосних агрегатів, з яких 40 відсотків потребує заміни.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Об'єктом дослідження є районне комунальне підприємство міста «Водоканал», для основних підрозділів якого характерними є ті ж риси, що і для водопровідно-каналізаційного господарства України в цілому. Саме тому особливої актуальності набуває проведення енергетичного обстеження роботи системи централізованого водопостачання та водовідведення.

В ході роботи необхідно розробити комплекс заходів, спрямованих на підвищення ефективності технологічних процесів та надійності роботи систем водопостачання та водовідведення, реалізація яких дозволить підвищити якість послуг [3, 4]. Також доцільно виконати оцінку можливості встановлення теплового насосу для потреб опалення головної будівлі очисних споруд, теплопостачання якої здійснюється від централізованої системи [5, 6].

**Мета статті.** Головною метою даної роботи є опис результатів енергетичного обстеження об'єкту дослідження з розрахунками потенціалу енергозбереження.

**Викладення основного матеріалу.** Підприємство «Водоканал» займається діяльністю з надання населенню і підприємствам міста послуг з водопостачання питною водою, водовідведення та очищення стічних вод.

Предметом діяльності підприємства є:

- надання послуг централізованого водопостачання та/або централізованого водовідведення споживачам міста;
- забезпечення сталої роботи мереж водопроводу і каналізації, проведення ремонтних робіт у процесі експлуатації мереж;
- здійснення робіт по відведенню, прийманню та очистці стоків.

Система водовідведення складається із самопливних колекторів, 5-ти каналізаційних насосних станцій (КНС), напірних трубопроводів та каналізаційних очисних споруд (КОС). Каналізаційні очисні споруди є найбільш енергоємним підрозділом (споживання електричної енергії сягає 35% від загального енергоспоживання підприємством), КОС займають площу близько 16га і забезпечують повну механічну та біологічну очистку стічних вод, їх доочищення та обробку осаду.

**Результати енергетичного обстеження.** Проведене енергетичне обстеження дало змогу зробити наступні висновки:

- 1) головна проблема систем водопостачання та водовідведення – значні обсяги втрат і недообліку води – понад 50% «втраченої» води не виставляється споживачам за водопостачання та водовідведення, хоча ця вода і перекачується, і очищується. Значна розбіжність між обсягами піднятої та реалізованої води, а також між обсягами пропущених, очищених та реалізованих стоків підтверджує значний недооблік води, та, відповідно, стоків;
- 2) зношеність 32% водопровідних та каналізаційних мереж;
- 3) висока аварійність мереж, яка перевищує середню по Україні (300 аварій на 100 км за рік) більше, ніж удвічі;
- 4) механічне та електричне обладнання більшості насосних станцій потребує модернізації;
- 5) недостатня кількість лічильників спожитої електроенергії та води;