



ВІР

**НЕТРАДИЦІЙНА ЕНЕРГЕТИКА
У ХХІ СТОЛІТТІ**

**КРИМ І РЕГІОН КАРПАТ —
ПЕРСПЕКТИВИ ЕКОЛОГІЧНО
БЕЗПЕЧНОГО
ЕНЕРГОВИРОБНИЦТВА**

**СИСТЕМА РЕЗЕРВНОГО
ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ :**

*фермерам,
власникам індивідуальних
будинків,
зацікавленим організаціям.*

**Винахідник і
Рационалізатор**

**№ 1-2
99**

Шановні читачі!

ВИНАХІДНИК І РАЦІОНАЛІЗАТОР

Науково-популярний,
ілюстрований журнал
№ 1-2, 1999 р.
Виходить 4 номери на рік

Засновник журналу:
Українська академія наук
національного прогресу

Зареєстровано:
Міністерством
інформації України
Свідоцтво: Серія КВ № 2713

Головний редактор
А. Г. СІНИЦІН

Голова редакційної ради
О. Ф. ОНІПКО

Редакційна рада:
А. А. БЕНДАЛОВСЬКИЙ
В. С. КАЛИТА
Б. П. КОРОБКО
О. П. ПИЛИПЧУК
В. А. ЄГОВКІН

Адреса редакції:
01032, м. Київ
вул. Жилианська, 87/30, корп. 105
Телефон: 224-11-46

Редакція не завжди поділяє
поглядів авторів публікацій

Формат 60x84/8.
Папір кн-журн. Ум.-друк. арк. 7,5

Ціна договірна.
Тираж 1300 прим.

© «Винахідник і раціоналізатор»
Передплатний індекс 74250

В цьому номері нашого журналу ми публікуємо основні доповіді VIII науково-практичної конференції Міненерго України з проблем використання нових та поновлювальних джерел енергії. Це не випадково. За результатами системних досліджень XXI століття має стати ерою нової, або як ще кажуть, нетрадиційної енергетики: за оптимістичними оцінками уже до 2050 року доля нових і поновлюваних джерел у світовому балансі генерування енергії може перевищити 50%, а за песимістичними - ця доля стане-вистиме щонайменше третину згаданих обсягів генерування енергії. Навіть орієнтуючись на песимістичну оцінку, бачимо, що поновлювані джерела енергії займуть провідне місце в паливно-енергетичному балансі світової економіки.

Реальність виконання цих завдань підтверджується тими гігантськими темпами приросту введених потужностей енергетичних об'єктів, що використовують поновлювані та нетрадиційні джерела енергії. Так світові потужності вітроенергетики щороку зростають на 30-40%, а в окремих країнах на 100% і навіть більше. Інший приклад: до 2010 року площа сонячно-колекторних систем теплопостачання в Західній Європі зросте на порядок - із 7 млн. кв. м до 70 млн. кв. м.

Лідерами широкомасштабного впровадження техніки і технологій використання нових і поновлюваних джерел енергії є практично всі індустріально розвинуті країни світу: Німеччина, Данія, США, Великобританія, Іспанія, Голандія, Швеція, Австрія, Греція та інші.

На превеликий жаль у цьому переліку нема України, а заодно і усіх інших країн СНД, включаючи Росію, які все ще орієнтуються на традиційні підходи до вирішення проблем свого енергозабезпечення. А ці підходи, як засвідчують результати системних досліджень, виконаних на замовлення ООН, ведуть до зубожіння населення, фінансового краху держав та соціальних потрясінь в суспільстві.

В умовах, коли офіційна наука, зокрема дослідницькі інститути НАН України та галузей, практично паралізовані і не можуть в період становлення ринкової економіки налагодити ефективну роботу в цьому вкрай актуальному для України напрямі, Президія Української академії наук національного прогресу ініціативно прийняла рішення створити в рамках УАННП Інститут сонячної енергетики (ІСЕ). На ІСЕ УАННП покладаються завдання: організації виконання науково-дослідницьких робіт; розробка програм, планів, проєктів і передпроектних документів щодо енергозабезпечення регіонів, областей, районів, міст, сіл, галузей, окремих підприємств, юридичних і фізичних осіб за рахунок впровадження заходів енергозбереження та техніки і технологій, що використовують нові та поновлювані джерела енергії; проведення спеціалізованих конференцій, семінарів, круглих столів; навчання та перепідготовка керівних кадрів; розробка на замовлення конструкторської документації та участь в налагодженні виробництва техніки; поширення актуальної інформації, а також консультації замовникам, винахідникам, зокрема читачам журналу "Винахідник і раціоналізатор".

До роботи в ІСЕ УАННП будуть залучатись кращі фахівці України - науковці, конструктори, проєктувальники, менеджери, економісти, які в офіційній науці не знаходять належного застосування своїх сил, вміння, талантів і оплати праці, достойної їх рівня кваліфікації.

Президент УАННП О.Оніпко

ОНІПКО О. Ф.
Шановні читачі! 1

Розвиток нетрадиційної енергетики - крок у XXI століття

КОРОБКО Б. П.
Енергетика XXI століття 3

КОРОБКО Б. П.
Вітропотенціал та перспективи розвитку вітроенергетики в Україні 4

КОРОБКО Б. П.
Основні напрями підвищення ефективності використання вітропотенціалу площадок вітрових електростанцій 10

ВИХАРЄВ Ю. О., ДЕНИСЮК С. П., МАТВІЙЧУК О. С.
Стан та шляхи підвищення надійності і ефективності енергозабезпечення та енерговикористання Закарпатської області 11

ПИСАРЄВ В. Є., ЧАЛАЄВ Д. М., ТОЛСТИХ І. П., КУЗНЕЦОВА О. А.
Підвищення продуктивності опріснювача води регенеративного непрямого випарного принципу дії 18

НАУМОВ С. Є., РАЗАКОВ А. М.
Геотермальний бальнеологічний комплекс 19

РАЗАКОВ А. М., НАУМОВ С. Є., ВЕЛИЧКО В. В.
Геотермальне теплопостачання теплиці 19

ШУРЧКОВ А. В., ТОЛСТИХ І. П., ГОРОХОВ М. І., ШАВРИН В. С.
Геотермальна холодильна і теплонасосна установка 20

ПИСАРЄВ В. Є., КУЗНЕЦОВА О. А.
Опріснення води за допомогою непрямих випарних повітроохолоджувачів 21

ШУРЧКОВ А. В., РАЗАКОВ А. М., НАУМОВ С. Є.
Автономна система тепло-холодопостачання з використанням сонячної енергії і теплового насосу 21

ШУРЧКОВ А. В., ПИСАРЄВ В. Є., ГОРОХОВ М. І., СОКОЛОВ О. С.
Розвиток нетрадиційної теплоенергетики на основі малих газів родовищ 22

ВЛАСОВА М. А., ТКАЛЕНКО М. Д.
Кількісний аналіз процесів масопереносу в накопичувачах поновлюваної енергії 24

БРИЛЬ А. О., ВАСЬКО В. П., ВАСЬКО П. Ф.
Оцінка показників безвідмовності вітроелектричних пристроїв великої потужності 26

БРИЛЬ А. О., ВАСЬКО В. П., ВАСЬКО П. Ф.
Узагальнена модель забезпечення якості проектування і експлуатації вітровелектричних станцій 28

ЯЦЕНКО Л. В.
Рекомендації по застосуванню комбінованих енергетичних систем на основі відновлюваних джерел енергії в різних кліматичних зонах України 30

ПІВЕНЬ Л. З.
Визначення вітроенергетичного потенціалу за допомогою короткострокової анеморозвідки 32

КИРПАТЕНКО І. М.
Автоматизація процесів акумулювання електричної енергії відновлюваних джерел 34

ЖОВМІР М. М.
Можливості застосування теплових насосів у електроенергетиці України 36

ВИХОРЕВ О. А., ДУПАК О. С.
Організаційні та економічні проблеми впровадження поновлюваних джерел енергії 38

ГЛІКСОН А. Л., ДОРОШЕНКО О. В.
Розробка високотемпературного парокompресійного водоаміачного теплового насосу 40

КОРОБКО Б. П., ОГОРДНИК В. А., ГЛУЩЕНКО Н. П.
Сонячно-колекторні системи нагріву води, інтегровані в конструкцію будівель 40

ГЛІКСОН А. Л., ДОРОШЕНКО О. В., ГЛАУБЕРМАН М. А.
Сонячна регенерація абсорбенту у відкритих абсорбційних системах 41

ФЕСЕНКО В. К.
Можливості реабілітації малих ГЕС 42

ШУЛЬГА С. В.
Використання програми Wind Farm при проектуванні ВЕС 42

КУДРЯ С. О., ЯЦЕНКО Л. В., КИРПАТЕНКО І. М., ВАСЬКО В. П.
Методи підвищення ефективності застосування обладнання на основі відновлюваних джерел енергії в комбінованих енергетичних системах 43

ЯСЕНЕЦЬКИЙ В. А., ПОСТЕЛЬГА С. К.
До питання випробувань вітроенергетичних установок для сільського господарства 44

ГЛУЩЕНКО О. С.
Дослідження вітропотенціалу площадок для ВЕС 44

Інформація

РОМАНЮК В. Г.
Скарбничка без замків для тисяч дітлахів 45

БІЛОУС О.
Повідомлення дописувача журналу 46

Без гумору — ну, ніяк! 48

Колонка головного редактора 48

Енергетика XXI століття

Б.П. КОРОБКО
канд. техн. наук.,
Державний науково-
дослідний і проектно-
конструкторський
інститут
нетрадиційної
енергетики та
електротехніки,
м. Київ

Прогрес цивілізації, економічний розвиток країн та благополуччя кожної людини досягаються лише за зростання в абсолютних і відносних одиницях обсягу додаткової вартості, у створенні якої використано, трансформовано і інтегровано енергію, матерію та інформацію. Очевидно, що чим більші витрати енергії, матерії та інформації необхідно для створення одиниці додаткової вартості, тим менше предметів та послуг може отримати суспільство.

Особливо критичним для суспільства на сьогодні є стан із забезпеченням енергією. Але енергією не взагалі, а тільки тих її видів, тих енергоносіїв, які людина навчилася корисно використовувати для покращення своєї праці та створення комфортних умов життя тощо.

Споживання традиційних для нашої епохи енергоносіїв досягло таких гігантських планетарних масштабів, що з одного боку загрожує повним їх вичерпанням, а з другого – деградацією довкілля, ноосфери через те, що потоки шкідливих викидів при генеруванні корисної енергії настільки потужні, що природа вже невзможі їх знешкодити, а тому вони накопичуються, знищуючи усе живе. Велика низка екологічних катаклізмів, що сталися в останньому десятиріччі, породила в суспільстві думку, що необхідно обмежити та скоротити споживання енергії, енергоносіїв, тобто відмовитись від прогресу. Реалії розвитку засвідчують, що здійснити це неможливо.

Вихід із цієї ситуації лежить в площині більш раціонального використання добутої енергії та енергоресурсів, а також, що значно важливіше, в промисловому використанні поновлюваних та нетрадиційних джерел енергії, які в переважній своїй більшості є екологічно чистими та забезпечують екологічну чистоту в процесах перетворення первинної енергії у вторинну, яку людство може використовувати.

В порівнянні до об'єму сучасного світового споживання енергії ці джерела невичерпні. Так, наприклад, лише кількість сонячної енергії, що падає на земну поверхню, в 10 тисяч разів більше від світового сумарного споживання електричної та теплової енергії. Образно кажучи, людина на Землі знаходиться в океанах, вирах енергії сонячного випромінювання, вітру, тепла Землі, однак не вміє, а почасти забула і мало що робить для того, щоб ці океани енергії ефективно використати для своїх нагальних потреб, не зашкоджуючи при цьому довкілля. А це означає, що маємо не тільки кризу енергетичну, а й кризу інформаційну – дефіцит знань, технологій і організаційних рішень щодо ефективного перетворення поновлюваних та інших нетрадиційних джерел енергії в потрібні для людини її види: електричну, механічну, теплову, світлову.

Системні дослідження засвідчують, що вже за нинішнього рівня розвитку техніки використання поновлюваних джерел енергії вони взможі на протязі короткого історичного відрізка часу значною мірою вирішити наявні екологічні проблеми і зайняти провідне місце в світовому балансі генерування електричної та теплової енергії. Так за прогнозами, виконаними на базі системних досліджень на замовлення Програми розвитку ООН, доля поновлюваних та інших нетрадиційних джерел енергії у загальному світовому балансі споживання паливно-енергетичних ресурсів станом на 2050 рік може перевищити 50%. В обсягах генерування електричної енергії на цей час долю більше 50% матиме вітроенерге-

тика, а в тепlopостачанні – геліоенергетика. Темпи будівництва і введення в експлуатацію вітрових електричних установок та станцій, наприклад в Данії дозволяють очікувати, що 50%-ий бар'єр в генеруванні ними електроенергії буде досягнуто в цій країні в межах до 2030 року. Вважається, що до 2010 року в Європі загальна потужність вітрових електростанцій становитиме щонайменше 40000 МВт, можна очікувати, що реально це буде 50000-55000 МВт, а в 2030 році – 100000 МВт. Можемо не сумніватись, що це реальні завдання. Для прикладу, очікувалось, що в Європі на кінець 2000 року буде діяти вітрових електростанцій на 4000 МВт, а станом лише на 31.12.1998р. діє фактично більше ніж на 6300 МВт.

Програма розвитку ООН вважає, що в XXI столітті до розвинутих країн будуть відноситись лише ті, які інтенсивно нарощують потужності вітроенергетики. Нині світова вітроенергетика за темпами приросту потужностей є найбільш динамічною підгалуззю електроенергетики. Середньорічний приріст потужностей світової вітроенергетики на протязі 90-их років знаходиться в межах 25-30%, а окремі країни мають приріст потужностей 60-100%. До активного нарощування потужностей вітроенергетики останнім часом підключились Франція та Бельгія, ще раніше Німеччина. А це країни, які відомі своєю орієнтацією на атомну енергетику. Варто наголосити, що розвиток світової вітроенергетики характеризується не простим нарощуванням потужностей, а й удосконаленням вітротехніки, ростом одиничних потужностей вітро-турбін, що забезпечує суттєве зниження витрат на будівництво і експлуатацію енергооб'єктів, а в кінцевому результаті на досягнення конкурентоспроможних економічних показників – зокрема собівартості генерованої електричної енергії. Уже сьогодні електроенергія, генерована на потужних вітрових електростанціях, в ряді країн (для прикладу в США) конку-

рентоспроможна з електроенергією, отриманою на АЕС та ТЕС. А якщо врахувати, що сучасна промислова вітроенергетика веде свій родовід лише з 1976 року і має дуже великі потенційні можливості щодо удосконалення техніки і технологій, в той час, коли можливості традиційної енергетики в цьому відношенні практично вже вичерпані, то майбутнє вітроенергетики виглядає надзвичайно перспективним і привабливим. Однак не в усіх країнах вітроенергетика розвивається інтенсивно. Навпаки, багато країн, зокрема на пострадянському просторі дотримуються застарілих поглядів, орієнтуються на традиційну енергетику, зокрема на атомну, перебуваючи в полоні стереотипів, виплеканих адептами атомної енергетики, що поновлювані та інші нетрадиційні джерела неконкурентоспроможні і у балансі генерування енергії можуть становити якусь незначну долю, не більше 5%.

Насправді ж все не так. Так ресурси **вітрової енергії**, що надходять на територію України щонайменше в 200 разів більше тієї кількості енергії, що генерується усіма електростанціями країни. Ще більші, як уже зазначалося вище, ресурси **енергії сонячного випромінювання**. Окрім того маємо ве-

ликі ресурси **геотермальної енергії**, яких за нинішнього рівня енергоспоживання в Україні достатньо на 6500 років (для використання з метою генерування електроенергії – тепла Землі на глибинах до 7 км, а для теплопостачання – енергії, що є на глибинах до 4 км). Значними є **ресурси гідроенергії малих рік**, які достатні, щоб генерувати в 3-4 рази більше електроенергії, ніж нині генерується каскадом ГЕС на Дніпрі. Вартими уваги є **ресурси біомаси, метану вугільних родовищ, сланців**, а також багатьох інших видів паливно-енергетичних ресурсів місцевого та загальнодержавного значення. На дні Чорного моря є поклади **кристалогідратів метану** («сухий лід»), прогнозовані ресурси яких на 3-4 порядки більше від запасів нафти та природного газу разом взятих. Багатьом відомо, що в тому ж Чорному морі є також великі ресурси **сірководню**.

Щодо використання усіх цих та багатьох інших альтернативних паливно-енергетичних ресурсів в Україні зроблено або надзвичайно мало, або ж нічого. Поле діяльності вченим, інженерам, винахідникам, раціоналізаторам для створення нових технологій та обладнання, для винаходів та відкриттів тут не тільки безмежне, а й благодатне, перс-

пективне.

Сьогодні усім, від школяра до Президента, необхідно знати, що подальше економічне зростання, сталий розвиток, вирішення екологічних проблем, національна безпека, достаток людей пов'язані з інтенсивним розвитком енергетики, що базується на використанні поновлюваних та інших альтернативних джерел енергії. Навпаки, традиційні підходи до вирішення завдань енергозабезпечення ведуть до фінансового краху держав, зубожіння населення, деградації природного середовища. Україна через брак традиційних високоякісних видів паливно-енергетичних ресурсів, в першу чергу нафти та природного газу, маючи розвинуте машинобудування та металообробку, висококваліфіковані кадри науковців та інженерів, активних винахідників і раціоналізаторів, зобов'язана прийняти відповідні, у тому числі і політичні рішення, націлені на те, щоб використати свої унікальні, в тому числі і природні можливості, щоб модернізувати паливно-енергетичний комплекс держави у відповідності до вимог і реалій сучасності: енергетика ХХІ століття в Україні, як і в усіх інших розвинутих країнах повинна базуватись на переважному використанні поновлюваних та інших альтернативних джерел енергії.

Вітропотенціал та перспективи розвитку вітроенергетики в Україні

Б.П. Коробко

Негативний вплив енергетики на екологічний стан і переважно екстенсивний характер її розвитку з одного боку загрожують їй вичерпанням та «енергетичним голодом», а з іншого – метаморфозою довкілля в напрямі його деградації і повного зникнення ноосфери.

Про можливість саме такого розвитку подій свідчать аномальні природні явища (небували повені, дощі, бурі, теплі зими, холодні весни і осені, високі літні температури, різкі зміни погоди), які

пов'язують з глобальним потеплінням клімату на Землі, спричиненим антропогенним фактором, а саме значним тепловим забрудненням атмосфери скидним теплом та «парниковими» газами – продуктами згоряння органічних видів палива.

Світова громадскість через ООН виявляє занепокоєння цим станом і серед головних напрямів розв'язання проблеми вбачає зокрема широкомасштабне застосування нових і поновлюваних джерел енергії. Системні дослідження, виконані на замовлення по Програмі розвитку ООН, засвідчили, що існуючі моделі вироб-

ництва, розподілу і споживання енергії в кінцевому результаті ведуть до провалу як з огляду на фінансові наслідки, так і розв'язання екологічних і соціально-економічних проблем, завдань і планів розвитку держав та умов життя їх населення. Урахування сучасних темпів і рівня розвитку техніки і технологій генерування електроенергії, обсягів споживання та ресурсів первинного палива дозволило Програмі розвитку ООН визначити, що «...доля комерційних поновлюваних джерел енергії в загальному обсязі глобальної комерційної енергії буде з часом рости з 9% ... в 1990

році до 10 – 30% в період 2020-2025 років та 27-54% в 2050 році...». В ряді сценаріїв розвитку вітроенергетики показано, що в 2050 р. у світовому балансі виробництва електроенергії її доля може досягти близько 50 %. Це свідчить про дуже інтенсивний розвиток найближчим часом цієї нової галузі, світове промислове комерційне застосування якої започатковано лише у 1976 році.

Сумарно в країнах світу потужності вітроенергетики за 1998 рік зросли на 2100 МВт (приріст 25 %) і становлять 9600 МВт. Такі ж абсолютні прирости очікуються в наступні роки. За визначенням Програми розвитку ООН до розвинутих країн в XXI столітті належатимуть ті, які інтенсивно нарощують потужності вітроенергетики. Нині найбільш активно роз-

цію діяльності в цій сфері здійснює окремий департамент уряду з проблем розвитку альтернативної енергетики.

Значна увага приділяється розвитку вітроенергетики в Україні. В Національній енергетичній програмі України до 2010 року передбачається будівництво ВЕС на загальну потужність близько 2000 МВт, однак, починаючи від 1995 року, ця програма виконується поки що в обсягах значно менших, ніж планувалось на поточний період. Розвиток вітроенергетики в Україні координується в основному Комплексною програмою будівництва ВЕС та створеною для її виконання Міжгалузевою координаційною радою. Для реалізації Комплексної програми створено позабюджетний фонд та прийнято ряд директивних рішень (по-

площини та вітротехніки для її спорудження. При цьому в першу чергу – наявність високого вітропотенціалу на площадці, де споруджуватиметься ВЕС.

Для визначення потенційних обсягів виробництва електроенергії необхідно мати дані про швидкість вітру на площадці, де буде споруджуватись ВЕС. А для раціонального використання площі земельної ділянки і зменшення витрат на створення супутньої інфраструктури необхідні дані про тривалість дії вітру по кожному його напрямку.

Найбільш поширені в світовій практиці вітрові електрогенеруючі агрегати працюють з розрахунку досягнення номінальної потужності при питомому навантаженні електрогенератора (віднесеному до площі вітроко-

Таблиця 1

V, м/с	3,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
E, Вт/м	50	100	150	200	250	300	400	500

вивають вітроенергетику Німеччина, Данія, США, Іспанія, Великобританія, Голандія, Індія, Італія, Швеція.

В планах США довести до 2010 року потужності вітроенергетики до 50000 МВт і при цьому досягти собівартості генерованої на ВЕС електроенергії до рівня нижче 3,5 цент/кВт-год. В планах Великобританії довести виробництво електроенергії на вітрових електростанціях у 2020 році до 20-30% від загального обсягу. Данія запланувала побудувати до 2005 року ВЕС на загальну потужність 1500 МВт, що забезпечить 10 % потужностей національної електроенергетики. Данія займає провідну позицію на світовому ринку вітротехніки. Німеччина в останні 3 роки посіла перше місце за обсягами введення потужностей ВЕС. Створенням і виробництвом вітротехніки займається багато німецьких фірм, серед першої десятки фірм світових лідерів ринку вітротехніки є німецька фірма «Енепсон». Іспанія щороку додає все більших зусиль для розвитку вітроенергетики, три іспанські фірми входять у першу десятку світових лідерів на ринку цієї техніки. Високі темпи приросту потужностей ВЕС спостерігаються в Індії, де координа-

ці станов Кабінету Міністрів та Указів Президента України). Розвитку вітроенергетики сприяють норми Закону України «Про енергозбереження», «Про електроенергетику», а також ряд інших законів. Розвиток вітроенергетики в Україні із лабораторій вийшов на рівень практичної реалізації. Зокрема з 1993 р. здійснюються будівництво та експлуатація ВЕС, у 1994-1995 рр. налагоджено серійне виробництво вітротехніки, освоєно проектування ВЕС, розпочата підготовка фахівців з вищою освітою. Все це дозволяє сподіватись на успішне використання вітропотенціалу України для потреб власного енергозабезпечення та одночасне скорочення обсягів споживання органічного палива, особливо його дефіцитних видів, імпортованих переважно з Росії.

Однак така молода галузь не може не мати проблем у своєму становленні. В Україні, як і в інших країнах, ці проблеми інтегровано знаходять своє відображення у необхідності підвищення ефективності експлуатації як ВЕС, так і іншої вітротехніки.

Найпершим і найважливішим кроком у розв'язанні проблеми підвищення ефективності ВЕС є завдання правильного вибору

паса) в межах від 300 до 500 Вт/м. Це навантаження має коригуватись і бути близьким до середньорічної питомої потужності вітру на площадці. Ця потужність є функцією середньорічної швидкості вітру, визначеної з урахуванням розподілу повторюваності градацій швидкості за експоненціальним законом з параметрами апроксимації за Вейбуллом. Орієнтовні значення середньорічної питомої потужності, розрахованої таким чином залежно від середньорічної швидкості вітру, наведені в табл. 1.

З урахуванням зазначеного і даних метеостанцій про середньорічну швидкість вітру, перерахованих на висоту вісі вітроколеса, як перспективні для розвитку вітроенергетики можна розглядати Луганську, Донецьку, Одеську, Запорізьку, Миколаївську, Херсонську області, АР Крим та регіон Карпатських гір, де засвідчені середньорічні швидкості вітру на висоті флюгеру ($b=10\text{ м}$) в діапазоні 5,0 - 6,0 м/с. Найвищі показники вітропотенціалу характерні переважно для метеостанцій, розташованих в прибережній зоні Чорного та Азовського морів. Характерно, що в межах регіонів більш високі показники швидкості вітру це ті, що

році до 10 – 30% в період 2020-2025 років та 27-54% в 2050 році...». В ряді сценаріїв розвитку вітроенергетики показано, що в 2050 р. у світовому балансі виробництва електроенергії її доля може досягти близько 50 %. Це свідчить про дуже інтенсивний розвиток найближчим часом цієї нової галузі, світове промислове комерційне застосування якої започатковано лише у 1976 році.

Сумарно в країнах світу потужності вітроенергетики за 1998 рік зросли на 2100 МВт (приріст 25 %) і становлять 9600 МВт. Такі ж абсолютні прирости очікуються в наступні роки. За визначенням Програми розвитку ООН до розвинутих країн в XXI столітті належатимуть ті, які інтенсивно нарощують потужності вітроенергетики. Нині найбільш активно роз-

цію діяльності в цій сфері здійснює окремий департамент уряду з проблем розвитку альтернативної енергетики.

Значна увага приділяється розвитку вітроенергетики в Україні. В Національній енергетичній програмі України до 2010 року передбачається будівництво ВЕС на загальну потужність близько 2000 МВт, однак, починаючи від 1995 року, ця програма виконується поки що в обсягах значно менших, ніж планувалось на поточний період. Розвиток вітроенергетики в Україні координується в основному Комплексною програмою будівництва ВЕС та створенню для її виконання Міжгалузевою координаційною радою. Для реалізації Комплексної програми створено позабюджетний фонд та прийнято ряд директивних рішень (по-

площини та вітротехніки для її спорудження. При цьому в першу чергу – наявність високого вітропотенціалу на площадці, де споруджуватиметься ВЕС.

Для визначення потенційних обсягів виробництва електроенергії необхідно мати дані про швидкість вітру на площадці, де буде споруджуватись ВЕС. А для раціонального використання площі земельної ділянки і зменшення витрат на створення супутньої інфраструктури необхідні дані про тривалість дії вітру по кожному його напрямку.

Найбільш поширені в світовій практиці вітрові електрогенеруючі агрегати працюють з розрахунку досягнення номінальної потужності при питомому навантаженні електрогенератора (віднесеному до площі вітроко-

Таблиця 1

V, м/с	3,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
E, Вт/м	50	100	150	200	250	300	400	500

вивають вітроенергетику Німеччина, Данія, США, Іспанія, Великобританія, Голандія, Індія, Італія, Швеція.

В планах США довести до 2010 року потужності вітроенергетики до 50000 МВт і при цьому досягти собівартості генерованої на ВЕС електроенергії до рівня нижче 3,5 цент/кВт-год. В планах Великобританії довести виробництво електроенергії на вітрових електростанціях у 2020 році до 20-30% від загального обсягу. Данія запланувала побудувати до 2005 року ВЕС на загальну потужність 1500 МВт, що забезпечить 10 % потужностей національної електроенергетики. Данія займає провідну позицію на світовому ринку вітротехніки. Німеччина в останні 3 роки посіла перше місце за обсягами введення потужностей ВЕС. Створенням і виробництвом вітротехніки займається багато німецьких фірм, серед першої десятки фірм світових лідерів ринку вітротехніки є німецька фірма «Energcon». Іспанія щороку додає все більших зусиль для розвитку вітроенергетики, три іспанські фірми входять у першу десятку світових лідерів на ринку цієї техніки. Високі темпи приросту потужностей ВЕС спостерігаються в Індії, де координа-

ці станов Кабінету Міністрів та Указів Президента України). Розвитку вітроенергетики сприяють норми Закону України «Про енергозбереження», «Про електроенергетику», а також ряд інших законів. Розвиток вітроенергетики в Україні із лабораторій вийшов на рівень практичної реалізації. Зокрема з 1993 р. здійснюються будівництво та експлуатація ВЕС, у 1994-1995 рр. налагоджено серійне виробництво вітротехніки, освоєно проектування ВЕС, розпочата підготовка фахівців з вищою освітою. Все це дозволяє сподіватись на успішне використання вітропотенціалу України для потреб власного енергозабезпечення та одночасне скорочення обсягів споживання органічного палива, особливо його дефіцитних видів, імпортованих переважно з Росії.

Однак така молода галузь не може не мати проблем у своєму становленні. В Україні, як і в інших країнах, ці проблеми інтегровано знаходять своє відображення у необхідності підвищення ефективності експлуатації як ВЕС, так і іншої вітротехніки.

Найпершим і найважливішим кроком у розв'язанні проблеми підвищення ефективності ВЕС є завдання правильного вибору

леса) в межах від 300 до 500 Вт/м. Це навантаження має коригуватись і бути близьким до середньорічної питомої потужності вітру на площадці. Ця потужність є функцією середньорічної швидкості вітру, визначеної з урахуванням розподілу повторюваності градації швидкості за експоненціальним законом з параметрами апроксимації за Вейбуллом. Орієнтовні значення середньорічної питомої потужності, розрахованої таким чином залежно від середньорічної швидкості вітру, наведені в табл. 1.

З урахуванням зазначеного і даних метеостанцій про середньорічну швидкість вітру, перерахованих на висоту вісі вітроколеса, як перспективні для розвитку вітроенергетики можна розглянути Луганську, Донецьку, Одеську, Запорізьку, Миколаївську, Херсонську області, АР Крим та регіон Карпатських гір, де засвідчені середньорічні швидкості вітру на висоті флюгеру ($b=10\text{м}$) в діапазоні 5,0 – 6,0 м/с. Найвищі показники вітропотенціалу характерні переважно для метеостанцій, розташованих в прибережній зоні Чорного та Азовського морів. Характерно, що в межах регіонів більш високі показники швидкості вітру це ті, що

визначені аерологічними метеостанціями, де відсутні ефекти «затінення» вітру з будь-якого напрямку. Результати вимірювань цих метеостанцій можна розглядати як найбільш точні для характеристики прилеглої території.

Вивчення добового ходу змін швидкості вітру засвідчує, що на більшості території України, окрім гірських регіонів та островів у морі, швидкість вітру досягає максимуму о 12 годині, а мінімальною вона є о 24 годині. У великій кількості місць ця різниця досить велика. Урахування цієї особливості дозволяє з огляду на дефіцит потужностей в години «пікового» і «напівпікового» навантаження енергосистеми України розширити межі території, рекомендованих для будівництва ВЕС. Так, якщо взяти за відправну точку швидкість вітру більше 5 м/с в години «пікового» навантаження енергосистеми, то до перелічених вище областей можна додати Сумську, Волинську, Рівненську, Полтавську, Харківську, Вінницьку, Дніпропетровську. Враховуючи, що значні території не охоплені мережею метеостанцій та високу ступінь «затіненості» багатьох з них, можемо очікувати, що перспективний для ВЕС вітропотенціал може бути і в інших областях.

Однак порівняння даних метеостанцій за різні періоди спостережень засвідчує в більшості випадків вони виявляють дуже великі розбіжності і це зумовлює висновок, що ці дані характеризують лише вітропотенціал на самій метеостанції і досить приблизно прилеглої території, а тому без додаткових досліджень із застосуванням сучасної вітровимірювальної апаратури використання їх для проектування ВЕС не рекомендується.

Вітер – це рух повітряних мас відносно земної поверхні, викликаний різницею атмосферного тиску в різних точках тропосфери. Повітряні маси в тропосфері Землі знаходяться в русі практично безперервно. Нерівномірність тиску виникає через неоднаковість нагрівання повітря в різних регіонах планети та нагнітання повітря в окремі райони, викликане загальною циркуляцією земної атмосфери, яка залежить також від нагрівання повітря. Та-

ким чином першопричина вітру – це різниця температур в атмосфері навколо Землі.

Рух повітряних мас, вітер, підкоряється закону збереження маси:

$$SVF = \text{const},$$

де S – щільність повітря; V – швидкість вітру; P – площа перетину потоку. Тобто швидкість вітрового потоку збільшується при зменшенні площі потоку і навпаки. Тому повітряний потік, зустрівши на своєму шляху перешкоду, змушений обійти її, внаслідок чого поблизу перешкоди значно змінюються напрямки і швидкості вітру, а також його структура. Ці зміни залежать від розмірів, форми і розташування перешкоди, а також від швидкості вітру та стану атмосфери.

Якщо перешкода має значну горизонтальну продовженість (будівлі, ліс, гірський хребет чи плато, ряд пагорбів), то з її навітряної сторони виникає вихор з горизонтальною віссю, паралельною перешкоді. Цей вихор біля поверхні Землі спрямовує рух повітря вгору від перешкоди. Спочатку, ще до зустрічі з перешкодою, повітря починає підніматись, потім перетікає над перешкодою, де в шарі товщиною $1/3 - 1/2$ висоти перешкоди через зменшення площі потоку збільшується швидкість вітру. На підвітряній стороні поступово (не одразу) лінії потоку опускаються і лише на деякій відстані від перешкоди досягають земної поверхні. Безпосередньо ж за перешкодою створюється «вітрова тінь», де також виникає вихор з горизонтальною віссю, оскільки в зоні підвищеної швидкості зменшується тиск і відбувається підсмоктування повітря із «вітрової тіні», де тиск вище. Отже із цього випливає, що на вершинах плато, гір, горбів, інших підвищень рельєфу можуть створюватись більш сприятливі умови для функціонування ВЕС. Додатковою ознакою місць, сприятливих для спорудження на них ВЕС, у цьому випадку може бути відсутність високих дерев: тут значно нижча температура в порівнянні з ділянками ґрунту, що не обдуваються, через що створюються несприятливі умови для їх вегетації. Вплив перешкоди в обох напрямках проявляється на

відстані, більшій у 10-20 раз від висоти перешкоди. Тобто горб чи ліс висотою, наприклад, 15 м викликає негативний вплив на вітровий потік на відстань до 300 м, а 16-поверховий будинок висотою 50 м – на 1 км. Ще на більшій відстані діють лісові полоси – 20-30 висот, а окремі гори, дерева та рідкі («ажурні») лісополоси – 40-50 висот гір, дерев. «Вітрова тінь» від вітроустановок поширюється на відстані від 6 до 12 діаметрів вітроколес.

Обтікання вітром декількох вертикальних перешкод також призводить до виникнення зон з підвищеною швидкістю вітру: перед і за підвищеннями виникають зони з пониженою швидкістю вітру, а з боків – з підвищеною. Найбільші швидкості вітру будуть спостерігатись між підвищеннями. Такі можливості характерні переважно для гірських місцевостей, а також у вузьких долинах і балках.

Всілякі перешкоди одночасно призводять до збурення повітряних потоків, що проявляється виникненням турбулізації, а через неї – внутрішнього гальмування потоку і тим самим зменшення швидкості вітру. Вважається, що ці збурення можуть досягати у висоту 1-1,5 км (шар тертя), але практично вже після 500 м вплив збурення не відчутний. Найбільші збурення (турбулізація) потоку під впливом перешкод відбуваються на висоті до 30 м над поверхнею землі, в цьому шарі повітря напрямком вітру практично не міняється.

Вітрові потоки, які надходять на територію України, виникають під дією циклонів, що формуються на стику фронтів теплих і холодних повітряних мас влітку поблизу Гренландії, а взимку над Азорськими островами в Атлантичному океані. В більшості випадків циклони спочатку проходять над акваторіями, де вітер мало гальмується чим пояснюється більш високий вітропотенціал на територіях західно-європейських країн.

Швидкість вітру за відсутності сил зовнішнього тертя пропорційна баричному градієнту і обчислюється за формулою:

$$V = \frac{4,8}{\sin \gamma} G,$$

де V – швидкість вітру, м/с; γ –

географічна широта місцевості, градус; G – баричний градієнт, мб.

Найбільш поширеним в баричних полях світу і для широт України є баричний градієнт у 2-3 мб, дуже рідко він досягає 7 мб. За цих умов на висоті більше 1-1,5 км найчастішими є вітри зі швидкістю 12-20 м/с, рідко 40-50 м/с. Ці незагальмовані підстилаючою поверхнею вітри називаються геострофічними. В той же час на висоті флюгера (10 м) в Україні найбільш часто спостерігаємо вітри з середньорічною швидкістю в діапазоні 3-5 м/с. Результатом такого зниження є зовнішнє та внутрішнє гальмування повітря, яке зі зменшенням висоти над поверхнею землі зростає, а безпосередньо на поверхні вітровий потік загальмовується повністю (швидкість вітру стає рівною нулю). Зміни швидкості і напрямку вітру при зміні висоти над поверхнею землі відбуваються плавно, але нерівномірно і залежать від роду підстилаючої поверхні. Інтенсивність гальмування вітрового потоку залежить також від періоду доби.

Для визначення швидкості вітру на заданій висоті часто користуються наступними емпіричними залежностями:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\ln\left(\frac{h_2}{l_0}\right)}{\ln\left(\frac{h_1}{l_0}\right)} \quad (1)$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{h_2}{h_1}\right)^m \quad (2)$$

$$V_2 = V_{h=10} [0,233 + 0,656 \lg(h + 4,75)] \quad (3)$$

де V_2 , V_1 і $V_{h=10}$ відповідно швидкості вітру на висотах h_2 , h_1 та $h = 10$ м; l_0 - висота елементів шорсткості; m - безрозмірний показник ступеню, значення якого залежить від швидкості вітру, сталості атмосфери та шорсткості підстилаючої поверхні.

Логарифмічну залежність (1) пропонується використовувати при великих швидкостях вітру та за умов нейтральної сталості атмосфери для висот переважно до 10 м, а при сильному вітрі до 20-50 м. Більш широке практичне застосування має ступенева залежність (2)

профілю швидкості вітру від висоти над землею поверхнею. За даними дослідників США рекомендується значення коефіцієнту $m = 0,23 \pm 0,03$. У випадку осереднення енергії вітру використовується $m = 1/7$. Значення коефіцієнту m не постійне, а зменшується при зростанні середньої швидкості вітру. Залежність з логарифмічним множником (3) зручна для визначення швидкості вітру на висотах до 100 м. Жодне з наведених значень m для формули (2) не забезпечує якісної апроксимації даних в широкому інтервалі висот, а тому для потреб обчислення обсягів виробництва електроенергії ВЕС при її експлуатації краще, якщо це можливо, отримати реальні дані про швидкість вітру на висоті вісі вітроколеса.

Виконані за формулами (2) та (3) розрахунки ймовірної швидкості вітру на різних висотах над поверхнею Землі та залежно від швидкості вітру на висоті флюгера (10 м) наведені в табл. 2.

Аналіз даних табл.2 дозволяє зробити однозначний висновок, що за досягнутого нині рівня розвитку віротехніки території зі швидкістю вітру менше 4 м/с не перспективні для широкомасштабного будівництва ВЕС. Площадки ж, які характеризуються середньорічною швидкістю вітру в межах від 4 м/с до 5 м/с, можуть забезпечувати прийнятні показники експлуатації ВЕС лише в разі використання вітроагрегатів з вежами не менше 40 – 50 м.

Зростання швидкості вітру з висотою до 1,5-2 км над поверхнею Землі стосується лише вільного потоку. Навпаки, швидкість вітру на вершинах виступаючих гір чи горбів, як правило, менша, ніж у вільного вітрового потоку на цій висоті, і лише на деякій відстані в невеликому інтервалі висот (до 1/3 - 1/2 висоти перешкоди) проявляється ефект ущільнення потоку над перешкодою і відповідне зростання його швидкості. Щоб раціонально використовувати ефект ущільнення потоку, в цих випадках необхідно виконати вимірювання швидкості вітру на різних висотах і визначити профіль зміни швидкості з висотою.

В Україні є значна кількість підвіщень антропогенного походження у вигляді шахтових териконів і копрів, насипів рудовидобувних

підприємств. Так, тільки недіючих шахтових териконів висотою 60-100 м на Донбасі більше 400. На верхівках і схилах таких териконів є площі достатні для того, щоб установити до десятка вітроагрегатів потужністю по 500 - 600 кВт і спорудити в цьому випадку ВЕС потужністю до 2-5 МВт. Тобто, на териконах Донбасу можна побудувати ВЕС на загальну потужність близько 1000 МВт. Однак спорудження ВЕС на териконах потребує додаткових досліджень і обґрунтувань. В умовах закриття багатьох шахт будівництво ВЕС на копрах і териконах дає змогу вирішувати соціальні питання (зайнятості, поліпшення умов праці), задіяти наявну на шахтах інфраструктуру (ЛЕП, ТП, дороги, будівлі, споруди). Відчутним буде й внесок генерування електроенергії. Використання териконів для будівництва ВЕС може стати предметом регіональної програми енергозабезпечення та соціального розвитку Донбасу.

Як відмічалось вище, рушійною силою виникнення вітру є різниця температур, а відповідно і тиску повітря в центрах циклональних та антициклональних процесів. Однак прогрів повітря нерівномірний не лише в таких планетарних масштабах. Повсякчас виникає значна різниця температур і на менших територіях. Так, море чи інша водойма прогривається і охолоджується значно повільніше, ніж суходіл; ліс повільніше, ніж зоране поле; вершини гір, плато повільніше, ніж їх південні схили. В цих та подібних випадках проявляються локальні місцеві баричні поля, які і є умовою виникнення бризів, гірсько-долинних та інших місцевих вітрів. Ці вітри накладаються на вітри циклонально-антициклональної природи і, оскільки перші мають значно нижчі енергетичні характеристики, ніж другі, то перші маскуються другими. Однак при відсутності вітру циклонально-антициклонального походження місцеві вітри проявляються на повну силу, оскільки в даному випадку відсутній ефект маскування. Бризи та гірсько-долинні вітри можуть досягати швидкості 6 м/с і більше, тобто можуть вносити суттєвий вклад в роботу ВЕС. Вітри циклонально-антициклонального походження діють в межах висот до 2-10 км і відстанях до 500 - 5000 км,

Таблиця 2

h, м	V, м/с					
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
10	3,32-3,57 3,44	3,87-4,16 4,02	4,42-4,76 4,59	4,97-5,35 5,16	5,52-5,95 5,74	6,07-6,54 6,31
30	3,51-3,95 3,75	4,10-4,61 4,37	4,68-5,26 5,00	5,27-5,92 5,60	5,85-6,58 6,22	6,44-7,24 6,84
40	3,66-4,24 3,95	4,27-4,95 4,61	4,88-5,66 5,26	5,49-6,36 5,92	6,09-7,07 6,58	6,71-7,78 7,24
50	3,77-4,48 4,12	4,40-5,23 4,81	5,03-5,98 5,49	5,67-6,73 6,18	6,29-7,48 6,87	6,92-8,22 7,55
60	3,88-4,70 4,27	4,52-5,48 4,98	5,17-6,26 5,69	5,82-7,04 6,40	6,46-7,83 7,11	7,11-8,61 7,82
70	3,96-4,88 4,39	4,62-5,67 5,12	5,28-6,51 5,85	5,94-7,32 6,58	6,60-8,13 7,31	7,26-8,95 8,04
80	4,04-5,05 4,49	4,71-5,89 5,24	5,39-6,73 5,99	6,06-7,57 6,74	6,73-8,41 7,49	7,40-9,25 8,24
90	4,11-5,20 4,59	4,79-6,06 5,35	5,46-6,93 6,12	6,16-7,79 6,88	6,84-8,66 7,65	7,53-9,53 8,41
100	4,16-5,33 4,67	4,86-6,22 5,45	5,56-7,11 6,23	6,26-8,00 7,01	6,75-8,84 7,79	7,64-9,78 8,57
150	4,42-5,90 5,01	5,15-6,88 5,84	5,89-7,87 6,68	6,63-8,86 7,51	7,36-9,84 8,35	8,10-10,82 9,18

тоді як бризи поширюються на висоти до 500 - 700 м і на відстані в межах 5-6 км (інколи до 20-50 км) від берегів Азовського та Чорного морів. Саме в цій прибережній полосі забезпечуються сприятливі для комерційної вітроенергетики швидкості вітрів - більше 5,0 - 5,5 м/с. Досить потужні гірсько-долиніні вітри спостерігаються в Карпатах. Діють такі вітри і в Кримських горах, але тут вони досліджені недостатньо, щоб робити конкретні висновки та рекомендації щодо їх використання з метою будівництва ВЕС великої потужності. Місцеві вітри інших типів в Україні не проявляються. Враховуючи значний енергетичний вклад бризів, можна орієнтувати розвиток комерційної вітроенергетики України з прив'язкою як до мілководних акваторій, так і до берегової смуги вздовж Чорного та Азовського морів із затокою Сиваш включно. Це саме може стосуватись і водоймищ Дніпровського каскаду ГЕС, деякі дані на підтвердження значного підвищення тут швидкості вітру є. Але для прийняття рішень щодо спорудження в цих місцях ВЕС необхідні

додаткові дослідження перспективних ділянок з використанням сучасної вітровимірювальної техніки.

Територію України з огляду на вітропотенціал і можливості розвитку вітроенергетики пропонується умовно поділити на три зони:

3 середньорічною швидкістю вітру більше 5 м/с - сприятлива, в межах 4-5 м/с - частково сприятлива і в межах менше 4 м/с - несприятлива.

За цим поділом сприятлива для розвитку вітроенергетики зона охоплює наступні території: смугу суходолу шириною до 6 км та акваторії шириною від 12 км в межах Одеської, Миколаївської до 50-60 км і більше в межах Херсонської, Запорізької і Донецької областей вздовж берегів Чорного та Азовського морів з Сивашем включно.

Найбільші площі перспективних площадок для ВЕС є на прилеглих морських акваторіях, особливо в Азовському морі, на Сивашу та Одеській банці в Чорному морі. В решті місць це прибережна смуга моря в межах територіальних вод. Такі площі є і в Криму, окрім південного берега від мису Форос

до м. Феодосія включно. На цих територіях дослідження вітропотенціалу можуть бути самими мінімальними і першочерговими. В межах Криму перспективною територією для вітроенергетики можна розглядати весь Керченський півострів. Як перспективні можуть також розглядатися плато і вершини Кримських гір. Перспективною територією для розвитку вітроенергетики слід розглядати також Карпати, однак тут потрібно дуже уважно визначати вітропотенціал територій через велику кількість можливих варіантів затінення площадок, особливо в долинах і на гірських схилах. Ще однією з перспективних для ВЕС територій на суходолі є Донецький кряж та Приазовська височина. В значній мірі вітропотенціал тут нерівномірний, розподіл його подібний до розподілу в Карпатах.

Частково сприятлива для розвитку вітроенергетики зона межує на рівнинній частині суходолу півдня України з першою зоною, а далі йде по лінії вище Дніпропетровська, Полтави та Сум. Такою ж, але недостатньо дослідженою зоною варто розглядати верхню частину

Волино-Подільської та Придніпровської височин, Овруцький край.

Решта території України має середньорічну швидкість вітру менше 4 м/с, тобто вітропотенціал тут несприятливий для промислової вітроенергетики, але за детальних досліджень і тут можна відшукати ділянки з достатнім вітропотенціалом для будівництва невеликих ВЕС, не говорячи вже про вітроагрегати малої потужності, розраховані на менші робочі швидкості вітру, ніж вітроагрегати потужністю більше 100 кВт. Слід враховувати, що сучасна вітромеханічна техніка також розрахована на невисокі швидкості вітру. І нарешті, віротехніка прогресує, розробляються для масового використання вітроелектричні агрегати з високими вежами. Вимірювання швидкості вітру вже тепер доцільно проводити на висотах: 10м, 30-40 м – для потреб сучасної серійної віротехніки, та 80-100 м – для потреб перспективної віротехніки.

Додатковими сприятливими умовами для розвитку вітроенергетики в прибережних зонах є те, що тут менше поривів вітру, чітко виражений його генеральний напрям, зміни напрямку вітру з висотою через малі сили гальмування – мінімальні, а повторюваність енергетичних вітрів (вищих за 5 м/с) перевищує 70%, що у 2 - 4 рази більше, ніж на континентальних територіях.

Дослідження змін швидкості вітру залежно од відстані від акваторії засвідчує, що на відстані 7 км від берега моря швидкість вітру в середньому зменшується у 2 рази. Реальна картина може змінюватись на краще, але лише за наявності підвищень.

Наведені дані про вітропотенціал дозволяють зробити висновок, що в Україні найбільші перспективи має спорудження берегових (онофшорних) та прибережних (офшорних) ВЕС на акваторіях, оскільки в цих зонах найвищий вітропотенціал (більші швидкості вітру та їх повторюваність), і вони повсюдно знаходяться в енергодефіцитних районах. Для спорудження ВЕС, Україна має дуже сприятливі передумови. Перш за все це звичайно велика площа мілководних (глибиною до 12м) акваторій, де можна споруджувати стаціонарні ВЕС. Серед усіх акваторій найвищий пріо-

ритет належить Сивашу, який ніколи не замерзає. Окрім того Україна одна із п'яти країн світу, яка володіє технологією наплавного гідротехнологічного будівництва споруд у відкритому морі, яке у 1,5-2 рази здешевлює це будівництво в порівнянні з технологіями звичайного будівництва. В разі адаптації цієї технології для потреб будівництва ВЕС на морських акваторіях вона дозволить організувати поточний метод спорудження фундаментів, монтажу і налагодження вітроустановок у сухому доці порту, а не в польових умовах (у відкритому морі). Здійснити це може Херсонський суднобудівельний завод "Палада", який дав згоду на участь в будівництві ВЕС на акваторіях.

Однак такої технології, адаптованої до будівництва ВЕС у вітчизняній практиці поки що нема, її потрібно створювати, відпрацьовувати, що потребує часу і коштів. За створення такої технології потрібно братись вже нині, але, виходячи з реалій, мусимо визнати, що сьогодні без якихось ускладнень можемо розпочати широкомасштабне будівництво лише онофшорних ВЕС. Окрім того, як засвідчує практика Данії, Німеччини, Голандії, які вже ведуть будівництво офшорних ВЕС, враховуючи більш складні умови технічного обслуговування та ремонту ВЕС у морі, бажано комплектувати ВЕС вітроагрегатами потужністю 1 - 2,5 МВт. Вітроагрегатів такої потужності в Україні ще не випускається і це ще один аргумент на користь спорудження онофшорних ВЕС.

На морських акваторіях частіше всього вектор генерального напрямку вітру паралельний береговій лінії, що в майбутньому дозволить дуже просто поєднати будівництво ВЕС на березі з будівництвом на акваторії: ряд вітроагрегатів з берега можна продовжити на наливній (насипній) дамбі за береговою лінією. А тому варто, щоб будівництво онофшорних ВЕС розпочиналось в Україні, зокрема на Сивашу таким чином, щоб у майбутньому можна було поступово перейти до спорудження офшорних ВЕС. Саме таку рекомендацію дали експерти фірми Danish Power Consulting. Враховуючи вітропотенціал, потребу в електроенергії, наявність інфраструктури, варто розпочати будівництво онофшорних ВЕС на береговій лінії,

дамбах, плотинах Сивашу, насамперед в західній його частині. Датські фахівці рекомендують також створювати наливні чи насипні дамби на тих площах, які мають глибину до 0,5 м або на тривалий період року пересихають. Це сприятиме включенню території Сивашу у додаткове корисне господарське використання. В інших місцях онофшорні ВЕС можуть будуватись на косах, островах, молах, дамбах та інших гідротехнічних спорудах на берегах морів.

Беручи до уваги наведене вище, можна рекомендувати:

Для забезпечення потреб довгострокового розвитку вітроенергетики в Україні необхідно скласти програму і здійснити комплекс наукових досліджень, спрямованих на створення Вітрового атласу, дані якого дозволять прискорити прийняття обґрунтованих рішень про спорудження ВЕС в різних регіонах країни.

В Криму ВЕС мають переважно споруджуватись в Присивашші, орієнтуючись на використання інфраструктури Північно-Кримського каналу, а також на Керченському півострові.

В Донецькій області будівництво ВЕС має зосереджуватись насамперед в прибережній зоні Азовського моря, а окрім того, на рекультивованих териконах шахт, що у випадку закриття шахти дозволить вирішувати соціальні питання працевлаштування звільнених і безробітних шахтарів, збереження і використання наявної інфраструктури (ЛЕП, КТП, будівлі, споруди, дороги).

В Херсонській області основне будівництво ВЕС необхідно зосередити в Присивашші, насамперед в західній частині, а також на Азовському узбережжі (Арабатська стрілка).

В Карпатському регіоні будівництво ВЕС може базуватись в гірських енергодефіцитних районах і насамперед освоєних нафто- і газодобуванням та геологорозвідкою, де значною мірою створена необхідна для ВЕС інфраструктура (ЛЕП, дороги) та є споживачі електроенергії. Одночасно, це в свою чергу сприятиме розвитку нафто- і газодобування.

В інших регіонах України будівництво ВЕС має розпочинатись після детального вивчення вітропотенціалу оптимальних площадок.

Основні напрями підвищення ефективності використання вітропотенціалу площадок вітрових електростанцій

Б. П. КОРОБКО

Світовий досвід засвідчує, що економічно ефективними можуть бути вітрові електростанції (ВЕС), середньорічний коефіцієнт використання потужності вітроелектричних установок яких не нижче 0,15. На реальну величину цього коефіцієнту впливають як природні умови і конструктивні особливості установок, так і організація і якість їх технічного обслуговування, рівень кваліфікації обслуговуючого персоналу. Залишимо поза увагою останнє і розглянемо лише можливості природних умов і конструкції віротехніки щодо впливу на обсяги генерування електроенергії та витрати на будівництво ВЕС.

ВЕС складається із значної кількості вітроагрегатів, які розміщуються на площадці. До кожного агрегату мають прокладатись під'їзні дороги, щоб зробити можливими його цілорічне технічне обслуговування і ремонти, підводиться комунікація для видачі електроенергії в мережу та контролю роботи і управління ВЕС в цілому та кожного вітроагрегату зокрема. Зрозуміло, що чим довші відстані між агрегатами, тим більші витрати на будівництво доріг, ЛЕП, ліній зв'язку. Але й значно зосередити вітроагрегати неприпустимо, бо вони будуть створювати один для другого «аеродинамічну тінь», через що суттєво скоротяться обсяги виробництва електроенергії, а в кінцевому результаті погіршаться техніко-економічні показники експлуатації ВЕС.

Завдання оптимального розташування вітроагрегатів на площадці – одне з ключових для успішної роботи ВЕС. Традиційними методами проектування ВЕС розв'я-

зати це завдання важко через необхідність врахування великої кількості факторів і складності самого розв'язання як математичної задачі. У той же час застосування сучасних ПЕОМ та програмного забезпечення WindFarm фірми RESoft (Великобританія) дозволяє автоматизувати виконання потрібних розрахунків. Для цього потрібні: карта місцевості з оцифрованим рельєфом та позначенням типу підстилаючої поверхні і розподіл вітрів за напрямками і швидкостями на площадці; графік залежності потужності вітроагрегатів, якими буде комплектуватись ВЕС, від швидкості вітру. Програмою WindFarm передбачається виконання розміщення вітроагрегатів на карті, а також інших новобудов для ВЕС, що тою чи іншою мірою впливатимуть на параметри вітру в межах площадки. Після цього автоматично обчислюються:

- річний обсяг виробництва електроенергії кожним агрегатом та ВЕС в цілому;
- зменшення обсягу виробництва електроенергії вітроагрегатами через аеродинамічні затінення рельєфом місцевості та одним одного;
- розподіл вітропотенціалу на рельєфі місцевості залежно від напрямку вітру та висоти розташування сі вітроколеса вітроагрегату над поверхнею землі;
- показники роботи кожного вітроагрегату в даних умовах;
- визначення координат розташування на місцевості та оптимізація цього розташування;
- розподіл шумового навантаження ВЕС на місцевості;
- трьохмірне зображення ВЕС на місцевості.

Досвід роботи Донузлавської ВЕС свідчить наскільки значні втрати виробництва електроенергії можна мати при неоптимальному розміщенні вітроагрегатів. Так, під час

вітру з напрямком, паралельним ряду вітроагрегатів, взаємозатінення поширюється на 5-6 вітроагрегатів, і за невеликої швидкості вітру затінені вітроагрегати повністю зупиняються, а ті, що працюють, генерують електроенергію в обсягах, значно менших від потенційних, розрахункових для цієї швидкості вітру.

З огляду на викладене, стає зрозумілою необхідність точного визначення розподілу вітру за напрямками. Відомо, що напрямки вітру на рівні висоти флюгера ($b=10\text{ м}$) і вісі вітроколеса можуть суттєво (до $10\text{-}15^\circ$) відрізнитись. А тому, з урахуванням вказаного, доцільно, щоб при вивченні вітропотенціалу площадки для ВЕС розташовували флюгер (датчик напрямку), а заодно і датчик швидкості вітру на такій висоті, яку матимуть вітроколеса віротурбін, що плануються до комплектування ВЕС.

За рівних умов бажаним (з огляду на збільшення обсягів генерування електроенергії) є розташування віротурбіни на якомога більшій висоті над поверхнею Землі, де вітри більш потужні і стабільніші. Однак збільшення висоти веж викликає зростання вартості будівництва ВЕС. Наприклад, за розрахунками ДКБ «Південне» оптимум щодо техніко-економічних показників ВЕС при використанні вітроагрегатів АВЕ-250С досягається при висоті вежі в межах 60-80 м. Вежі таких висот почали застосовувати для континентальних ВЕС ряд німецьких фірм. Діють також пристрої з вежами висотою близько 100 м. За даними аерологічних метеостанцій висота 100 м над поверхнею Землі повсюдно забезпечує середньорічну швидкість вітру в межах близько 8 м/с. Це те, що може зробити вітроенергетику доступною і ефективною в усіх регіонах. Із зазначеного стає зрозумілою необхідність створен-

ня високих веж низької вартості.

Розрахунки показують, що в умовах вітропотенціалу України вітроу USW 56-100 з паспортною вежею може досягати коефіцієнта використання встановленої потужності в межах 0,15-0,17, а щоб досягти Кр на рівні 0,2, потрібно мати вежу висотою від 35 до 50 м.

ДНДІ НЕЕ спільно з УкрНДІ будівельних конструкцій виконали розробки, спрямовані на створення веж для ВЕУ-220 із стандартних залізобетонних опор ЛЕП висотою 26 м українського виробництва. Вартість таких опор близько 1 тис. грн. за шт. Ці опори можуть бути використані і для створення комбінованих веж пристроїв USW 56-100, які нині найбільш широко застосовуються в Україні. Комбінована вежа має складатись із трьох опор ЛЕП, з'єднаних з одного боку з фундаментом, а з протилежного - з паспортною 18-метровою трубчатою вежею USW 56-100. Така комбінація дозволить підняти вітроустановку USW 56-100 з висоти 18 м на висоту близько 44 м, що за розрахунками в умовах вітропотенціалу Донузлавської ВЕС забезпечить середньорічну швидкість вітру на висі віротурбіни більшу на 26% та досягти завдяки цьому генерування електроенергії ВЕС в обсягах, передбачених проектом. Надалі такі вежі можна було б застосувати і на інших ВЕС. Додаткове застосування трьох опор підвищить вартість змонтованої установки лише незначно (не більше 4-5 тис. грн.) і ці затрати можуть перекритися доходом від додаткових обсягів генерування електроенергії (за розрахунком 78%).

Інший можливий варіант підвищення ефективності використання вітропотенціалу конкретної площадки для ВЕС, який практикує датська фірма Vestas та деякі інші фірми, це комплектування вітроагрегату залежно від середньорічної швидкості вітру на ділянці ВЕС різними за довжиною лопатями. Як правило, застосовують три довжини лопатей. Різниця в довжині їх невелика, що не впливає на номінальне число обертів електрогенератора і конструкцію мультиплікатора. За економічної доцільності варто змінювати й характеристики (передавальне число) мультиплікатора, що може звести до застосування різних варіантів зубчатих коліс. Зокрема на вітроагрегаті потужні-

стю 600 кВт згадана фірма застосує вітроколеса діаметром 39, 42 та 44 м, тобто відхилення від базового вітроколеса на довжині лопаті становлять 1,5 та 1,0 м. Вітроколеса малого діаметру забезпечують кращі показники при високих середньорічних швидкостях вітру, а більшого - при низьких. Фірма рекомендує вітроколесо Ж39 м - для середньорічної швидкості 12 м/с, Ж42 м - для 10 м/с, Ж44 м - для 8 м/с. Збільшення діаметру вітроколеса підвищує його «чутливість» до швидкості вітру. Однак в той же час «надто чутливі» вітроколеса гірше використовують діапазон високих швидкостей вітру, окрім того збільшення діаметру вітроколеса (довжини лопаті) збільшує й вартість вітроустановки.

Серед важливих недоліків більшості нинішніх вітроагрегатів необхідно відзначити застосування неспеціалізованих генераторів струму. Серійні асинхронні генератори струму розраховані на роботу з постійною величиною навантаження. В разі недовантаження такі генератори працюють з меншим ККД, тобто більше (питомо) втрачають механічної енергії, що надходить на ротор генератора. Через стохастичну природу вітру вони більшу частину часу працюють з навантаженням меншим номінальної потужності свого генератора.

Кардинальним розв'язанням цієї задачі було б створення і налагодження серійного виробництва для вітроустановок спеціальних генераторів електричного струму, що вже роблять окремі фірми, наприклад Enercon. Кращим варіантом генератора був би той, в якому залежно від енергії вітрового потоку регулювалась би величина номінальної потужності, а для цього потрібно відповідним чином змінювати напруженість магнітного поля, тобто конструкцію генератора. Як варіант можна розглянути генератор з двома рівнями напруженості магнітного поля, застосування асинхронізованих генераторів (з фазним ротором) і так звані «подвійним живленням» або ж нарешті, що складніше конструктивно, віротурбіну з двома серійними генераторами із співвідношенням їх номінальної потужності в межах від 1:3 до 1:1. У випадку вітроагрегата з двома генераторами на малих швидкостях вітру пра-

цював би генератор меншої потужності, на середніх - більшої, і на великих - обидва. В усіх варіантах досягається зменшення стартової швидкості віротурбіни та зсув всієї кривої генерування електроенергії вліво, в зону більших потужностей та підвищення рівня встановленої потужності вітроустановки на вітрах високої швидкості. Так, наприклад, якщо на USW 56-100 встановити 2 серійних генератора однієї потужністю 45 кВт, а другий залишити той, що використовується нині, тобто потужністю 107,5 кВт, то вітроагрегат почав би генерувати якісну електроенергію не з 5,5 м/с, а з 3,5-4 м/с. На швидкості приблизно більше 9 м/с виключається генератор потужністю 45 кВт, а включається головний - потужністю 107,5 кВт. На швидкості вище 13,5 м/с могли б працювати обидва генератори, тобто вітроустановка могла б досягати потужності більше 150 кВт.

Оригінальна схема регулювання потужності застосовується в сучасних віротурбінах ряду німецьких фірм. В цій схемі використовується асинхронний генератор з подвійним живленням, а вітроколесо може працювати в режимах або зі змінним числом обертів або з постійним. При змінному числі обертів генерований електричний струм має непостійну частоту й напругу. Струм спочатку випрямляється і стабілізується за напругою, а далі отриманий постійний струм інвертується в змінний трьохфазний стандартних параметрів (частоти й напруги). В цьому режимі вітроагрегат працює до досягнення номінальної потужності. З досягненням номінальної потужності генератора включається в роботу пітч, який регулює положення лопатей, запобігаючи перевантаженню генератора. Завдяки застосованій схемі в будь-який момент часу генератор працює в оптимальному режимі. Ця схема забезпечує збільшення річного обсягу генерування електроенергії не менше 10% в порівнянні з використанням лише пітчевого регулювання потужності. Наявність в таких схемах блоку з постійним струмом дозволяє комбінувати вітроагрегат з сонячними фотоелектричними модулями. Подібні рішення застосовують фірми DeWind, Enercon, SudWind, Genesis. Варіантом таких схем є використання генераторів зі

змінюю числа пар полюсів і співвідношенням потужностей, близьким до 1:5. Генератор у випадку високого числа пар полюсів працює через блок постійного струму, а після переключення на менше число пар полюсів - в режимі півцевого регулювання.

Серед головних напрямів підвищення ефективності вітроенергетики в цілому і використання вітропотенціалу площадок ВЕС зокрема слід назвати також розробку та організацію серійного виробництва вітроагрегатів великої потужності. Нині в різних країнах світу ведеться розробка вітроагрегатів потужністю понад 8000 кВт, а в серійному виробництві є установки 1500 кВт та 2500 кВт. Застосування такої техніки дозволяє зменшити витрати на технічне обслуговування у 2-3 рази, на будівельно-монтажні роботи - у 1,5-2 рази, а собівартість електроенергії на 30 - 40%.

В усіх розглянутих варіантах необхідно мати на увазі можливість зниження надійності вітроагрегата, що призведе до погіршення техніко-економічних показників роботи ВЕС. А тому застосування нововве-

день вимагає попередніх досліджень, хоча б на теоретичному рівні, як перший крок. В той же час наведені оціночні розрахунки свідчать про перспективність і ефективність використання двогенераторних (але не більше) пристроїв або ж генераторів, в яких здійснюється регулювання номінальної потужності залежно від швидкості вітру.

Комерційна вітроенергетика дуже молода прогресуюча галузь. Поле діяльності щодо підвищення ефективності вітротехніки дуже широке, перспективи великі і тому без сумніву з часом будуть з'являтися все нові і нові технічні рішення, які дозволять зробити вітроенергетику доступною для будь якої площадки.

Варто мати на увазі, що ефективність роботи ВЕС залежить також від того, у чий власності вона знаходиться, хто використовує генеровану нею електроенергію. Якщо власником ВЕС є, наприклад, електрогенеруюча компанія, то енергію вона буде продавати на енергоринку за оптовим тарифом в межах 2,4-2,9 цент/кВт-год і вип-

лачувати всі передбачені законодавством податки. Якщо ж власником ВЕС буде енергопостачальна компанія, то вона має змогу продавати генеровану ВЕС енергію за роздрібним тарифом (близько 4,5 цент/кВт-год) або ж за трьохзонним тарифом (від 1 до 10 цент/кВт-год) з одночасною сплатою відповідних податків, які менші за обсягом в порівнянні з податками, що сплачують генеруючі компанії. І нарешті, якщо власником ВЕС буде сам споживач, який споживатиме всю генеровану енергію, то в розрахунках ефективності потрібно використовувати, як і у випадку з енергопостачальними компаніями, роздрібний тариф. В той же час у споживача електроенергія не буде товаром. Це значить, що він сплачуватиме лише нарахування на заробітну плату, інші податки йому не нараховуються. Отже не рекомендується, щоб ВЕС споруджували для себе електрогенеруючі компанії, оскільки в цьому випадку доход від отриманої електроенергії буде найменшим. Найбільш бажано, щоб власником ВЕС був сам споживач.

Стан та шляхи підвищення надійності і ефективності енергозабезпечення та енерговикористання Закарпатської області

Ю.О. ВІХАРЄВ,
канд.техн.наук, зав.відділом Інституту загальної енергетики НАН України,

С.П. ДЕНИСЮК,
канд.техн.наук, директор АТ "Укренергозбереження",

О.С. МАТВІЙЧУК,
заступник завідувача секретаріата Комітету Верховної Ради з питань паливно-енергетичного комплексу, ядерної політики та ядерної безпеки

Однією з перлин України є Закарпатська область. Попри всі труднощі, обумовлені тяжким економічним станом нашої держави, наслідками екологічного лиха в листопаді 1998 року, місцева влада намагається покращити економічний стан області, підняти добробут закарпатців. Одним із важливих напрямків є підвищення ефективності енергозабезпечення та енерговикористання. Для започаткування комплексних робіт у цьому напрямку керівництво області (перший заступник голови Закарпатської облради НУСЕР Е.Е. та перший

заступник голови Закарпатської облдержадміністрації **ЛІНГУР В.П.**) та м. Мукачева (міський голова **БАЛОГА В.І.**) звернулись у Комітет Верховної Ради України з питань паливно-енергетичного комплексу, ядерної політики та ядерної безпеки з пропозиціями розглянути на законодавчому рівні комплекс заходів по забезпеченню підвищення надійності та ефективності енергозабезпечення та енерговикористання в Закарпатті.

За ініціативою голови Комітету **КОВАЛКА М.П.** 6 квітня 1999 р. відбулося засідання Комітету по розгляду даного питання, у якому взяла участь представницька делегація із Закарпатської області. До її складу входили заступник начальника управління Закарпатської облдержадміністрації **ПОПОВИЧ Ю.П.**, директор Закарпатського регіонального центру енергоефективних технологій **РАДИШ І.П.**, начальник управління Міжгірської райдержадміністрації **ВОВОЛКА А.В.** На засідання Комітету були запрошені заступник міністра Міненерго України **ДАРЧУК В.А.**, заступник голови Держкоменергозбереження **КРАМАРЕНКО Є.Р.**, начальник Центральної інспекції з енергозбереження України **ТИМОШИК А.М.**, директор АТ "Укренергозбереження" **ДЕНИСЮК С.П.**, зав. відділом Інституту загальної енергетики НАН України **ВІХАРЄВ Ю.О.**

Пропозиції Закарпатської області на засіданні Комітету були підтримані. Зазначено, що для вирішення багатьох проблем енергозабезпечення та енерговикористання необхідно є розробка Закону України "Про енергетичну політику України". Пропозиції комітету направлено в Кабінет Міністрів України, по ним готується відповідне рішення.

1. Загальна характеристика Закарпаття

Підвищення рівнів самоенергозабезпечення регіонів, реалізація державної політики енергозбереження на регіональному рівні нерозривно пов'язані з підвищенням ефективності енергозабезпечення та енерговикористання, впровадженням енергоефективного об'єднання, організаційно-економі-

чного механізму енергозбереження. Ця проблема є надзвичайно актуальною для Закарпатської області як для однієї з небагатьох областей України, що не має власних потужних енергогенеруючих джерел.

Закарпатська область споживає в останні роки 385 – 389 тис. т у.п. паливно-енергетичних ресурсів (в середньому):

1,9-2,0 млрд. кВт.год електроенергії;

700 – 750 млн. куб. м газу;

0,7 – 0,8 млн. т нафтопродуктів;

1,2 – 1,3 тис. т вугілля та 1,2 млн. куб. м дров.

Закарпаття за рахунок власного виробництва задовольняє менше десяти відсотків своїх потреб в електроенергії. При встановленій потужності 37,6 МВт та чисельності населення близько 1250 тис. електрогенеруючих джерел) в області складає 0,03 кВт/люд. За цим показником Закарпатська область займає одне з останніх місць в Україні, хоча в області лише потенціал гідроенергетичних ресурсів малих та середніх річок складає 6,45 млрд. кВт.год на рік, що є найбільшим серед регіонів України. Причому гідроенергопотенціал з екологічної точки зору має суттєві переваги та може повністю стати основою самоенергозабезпечення регіону. Гідротехнічні споруди одночасно є єдино реальними засобами боротьби із значними втратами від весняних злив та повенів.

Область має власні генеруючі потужності у складі ТЕЦ потужністю 6 МВт та трьох гідроелектростанцій: Терембле-Рікська ГЕС (встановлена потужність – 27,0 МВт); Оноківська ГЕС (2,65 МВт); Ужгородська ГЕС (1,9 МВт). Останні дві входять до каскаду, розташованого на дериваційному каналі, через який здійснюється водозабір питної води з річки Уж для потреб м. Ужгорода. Унікальність Терембле-Рікської ГЕС полягає в тому, що для її роботи використовуються гідроресурси двох річок – Ріка і Терембля. Гідроелектростанція побудована на р. Ріка, а вода р. Терембля, накопичуючись у штучному водосховищі, подається на турбіни ГЕС тунелем під хребтом, що розділяє дві річки. При цьому ефективно використовується перепад висот (близько 200 м) між двома річками.

Проводиться робота по розвідці

газових родовищ, придатних для промислового видобування газу. Експлуатується тільки Солотвинське газове родовище, де свердловина № 1 переведена в розряд контрольних, а від діючої свердловини № 2 здійснюється відбір 800 – 1000 куб. м газу на добу для потреб с.м.т. Солотвино. Цього газу в обмеженій кількості вистачає тільки для багатопверхового житла, а приватний сектор і котельні вимушено працюють на рідкому та твердому паливі. Обласна державна адміністрація звернулася до ДК "Укргазовидобування" з проханням вжити заходів щодо збільшення видобутку газу з Солотвинського родовища.

Свого часу геологорозвідка засвідчила: в області є газові родовища, які, безперечно, підлягають промисловій експлуатації, – поблизу сіл Станово та Яблунів Мукачівського, Руські Комаївці, Велика і Мала Добронь Ужгородського районів. Найперспективніше з них Руськокомаївське із розвіданими запасами 2,044 млрд. куб. м зараз підготовлене до розробки. Враховуючи якість газу (відносно невисоку теплотворну здатність та високий вміст азоту (45%)), запаси цього родовища планується використати поблизу родовища.

По результатах розробок різних організацій енергопотенціал зосереджений в сфері відновлюваних джерел енергії: гідроенергетики, гідротермальної, вітро- та сонячної енергетики

Для розвитку енергетичної інфраструктури Закарпатської області доцільним є широке використання місцевих енергоресурсів. Для цього потрібна конкретна розробка інвестиційних проектів для першочергових, найбільш економічно доцільних джерел місцевого самоенергозабезпечення.

Проблема з енергозабезпечення Закарпаття ускладнюється періодичними повенями. Так, до значних збитків у господарстві регіону призвела екологічна катастрофа, обумовлена повенями у листопаді 1998 р. Внаслідок дії повені пошкоджено магістральні (35 – 110 кВ) та розподільчі (0,4 – 10 кВ) електричні мережі. Через руйнування 60 опор та обрив 55 км проводів шести повітряних ліній (ПЛ) напругою 110 кВ та 15 напругою 35 кВ було відключено 24 підстанції напругою 35 і 110 кВ, а на самих

підстанціях пошкоджено дороге обладнання (масляні вимикачі 6 – 10 кВ – 20 шт., трансформатори струму – 60 шт., трансформатори напруги – 27 шт., розрядники – 30 шт., комірки КСО (КРУ) – 23 шт., трансформатори власних потреб – 2 шт.). Особливо великої шкоди заподіяно електричним мережам напругою 0,4 – 10 кВ. Повністю зруйновано 60 км ПЛ – 10 кВ та 50 км ПЛ – 0,4 кВ, 59 силових трансформаторів, 30 КТП, 8 км кабельних ліній напругою 0,4 – 10 кВ.

Для області характерні в основному малі та індивідуальні джерела тепловиробництва, які використовують деревину (в тому числі відходи деревини), природний газ, у невеликих обсягах вугілля.

Основними об'єктами енергоспоживання в Закарпатській області є комунально-побутові споживачі, підприємства верстатобудування, приладобудування, деревообробки, будматеріалів, хімічної промисловості (виробництва синтетичних смол, пластмаси тощо), підприємства виробництва товарів народного споживання, виробництва та переробки сільськогосподарської продукції, організації бюджетної сфери.

У Закарпатській області розроблено Програму енергозбереження області на період до 2015 року, яка коригується згідно з зауваженнями Держкоменергозбереження України, функціонує Програма енергозбереження Мукачівського промислового вузла. В області діють Закарпатська обласна інспекція з енергозбереження, Закарпатський регіональний центр енергоефективних технологій, функціонує Координаційна рада по виконанню завдань програми впровадження в побуті засобів обліку газу, води та теплової енергії.

Слід відзначити результати, досягнуті у області в сфері енергозбереження в м. Мукачеві. Тут діють міські програма та рада з енергозбереження (зокрема, проаналізовано реальні втрати електроенергії в електричних мережах, розроблено механізм стимулювання економії енергоносіїв та води у водопровідно-каналізаційному господарстві); розробляються принципи енергоефективної демонстраційної зони. Ведуться роботи по впровадженню енергоефективного обладнання, систем обліку та регулювання,

електроенергетичного обладнання, реалізується проект по установці мікроГЕС. За участю міськвиконкому та Закарпатського центру енергоефективних технологій проведено два міжнародні науково-технічні семінари з тематики енергозбереження.

На виконання Указу Президента України про 10-відсоткове скорочення споживання природного газу та Програми заходів по скороченню споживання природного газу, за 9 місяців 1998 року в області спожито 691,9 млн. куб. м газу проти 739,7 млн. куб. м за відповідний період 1996 року, (зменшення споживання склало 6,7 %). На виконання Програми встановлення засобів обліку енергоносіїв та відповідних постанов Кабінету Міністрів України необхідно відзначити: на 01.01.99 р. в області встановлено 58,573 тис. лічильників газу (73,2 % до завдання цієї Програми), в тому числі 15,487 тис. шт. за 1998 рік.

На виконання Програми встановлення лічильників води та теплової енергії станом на 01.10.98 р. в будинковому обліку встановлено лічильників холодної води – 562 шт. (14,1% до Програми).

2. Екологічний стан

Існуюча структура виробництва призводить до того, що регіон Закарпаття був та й залишається найбільш екологічно чистим. Валові викиди в атмосферу всіх шкідливих речовин в Закарпатті у 1988 – 1990 рр. склали лише 0,3% від загальних викидів в Україні, в тому числі діоксиду вуглецю 0,2%, сіркового ангідриду 0,3% та оксиду азоту 0,4%.

Необхідно врахувати, що процес розвитку Європейського співтовариства супроводжується гармонізацією і вимогливістю нормативної бази країн на основі соціальних (а не політичних) факторів: безпеки населення (продукти та товари), екологічної чистоти (товари і виробництва, що їх виробляють), а також енергоефективності (товари і виробництва). На основі цих соціально значимих факторів має регулюватися європейський ринок. У результаті Закарпаття, прикордонний регіон, може стати своєрідним містком на європейський ринок.

Основою збереження екологічної чистоти регіону в процесі ре-

конструкції відновлення та розвитку економіки (виробничих сил) регіону повинна бути політика енергоефективності: енергозбереження та самоенергозабезпечення на основі використання власних ресурсів, зокрема відновлюваних.

3. Актуальність модернізації об'єктів паливно-енергетичного сектора

Вихід із скрутного становища передбачає у побудові сучасної енергетичної інфраструктури регіону. При цьому слід враховувати можливість вигідно задіяти переваги реалізації економічної зони "Закарпаття", Закону України "Про спеціальний режим інвестиційної діяльності в Закарпатській області", створення сприятливого інвестиційного клімату, вигідне географічне положення області.

В умовах постійної загрози катастрофічних повеней спорудження гідроелектростанцій, як правило, передбачає комплексне використання водоресурсного потенціалу гірських потічків та річок по всій території області. Для забезпечення максимально можливого використання потужностей ГЕС при них передбачається створення системи малих і відносно малих акумулюючих водоймищ, спроможних вмістити тримісячний водостік відповідних річкових басейнів, що є одночасно протиповеневим водорегулюванням.

Планується будівництво каскаду із п'яти ГЕС на річці Тиса потужністю 25-30 МВт кожна. По двох із них інститутом "Гідропроект" проводяться проектні роботи. Проте через відсутність коштів в Міністерстві України їх завершення зволікається.

Інститутом технічної теплофізики НАН України проведено дослідження ресурсів і теплового потенціалу перспективних для промислового використання джерел термальних вод Закарпатської області. Мова йде, насамперед, про родовища Берегівського, Косинського, Залужського, Тереблянського, Велятинського, Велико-Паладського, Велико-Бактянського, Ужгородського джерел. На базі міжколгоспного санаторію "Косино" (Берегівський район) цим же інститутом завершено будівництво теплового пункту з використанням термальних вод для опалення і га-

підстанціях пошкоджено дороге обладнання (масляні вимикачі 6 – 10 кВ – 20 шт., трансформатори струму – 60 шт., трансформатори напруги – 27 шт., розрядники – 30 шт., комірки КСО (КРУ) – 23 шт., трансформатори власних потреб – 2 шт.). Особливо великої шкоди заподіяно електричним мережам напругою 0,4 – 10 кВ. Повністю зруйновано 60 км ПЛ – 10 кВ та 50 км ПЛ – 0,4 кВ, 59 силових трансформаторів, 30 КТП, 8 км кабельних ліній напругою 0,4 – 10 кВ.

Для області характерні в основному малі та індивідуальні джерела тепловиробництва, які використовують деревину (в тому числі відходи деревини), природний газ, у невеликих обсягах вугілля.

Основними об'єктами енергоспоживання в Закарпатській області є комунально-побутові споживачі, підприємства верстатобудування, приладобудування, деревообробки, будматеріалів, хімічної промисловості (виробництва синтетичних смол, пластмаси тощо), підприємства виробництва товарів народного споживання, виробництва та переробки сільськогосподарської продукції, організації бюджетної сфери.

У Закарпатській області розроблено Програму енергозбереження області на період до 2015 року, яка коригується згідно з зауваженнями Держкоменергозбереження України, функціонує Програма енергозбереження Мукачівського промислового вузла. В області діють Закарпатська обласна інспекція з енергозбереження, Закарпатський регіональний центр енергоефективних технологій, функціонує Координаційна рада по виконанню завдань програми впровадження в побуті засобів обліку газу, води та теплової енергії.

Слід відзначити результати, досягнуті у області в сфері енергозбереження в м. Мукачеві. Тут діють міські програма та рада з енергозбереження (зокрема, проаналізовано реальні втрати електроенергії в електричних мережах, розроблено механізм стимулювання економії енергоносіїв та води у водопровідно-каналізаційному господарстві); розробляються принципи енергоефективної демонстраційної зони. Ведуться роботи по впровадженню енергоефективного обладнання, систем обліку та регулювання,

електроенергетичного обладнання, реалізується проект по установці мікроГЕС. За участю міськвиконкому та Закарпатського центру енергоефективних технологій проведено два міжнародні науково-технічні семінари з тематики енергозбереження.

На виконання Указу Президента України про 10-відсоткове скорочення споживання природного газу та Програми заходів по скороченню споживання природного газу, за 9 місяців 1998 року в області спожито 691,9 млн. куб. м газу проти 739,7 млн. куб. м за відповідний період 1996 року, (зменшення споживання склало 6,7 %). На виконання Програми встановлення засобів обліку енергоносіїв та відповідних постанов Кабінету Міністрів України необхідно відзначити: на 01.01.99 р. в області встановлено 58,573 тис. лічильників газу (73,2 % до завдання цієї Програми), в тому числі 15,487 тис. шт. за 1998 рік.

На виконання Програми встановлення лічильників води та теплової енергії станом на 01.10.98 р. в будинковому обліку встановлено лічильників холодної води – 562 шт. (14,1% до Програми).

2. Екологічний стан

Існуюча структура виробництва призводить до того, що регіон Закарпаття був та й залишається найбільш екологічно чистим. Валові викиди в атмосферу всіх шкідливих речовин в Закарпатті у 1988 – 1990 рр. склали лише 0,3% від загальних викидів в Україні, в тому числі діоксиду вуглецю 0,2%, сіркового ангідриду 0,3% та оксиду азоту 0,4%.

Необхідно врахувати, що процес розвитку Європейського співтовариства супроводжується гармонізацією і вимогливістю нормативної бази країн на основі соціальних (а не політичних) факторів: безпеки населення (продукти та товари), екологічної чистоти (товари і виробництва, що їх виробляють), а також енергоефективності (товари і виробництва). На основі цих соціально значимих факторів має регулюватися європейський ринок. У результаті Закарпаття, прикордонний регіон, може стати своєрідним містком на європейський ринок.

Основою збереження екологічної чистоти регіону в процесі ре-

конструкції відновлення та розвитку економіки (виробничих сил) регіону повинна бути політика енергоефективності: енергозбереження та самоенергозабезпечення на основі використання власних ресурсів, зокрема відновлюваних.

3. Актуальність модернізації об'єктів паливно-енергетичного сектора

Вихід із скрутного становища передбачає у побудові сучасної енергетичної інфраструктури регіону. При цьому слід враховувати можливість вигідно задіяти переваги реалізації економічної зони "Закарпаття", Закону України "Про спеціальний режим інвестиційної діяльності в Закарпатській області", створення сприятливого інвестиційного клімату, вигідне географічне положення області.

В умовах постійної загрози катастрофічних повеней спорудження гідроелектростанцій, як правило, передбачає комплексне використання водоресурсного потенціалу гірських потічків та річок по всій території області. Для забезпечення максимально можливого використання потужностей ГЕС при них передбачається створення системи малих і відносно малих акумулюючих водоймищ, спроможних вмістити тримісячний водостік відповідних річкових басейнів, що є одночасно протиповеневим водорегулюванням.

Планується будівництво каскаду із п'яти ГЕС на річці Тиса потужністю 25-30 МВт кожна. По двох із них інститутом "Гідропроект" проводяться проектні роботи. Проте через відсутність коштів в Міністерстві України їх завершення зволікається.

Інститутом технічної теплофізики НАН України проведено дослідження ресурсів і теплового потенціалу перспективних для промислового використання джерел термальних вод Закарпатської області. Мова йде, насамперед, про родовища Берегівського, Косинського, Залужського, Терелянського, Велятинського, Велико-Паладського, Велико-Бактянського, Ужгородського джерел. На базі міжколгоспного санаторію "Косино" (Берегівський район) цим же інститутом завершено будівництво теплового пункту з використанням термальних вод для опалення і га-

рячого водопостачання.

У 1995 році започатковано впровадження проектів по використанню сонячної енергетики. В м. Берегово введена геліоустановка потужністю 100 кВт, яка використовується для гарячого водопостачання житлового сектора міста. Розроблена проектна документація по реконструкції санаторію "Човен" (Свалявський район) із встановленням геліоустановки для потреб гарячого водопостачання.

Досвіду використання енергії вітру в області на даний час практично ще не набуто.

Вивчається питання про можливість будівництва невеликої по потужності електростанції на твердому паливі (буре вугілля). Для будівництва електростанції пропонується площа біля с. Ільниця Іршавського району, біля родовища лігнітів. Потужність електростанції визначатиметься продуктивністю добування вугілля господарюючим суб'єктом. Запаси вугілля Ільницького родовища для відкритої розробки оцінюються близько 1 млн. т. Через район проходить ЛЕП 220 кВ Мукачєво-Хуст, що будується (готовність 70%), до якої в перспективі можливе приєднання електростанції.

Розглядається можливість спорудження двох парогазових електростанцій середньої потужності.

Обласна державна адміністрація веде пошук інвесторів для фінансування згаданих проектів, чому має сприяти Закон України "Про спеціальний режим інвестиційної діяльності в Закарпатській області". Розвиток паливно-енергетичного комплексу Закарпаття є базою для підняття економіки області, створення сучасної інфраструктури, перепрофілювання підприємств та організацій на випуск соціально значимої та конкурентоспроможної продукції.

Нижче подано окремі напрямки підвищення рівнів самоенергозабезпечення області, підвищення енергоефективності, які є найбільш перспективні та швидкоокупні.

4. Використання власних та альтернативних джерел енергії

Гідропотенціал

Закарпаття є унікальним регіоном з потенціалу гідроенергетичних ресурсів малих та середніх

річок, який складає до 6,45 млрд. кВт.год. на рік. Першочерговий економічно доцільний потенціал складає 1,65 млрд. кВт.год. (300 – 310 МВт). Використання гідроенергетичних ресурсів є основним гідротехнічним засобом запобігання збитків від зливових та весняних повеней.

Важливою складовою підвищення самоенергозабезпечення Закарпатської області є використання потенціалу карпатських річок Тиси, Тереблї, Ужа, Рїки, Боржави. На річках Біла Тиса, Чорна Тиса, Яблониця, Косовська, Рїка, Мала Шапура, Бруструнка, Люта, Тур'я, Теребля, Латориця та їх притоках існують всі умови для побудови міні- та мікрогідроелектростанцій. У Закарпатському регіоні розвиток малої гідроенергетики, як найбільш конкурентоспроможної серед відновлюваних джерел енергії, має ще й перспективу створення найбільш інвестиційно привабливих і економічно ефективних комплексів: власне виробництво електроенергії – переробка та зберігання сільськогосподарської продукції, мале енерговиробництво, деревообробка та інше. Такі комплекси можуть бути реалізовані на основі загального акціонерного капіталу.

Особливе місце при реалізації цього реального енергопотенціалу займають мікроГЕС (потужність до 100 кВт). Їх спорудження зовсім не потребує відводу земель, вирубки лісу. Ці мікрооб'єкти можуть стати в майбутньому основою місцевого енергозабезпечення турбаз, малих поселень, лісових господарств, ферм тощо. Вони можуть розташовуватися в національних природних парках, ландшафтних заповідниках.

Крім підвищення надійності енергозабезпечення таких віддалених споживачів, скорочення міграції населення з гір, ці малі енергооб'єкти локального енергозабезпечення будуть сприяти зменшенню на 2 – 3 % від загального обсягу втрат електроенергії в слабких, із точки зору пропускну здатності, протяжних місцевих лініях електропередач. Ці протяжні лінії електропередач проходять по гористій місцевості та виключно ненадійні. МікроГЕС практично повністю забезпечені обладнанням, яке випускається серійно. Наприклад, попередній аналіз ситу-

ації у Національному природному заповіднику "Синевір" показав, поперше, відсутність обмежень до розміщення там на малих водотоках мікроГЕС, по-друге, надзвичайну зацікавленість та ефективність використання гідроенергії. Попередньо намічені три створи: поблизу бази відпочинку "Рабачинка", на греблі музею лісу і сплаву та в районі села Свобода.

Перспективним є комплекс "гірський курорт + дві ГЕС" (потужністю 75 та 150 кВт) із самоенергозабезпеченням на базі відродження законсервованого будівництва санаторію металургів. Треба відмітити, що без гарантованого енергозабезпечення розвиток міжнародних гірських курортів і туризму неможливий.

Необхідно провести детальну інвентаризацію стану багатьох річок Закарпаття, обстеження існуючих водоймищ, а саме впровадження об'єктів малої гідроенергетики здійснювати на тендерній основі.

У Закарпатті є унікальні площі для спорудження нетрадиційних комплексів ГЕС – ГАЕС середньої потужності (150 – 200 МВт) із коефіцієнтом перетворення електроенергії 0,85 – 0,95 (у традиційних ГАЕС технологічні втрати електроенергії складають не менше 25%). Додаткові капвкладення у ГЕС – ГАЕС (гідроакумуляююча) окупуються за рахунок високого внутрішньостанційного ККД.

Вітропотенціал

Відкриті вершинні поверхні Полонинського хребта перспективні щодо використання вітрової енергії. Саме ця зона має в державі найвигідніші показники для енергетичного будівництва вітроелектростанцій. Так, для попередньо вибраних двох площ, забезпечених дорогами, поблизу високовольтних ліній 10 кВт, місцевих поселень і турбаз вітропотенціал характеризується показниками середньо-багаторічних, сезонних швидкостей вітру 8 м/сек, що перевищує показники вітропотенціалу Крима. Рекомендована першочергова потужність вітроелектростанцій 1600 – 1800 кВт.

Для вітроелектростанції перспективою є також площа на горі Генба (1180 м), в 6 км від села Пилипець. Середньорічна швидкість вітру складає за попередніми даними місцевої Міжгірської гідро-

рячого водопостачання.

У 1995 році започатковано впровадження проектів по використанню сонячної енергетики. В м. Берегово введена геліоустановка потужністю 100 кВт, яка використовується для гарячого водопостачання житлового сектора міста. Розроблена проектна документація по реконструкції санаторію "Човен" (Свалявський район) із встановленням геліоустановки для потреб гарячого водопостачання.

Досвіду використання енергії вітру в області на даний час практично ще не набуто.

Вивчається питання про можливість будівництва невеликої по потужності електростанції на твердому паливі (буре вугілля). Для будівництва електростанції пропонується площа біля с. Ільниця Іршавського району, біля родовища лігнітів. Потужність електростанції визначатиметься продуктивністю добування вугілля господарюючим суб'єктом. Запаси вугілля Ільницького родовища для відкритої розробки оцінюються близько 1 млн. т. Через район проходить ЛЕП 220 кВ Мукачєво-Хуст, що будується (готовність 70%), до якої в перспективі можливе приєднання електростанції.

Розглядається можливість спорудження двох парогазових електростанцій середньої потужності.

Обласна державна адміністрація веде пошук інвесторів для фінансування згаданих проектів, чому має сприяти Закон України "Про спеціальний режим інвестиційної діяльності в Закарпатській області". Розвиток паливно-енергетичного комплексу Закарпаття є базою для підняття економіки області, створення сучасної інфраструктури, перепрофілювання підприємств та організацій на випуск соціально значимої та конкурентоспроможної продукції.

Нижче подано окремі напрямки підвищення рівнів самоенергозабезпечення області, підвищення енергоефективності, які є найбільш перспективні та швидкоокупні.

4. Використання власних та альтернативних джерел енергії

Гідропотенціал

Закарпаття є унікальним регіоном з потенціалу гідроенергетичних ресурсів малих та середніх

річок, який складає до 6,45 млрд. кВт.год. на рік. Першочерговий економічно доцільний потенціал складає 1,65 млрд. кВт.год. (300 – 310 МВт). Використання гідроенергетичних ресурсів є основним гідротехнічним засобом запобігання збитків від зливових та весняних повеней.

Важливою складовою підвищення самоенергозабезпечення Закарпатської області є використання потенціалу карпатських річок Тиси, Тереблї, Ужа, Рїки, Боржави. На річках Біла Тиса, Чорна Тиса, Яблониця, Косовська, Рїка, Мала Шапура, Бруструанка, Люта, Тур'я, Теребля, Латориця та їх притоках існують всі умови для побудови міні- та мікрогідроелектростанцій. У Закарпатському регіоні розвиток малої гідроенергетики, як найбільш конкурентоспроможної серед відновлюваних джерел енергії, має ще й перспективу створення найбільш інвестиційно привабливих і економічно ефективних комплексів: власне виробництво електроенергії – переробка та зберігання сільськогосподарської продукції, мале енерговиробництво, деревообробка та інше. Такі комплекси можуть бути реалізовані на основі загального акціонерного капіталу.

Особливе місце при реалізації цього реального енергопотенціалу займають мікроГЕС (потужність до 100 кВт). Їх спорудження зовсім не потребує відводу земель, вирубки лісу. Ці мікрооб'єкти можуть стати в майбутньому основою місцевого енергозабезпечення турбаз, малих поселень, лісових господарств, ферм тощо. Вони можуть розташовуватися в національних природних парках, ландшафтних заповідниках.

Крім підвищення надійності енергозабезпечення таких віддалених споживачів, скорочення міграції населення з гір, ці малі енергооб'єкти локального енергозабезпечення будуть сприяти зменшенню на 2 – 3 % від загального обсягу втрат електроенергії в слабких, із точки зору пропускну здатності, протяжних місцевих лініях електропередач. Ці протяжні лінії електропередач проходять по гористій місцевості та виключно ненадійні. МікроГЕС практично повністю забезпечені обладнанням, яке випускається серійно. Наприклад, попередній аналіз ситу-

ації у Національному природному заповіднику "Синевір" показав, поперше, відсутність обмежень до розміщення там на малих водотоках мікроГЕС, по-друге, надзвичайну зацікавленість та ефективність використання гідроенергії. Попередньо намічені три створи: поблизу бази відпочинку "Рабачинка", на греблі музею лісу і сплаву та в районі села Свобода.

Перспективним є комплекс "гірський курорт + дві ГЕС" (потужністю 75 та 150 кВт) із самоенергозабезпеченням на базі відродження законсервованого будівництва санаторію металургів. Треба відмітити, що без гарантованого енергозабезпечення розвиток міжнародних гірських курортів і туризму неможливий.

Необхідно провести детальну інвентаризацію стану багатьох річок Закарпаття, обстеження існуючих водоймищ, а саме впровадження об'єктів малої гідроенергетики здійснювати на тендерній основі.

У Закарпатті є унікальні площі для спорудження нетрадиційних комплексів ГЕС – ГАЕС середньої потужності (150 – 200 МВт) із коефіцієнтом перетворення електроенергії 0,85 – 0,95 (у традиційних ГАЕС технологічні втрати електроенергії складають не менше 25%). Додаткові капвкладення у ГЕС – ГАЕС (гідроакумуляююча) окупуються за рахунок високого внутрішньостанційного ККД.

Вітропотенціал

Відкриті вершинні поверхні Полонинського хребта перспективні щодо використання вітрової енергії. Саме ця зона має в державі найвигідніші показники для енергетичного будівництва вітроелектростанцій. Так, для попередньо вибраних двох площ, забезпечених дорогами, поблизу високовольтних ліній 10 кВт, місцевих поселень і турбаз вітропотенціал характеризується показниками середньо-багаторічних, сезонних швидкостей вітру 8 м/сек, що перевищує показники вітропотенціалу Крима. Рекомендована першочергова потужність вітроелектростанцій 1600 – 1800 кВт.

Для вітроелектростанції перспективою є також площа на горі Генба (1180 м), в 6 км від села Пилипець. Середньорічна швидкість вітру складає за попередніми даними місцевої Міжгірської гідро-

метеослужби понад 7,5 м/сек. Хороші метеорологічні умови також на площі гір Яворник та Менчипин (7,5–8 м/с).

Через крайню недостатню густоту мережі метеорологічних станцій необхідно обережно характеризувати вітровий режим гірської частини Закарпаття. Але очевидно, що для енергетичних вітроелектроустановок (потужністю понад 100 – 150 кВт) у Закарпатті є найкращі умови. На основі попередніх досліджень економічно доцільний потенціал складає понад 1 – 1,5 млрд. кВт.год на рік.

Термальні води

Термальні води Закарпаття перспективні не тільки як сировинна база у бальнеології. Економічно доцільно використання їх для тепlopостачання, теплично-парникових господарств, у тваринництві. Характерним для Закарпаття є можливість використання геотермальних свердловин легко доступних глибин від 550 до 1500 м (40 – 60 °С). Досвід підтверджує ефективність таких джерел тепла (дві геотермальні установки в Закарпатті із загальним дебетом 589 м³/добу води з температурою 56–60 °С на виході забезпечили передачу споживачам 3194 Гкал теплоенергії). Введення в експлуатацію вже існуючих законсервованих та нових свердловин може дати можливість отримати щорічно до 0,5 – 0,8 млрд. кВт.год термальної енергії в регіоні.

Сонячна енергетика

Перспективним є використання в долинах Закарпаття геліотехніки, так як термін сонячного сяяння тут складає понад 2000 годин щорічно. В регіоні спостерігаються високі рівні радіації в квітні та вересні. Лише ймовірні циркуляційні фактори місцевого впливу гір в окремі періоди можуть перешкоджати роботі геліоколекторів у березні та жовтні.

Найбільш доцільно розвивати в Закарпатті наступні два напрямки геліоенергетики. Перший – це використання геліосистем в тепличних господарствах. Тут геліосистеми дозволяють перебороти кризу парникових та тепличних господарств. При цьому слід зважати на високий рівень сільськогосподарської переробної промисловості Закарпатської області. Для регіону

актуальним є розв'язання комплексного завдання – створити ефективно чи відновити частково занедбане овочівництво, а також структури ефективно переробки продукції на місцях.

Другий напрямок – використання геліосистем як надбудови для паливних котелень. Такі системи є більш економічними у порівнянні з автономними системами сонячного водопідігріву. Суть у тому, що рівень експлуатаційного обслуговування сонячно-паливних систем значно вищий, оскільки дозволяє використати персонал котельні. Цей персонал, як зацікавлена сторона в економії палива, своєчасно введе надбудову для котельні в експлуатацію та виведе її з експлуатації у відповідності з погодними умовами. У таких комплексах досягається найвищий ККД колекторів, більший сезонний період роботи та, головне, експлуатаційна надійність. Суттєвою перевагою є використання в комплексі обладнання котельні, що зменшує капітальні та експлуатаційні витрати.

Такий підхід дає можливість утилізувати сонячне тепло в період від березня до жовтня з можливою зупинкою котла в червні – серпні. Енергетична і екологічна ефективність в котельні складає до 20 % економії газу за рік та відповідне зменшення викидів в атмосферу.

Інші нетрадиційні технології

В Україні почали застосовувати технології спалювання з природним газом деревинних відходів та обладнання технології підготовки деревинних відходів для спалювання, сушки деревини (теплогенератори на деревинних відходах). Ці технології також перспективні для зменшення потреб регіону в паливі.

Для відносно потужних котелень (понад 10 Гкал/год) економічно доцільною є надбудова їх малими газовими турбінами (дизельними малими електрогенераторами). З використанням утилізації тепла газів, що відпрацьовані в газотурбінних установках, створюються економічні та екологічні джерела когенерації. Додаткове споживання газу на виробництво електроенергії незначне або відсутнє. В області до 100 котлоагрегатів, які можуть бути модернізовані надбудовами газотурбінних установок вітчизняного виробництва.

Розробка конкретних інвестиційних проектів дозволить в кожному випадку відібрати об'єктивно найбільш швидкоокупні і економічні джерела енергії використання і утилізації місцевих ресурсів. Область має унікальні можливості для здійснення самоенергозабезпечення (електроенергія) при збереженні екологічної чистоти.

5. Енергоефективні зони

Для досягнення найбільш ефективних результатів з енергозбереження і енергозабезпечення, максимального екологічного ефекту, підняття економіки регіону, який має унікальні місцеві природні ресурси, а також розвинуті міжнародні зв'язки і перспективні умови залучення інвестицій, раціонально зосередити державну підтримку з розробки та реалізації комплексу конкретних проектів як складових енергоефективних зон територіальних утворень Закарпаття.

Планується, що при розробці інвестиційних проектів реконструкції та розвитку промислових підприємств, туристичних комплексів Обласна експертна рада по інвестиціям особливу увагу буде приділяти проблемам енергоефективності, енергозбереження. В будь-якому випадку рішення цих проблем призведе до підвищення конкурентоспроможності продукції, що виробляється, та підвищенню ефективності інвестиційних проектів.

Західний досвід, досвід країн Центральної Європи, Росії підтверджують, що дієвим шляхом зменшення непродуктивних та марнотратних витрат енергоносіїв є впровадження заходів з енергозбереження через енергоефективні зони. Завдяки таким енергоефективним зонам впроваджуються енергоефективне обладнання, матеріали, конструкції (як вітчизняні, так і іноземні), реалізуються організаційно-правові механізми підвищення енергоефективності і енергозбереження, залучаються інвестиції, а потім тиражуються отримані та перевірені технічні, організаційні й економічні рішення.

Створення енергоефективних зон – дієва та реальна форма залучення іноземних і вітчизняних інвестицій в Закарпатті.

Надзвичайно цікавими є розробка програми самоенергозабезпечення

чення та відновлення і розвиток економіки Мукачівського промислового вузла, Міжгірського району з формуванням там енергоефективної зони. Першочерговими можуть стати енергоефективні зони в м. Мукачево та Міжгірському районі, де є найбільша зацікавленість та підтримка місцевих органів влади.

Одна з серйозних проблем області: організація замість кам'яних кар'єрів процесу добування гравію з русел верхів'я рік Теремля, Ріка та багатьох інших (створення пересувних механізованих колон). Очищення русел дасть можливість ефективно функціонувати гідроелектростанціям, дасть матеріал для будівництва в області, шляхового будівництва, забезпечить пропуск повноводних надлишків води. В той же час цей спосіб менш енергоємний, ніж кар'єрне видобування та подрібнення каміння.

Можливо, цю проблему варто поставити значно ширше, забезпечити організацію її вирішення на вищому рівні, для забезпечення в гравії інших регіонів.

Важливе питання – контроль за ввезенням та використанням в Закарпатській області лише дійсно енергоефективного обладнання, проведення енергетичної експертизи об'єктів.

Зараз триває розробка стратегічних напрямів розвитку економіки регіону. Вийшов Указ Президента України про спеціальну економічну зону "Закарпаття" і прийнято Закон України "Про спеціальний режим інвестиційної діяльності в Закарпатській області". Залучення іноземних інвестицій є сьогодні одним з основних завдань краю, перед яким постають надзвичайні труднощі через наслідки повені.

Слід системно підійти до інвестиційних пропозицій для Закарпаття, на етапі розробки інвестиційних проектів вносити пропозиції по підвищенню енергоефективності та енергозбереженню.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Система енергопостачання та енерговикористання Закарпатської області потребує вдосконалення та розвитку. В Україні для цього є в наявності будівельно-монтажні потужності і необхідне обладнання.

Для Закарпаття актуальним є мо-

дернізація та переоснащення енергетичного господарства, у першу чергу за рахунок використання місцевих паливно-енергетичних ресурсів, у тому числі відновлюваних (гідроенергетичних та геотермальних ресурсів, енергії, вітру, сонця); впровадження енергоефективної техніки через енергоефективні зони з урахуванням економічної спеціалізації (лісова, деревообробна, будівельна, переробна промисловість, сільське господарство), наявності значної кількості малих, фермерських (хуторських) господарств.

Перспективність створення енергоефективних зон (комплексних, локальних, точкових) у Закарпатській області обумовлюється вигідним її географічним положенням, можливістю широкого використання екологічно чистих відновлюваних джерел енергії. У створенні енергоефективних зон зацікавлені м. Мукачево (житлово-комунальний сектор, соціальна сфера, промисловість), Міжгірський район (використання відновлюваних джерел енергії, у першу чергу гідроресурсів вітру, відходів деревопереробки).

Потрібне реальне наповнення програми залучення інвестицій в Закарпаття інвестиційними проектами у сфері паливно-енергетичного комплексу при виконанні Закону України "Про спеціальний режим інвестиційної діяльності у Закарпатській області".

Доцільно визначити першочергові, технологічно та фінансово найбільш окупні, напрямки розвитку та впровадження відновлюваних джерел енергії в Україні та рекомендувати Закарпаття як полігон комплексного використання цих джерел енергії. Для цього необхідно скоригувати перелік демонстраційних проектів по "Програмі державної підтримки розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії і малої гідро- та теплоенергетики" з метою включити до складу Програми найбільш ефективні та соціально значимі об'єкти малої енергетики Закарпаття.

Бажано звернути увагу Мінпромполітики України, що на сьогоднішній час в роботах по створенню вітроелектростанцій у нашій державі не враховані площі в Закарпатті, які характеризуються найвищими в країні показниками вітропотенціалу.

У бюджеті України на 2000 рік врахувати статті витрат на впровадження комплексних заходів підвищення самоенергозабезпечення регіону Закарпаття з безумовним проведенням протиповеневих робіт.

Вважати за доцільне:

1) Розробити "Компенсацію підвищення ефективності енергозабезпечення та енерговикористання в Закарпатській області" із зазначенням перспектив розвитку паливно-енергетичного сектора регіону та "Програму першочергових напрямків підвищення самоенергозабезпечення Закарпатської області" Бажано, щоб розділи Концепції та Програми включали вирішення таких питань: використання відновлюваних джерел енергії (у першу чергу гідроресурсів, енергії вітру, сонця, відходів деревобробки); використання власних енергетичних ресурсів (газу, термальних вод), модернізація об'єктів паливно-енергетичного сектора; інвестиційні та інноваційні проекти протиповеневого захисту; створення демонстраційних енергоефективних зон; соціальна значимість і суттєві економічні фактори підвищення надійності енергозабезпечення та ефективності енерговикористання; перспективні можливості використання закордонних та вітчизняних інвестицій; організацію дієвої міжнародної співпраці;

2) Створити демонстраційні енергоефективні зони в м. Мукачево та Міжгірському районі Закарпатської області.

3) Забезпечити обов'язкове виконання постанови Кабінету Міністрів України від 15.07.98 р. № 1094 "Про державну експертизу з енергозбереження", пункту 5 з урахуванням Закону "Про спеціальний режим інвестиційної діяльності у Закарпатській області";

4) Підвищити ефективність соціальної політики в області по формуванню енергозберігаючого світогляду населення Закарпатської області.

Довідки за адресою:

252112, м. Київ, вул. Гонти, 1,
АТ "Укренергозбереження",

тел./факс: (044) 458-04-18
458-18-73

e-mail: uez@elan-ua.net

Підвищення продуктивності опріснювача води регенеративного непрямого випарного принципу дії

В.Є. ПИСАРЄВ,
докт.техн.наук,
Д.М. ЧАЛАЄВ,
канд.техн.наук,
І.П. ТОЛСТИХ,
О.А. КУЗНЕЦОВА

Практичний інтерес для виробництва прісної води викликає використання термодинамічної невідновленості водяної пари в атмосферному повітрі, що в одному випадку, зводиться до проведення процесів випаровування-конденсації води (за рахунок використання різниці насичення нею повітря при температурах сухого і мокрого термометрів), а, в іншому – у використанні відмінностей сорбційних властивостей матеріалів при зміні температури та вологості навколишнього повітря.

У першому випадку прісну воду одержують за допомогою опріснювачів регенеративного непрямого випарного принципу дії, при роботі яких реалізується процес випару води з мінералізованих або солоних вод з подальшою конденсацією вологи.

У другому випадку воду одержують безпосередньо з атмосферного повітря за допомогою генераторів води (ГВ). В період, коли немає сонячного випромінювання, волога поглинається сорбентом з атмосферного повітря, а як тільки з'явиться сонячне випромінювання, під його впливом волога десорбує і конденсується на поверхнях, що охолоджуються

навколишнім повітрям.

Опріснювачі першого типу погано працюють в період високої відносної вологості атмосферного повітря, а для ГВ навпаки високі відносні вологості повітря підвищують його експлуатаційні характеристики. При поєднанні опріснювачів води регенеративного непрямого випарного принципу дії, що виробляють воду безперервно, з елементами ГВ, можливе підвищення продуктивності таких комбінованих опріснювальних систем.

Авторами запропоновано комбінований опріснювальний пристрій із попереднім осушенням атмосферного повітря, що проходить через нього, в якому, використані елементи генератора води з атмосферного повітря.

Експериментальні дослідження модуля осушувача повітря в Інституті технічної теплофізики НАН України показали, що в залежності від вмісту в атмосферному повітрі вологи та залежно від інтенсивності сонячної радіації його продуктивність дорівнює 2...3 кг води на добу або 0,28 ... 0,43 кг/год (у середньому 7 годин роботи в режимі виробництва води) із 1 м² площі геліонагрівача. У режимі адсорбції осушувач повітря поглинає -5 г вологи з повітря при протіканні через генератор 1 м³ повітря. Тобто при поглинанні з повітря 2...3 кг вологи через модуль осушувача проходить 400...600 м³ повітря за 17 годин (за добу). При цьому витрати повітря становлять 23,5...35,3 м³/год. Опріснювач цього типу при загальному потоці повітря через нього 240 кг/год (потужність приво-

ду вентилятора 50 Вт) в діапазоні температур сухого термометра 29,8...40 °С і мокрого термометра 14,6...22,1 °С виробив 0,28 ... 0,41 кг води на годину. Для забезпечення цих показників при загальному потоці повітря 240 кг/год геліонагрівач осушувача повітря повинний мати площу 6,8...10 м².

Роботи опріснювача протягом доби в несприятливих умовах відбувається за такою схемою. За відсутності сонячного випромінювання (наприклад, уночі) насичене вологою повітря, що проходить через опріснювач, осушується, завдяки чому виробляється вода (без проведення осушення повітря вода не виробляється). Вдень, при сонячному випромінюванні (протягом доби, як правило, вологовміст атмосферного повітря постійний, а змінюється відносна вологість), атмосферне повітря має більш високу температуру і меншу відносну вологість, ніж уночі, і проходить через опріснювач води. Частина опріснювального пристрою, куди включений осушувач повітря, працює в режимі генератора води і виробляє воду, вода також виробляється і в регенеративній частині пристрою. Відповідно до вищенаведених даних розрахункова продуктивність опріснювача води (припустимо, що площа геліоколектора 7 м²) буде такою: за відсутності сонячного випромінювання - 0,28...0,41 кг/год; а вдень (0,28·7... 0,28) тобто (0,43·7 + 0,4) або 2,24... 3,42 кг/год. За добу опріснювач води може виробити 20,4... 30,9 кг води замість 3...4 кг без осушувача повітря.

Геотермальний бальнеологічний комплекс

С.Є. НАУМОВ,
канд. техн. наук,

А.М. РАЗАКОВ,
канд. техн. наук

**Інститут технічної
теплофізики
НАН України, м. Київ**

Геотермальні води більшості родовищ України містять цінні мінеральні добавки, що дозволяє використовувати їх для оздоровлення населення в лікувально-оздоровчих бальнеологічних комплексах. Цей напрям використання геотермальних мінеральних вод одержав широкий розвиток в усьому світі.

ІТФ НАН України розроблено проект створення бальнеологічного комплексу на базі геотермальних свердловин у с. Янтарне АР Крим.

Мінеральні води геотермальних свердловин с. Янтарне за своїм фізико-хімічним складом відносять-

ся до високотермальних хлоридних натрієвих вод середньої мінералізації. Крім того, в них є цінні мінеральні добавки – йод, бром, бор, а також Fe_2O_3 , NH_4 та ін. Мінеральні води з таким складом перспективні як для внутрішнього, так і для зовнішнього застосування.

Головною формою зовнішнього лікувального застосування мінеральних вод є ванни і душі.

За проектом в бальнеологічному геотермальному комплексі встановлено таке устаткування:

ванна чавунна 6 шт.,
ванна з гідро-
масажем 2 шт.,
гальванічна
ванна для кінцівок 1 шт.,

душові кабінки 4 шт.,
установка
«Кавітаційний душ» 2 шт.,
установка «Цирку-
ляційний душ» 2 шт.,
сауна 1 шт.,
басейн
«LAGUNA EISO» 1 шт.

При проведенні техніко-економічного аналізу показників проекту враховувалися капітальні витрати на придбання устаткування, експлуатаційні витрати, що включають оплату електроенергії та заробітну плату обслуговуючого персоналу і основні показники наданих послуг: час процедури, час на проведення підготовчих робіт, вартості послуг.

Основні техніко-економічні показники бальнеологічного комплексу

Капітальні витрати, тис. дол. США	36
Експлуатаційні витрати, тис. дол. США	5,9
Чистий прибуток, тис. дол. США	25
Термін окупності, року	1,4

Геотермальне теплопостачання теплиці

А.М. РАЗАКОВ
канд. техн. наук,

С.Є. НАУМОВ
канд. техн. наук,

В.В. ВЕЛИЧКО
інженер,

**Інститут
технічної теплофізики
НАН України, м. Київ**

Складна ситуація з паливно-енергетичними ресурсами, що склалася в Україні на цей час, може бути поліпшена за рахунок розвитку нетрадиційної теплоенергетики. Значний внесок у розв'язання цієї задачі може внести використання геотермальної енергії, запаси якої в Україні досить великі [1]. Одним із перспективних напрямів геотермальної теплоенергетики є створення геотермальних систем теплопостачання тепличних комплексів. Розглянемо техніко-економічні показники геотермального тепличного комплексу на прикладі геотермального теплопункта в с. Янтарне (АР Крим).

Проектом передбачається створення геотермального тепличного комплексу (ТК) зимового типу. Робота ТК здійснюється під час опалювального сезону. Теплоносієм системи теплопостачання ТК є оборотна вода системи геотермального опалення.

Вихідні дані для розрахунку ТК:

Витрати теплоносія в системі теплопостачання ТК, $m^3/год$ 50

Температура теплоносія на вході, $^{\circ}C$... 55

Температура теплоносія на виході, $^{\circ}C$ 35

На підставі вихідних даних по геотермальному теплопункту і нормативних витратах теплоти на теплопостачання зимових теплиць для кліматичних умов АР Крим [2] визначена площа ТК, що становить 0,5 га.

При проведенні техніко-економічних розрахунків були проаналізовані врожайність і вартість різноманітних видів тепличної продукції. За базову продукцію прийняті огірки, що характеризуються середньою масою продукції (100 т/сезон і середньою ціною 1 дол. США/кг). Агротехнічні заходи оцінені у 0,18 дол. США/кг.

При визначенні капітальних витрат використовувалися дані фірм, що займаються будівництвом і монтажем зимових тепличних комплексів. За базовий прийнятий

варіант самостійного будівництва теплиці з місцевих матеріалів, вартість якого становить 40-60 тис. дол. США. У розрахунку використовується вартість теплиці, що дорівнює 50 тис. дол. США.

Література

1. Шурчков А. В., Крулевич Т.Т. Стратегія енергозбереження і реформування енергетичного комплексу Автономної республіки Крим, Київ, 1998.
2. Керівництво по технічному розрахунку культивацийних споруджень. «Гипрониисельпром», Орел, 1982 р.

Основні техніко-економічні показники ТК:

Теплова потужність системи теплопостачання ТК, МВт	1,16
Капітальні витрати, тис. дол. США	56
Експлуатаційні витрати, тис. дол. США	27
Чистий прибуток, тис. дол. США	51,1
Термін окупності, роки	1,1
Річна економія палива, т у.п./рік	529

Геотермальна холодильна і теплонасосна установка

А.В. ШУРЧКОВ,
докт. техн. наук,
І.П. ТОЛСТИХ,
М.І. ГОРОХОВ,
В.С. ШАВРИН

**Інститут
технічної теплофізики
НАН України, м. Київ**

ІТФ протягом кількох років провадить роботи зі створення абсорбційних термотрансформаторів, що використовуються для обігріву генератора теплоносія зниженого температурного рівня. Створені, випробувані і здані в експлуатацію холодильні установки продуктивністю 30,

50, 100 і 300 кВт, що працюють на теплоносії з температурою 60-85 °С. Такий температурний рівень дозволяє достатньо ефективно використовувати геотермальну, сонячну енергію, вторинні енергоресурси та інші низькопотенційні джерела теплоти.

Досвід проведених раніше робіт використаний при розробці геотермального абсорбційного термотрансформатора ГХУ-100 і системи тепло- і холодопостачання с. Янтарне (Крим) на основі ГХУ-100. У с. Янтарне поряд з існуючою системою централізованого теплопостачання від геотермального джерела (температура 85 °С, тиск 0,1 МПа) та центральної котельні є сучасне фрукто-овочесховище з компресійними холодильними установками, що, як і котельня, в останні 3-4 роки

не використовується через високу вартість енергоносіїв.

Проектом передбачена цілорічна робота устаткування геотермального термотрансформатора.

Влітку пору, використовуючи пряму геотермальну воду, установка виробляє холод на рівні +6...10 °С, що використовується для охолодження повітря у фрукто-овочесховищі, розташованому поруч з геотермальним тепловим пунктом.

Взимку устаткування переключється на роботу в режимі теплового насосу. Зовнішнім джерелом теплоти при цьому служить відпрацьований геотермальний теплоносієм після теплопункта з температурою 47-52 °С. Теплота абсорбції на рівні 55-60 °С направляється до системи опалення.

Основні характеристики

	Літо	Зима
Продуктивність:		
по холоду, кВт	116	—
по теплоті, кВт	—	140
по оборотній воді (градирня), кВт	210	90
Температура:		
теплоносія, що гріє, °С	85	50
холодоносія, °С	7	—
гарячої води, °С	—	45-50

В даний час здійснюється комплектація і виготовлення нестандартного устаткування.

Опріснення води за допомогою непрямих випарних повітроохолоджувачів

В.Є. ПИСАРЄВ,
докт. техн. наук,
О.А. КУЗНЕЦОВА

*Інститут
технічної теплофізики
НАН України, м. Київ*

Відомо використання для опріснення води непрямих випарних повітроохолоджувачів, до складу яких входить регенеративний повітроохолоджувач непрямого випаровування (РПНВ) і протипоточний теплообмінник (ПТ). Принцип дії опріснювача води полягає у тепловолігній обробці повітря зі здійсненням процесів переносу теплоти і вологи при регенеративному непрямому випарному охолодженні повітря. При цьому у РПНВ загальний потік повітря розділяється на корисний охолоджений потік і допоміжний, у якому відбувається випаровування води, що сприйняла теплоту через стінку, що відділяє від загального потоку повітря. Далі допоміжний і корисний потоки направляються до ПТ, ко-

рисний потік охолоджує допоміжний і викликає конденсацію в ньому вологи, що збирається і надходить до споживача.

Для інтенсифікації роботи опріснювачів води застосовують попереднє осушування або попередній підігрів загального потоку повітря, більш ефективно використовуючи охолоджувальний потенціал корисного потоку повітря в ПТ.

Авторами запропонований новий спосіб опріснення води шляхом нагрівання і зволоження допоміжного потоку повітря у вологому каналі ПТ, що дозволяє підвищити експлуатаційні характеристики опріснювача води. Нагрів допоміжного потоку в ПТ може здійснюватися атмосферним повітрям або за рахунок сонячного випромінювання. Підведення вологи до повітря у вологому каналі може бути здійснене запровадженням у вологі канали капілярно-пористих пластин, що змочуються водою.

Нагрів і зволоження допоміжного потоку повітря в ПТ дають можливість збільшити середню різницю температур між допоміжним і корисним потоками повітря, внаслідок чого інтенсифікувати тепло-

обмін між цими потоками, а отже дає можливість зменшити теплообмінну поверхню і габарити опріснювача.

Приклад

Температура основного потоку повітря на вході в ПТ і виході з ПТ, відповідно: $t_{o1} = 13,5^{\circ}\text{C}$;
 $t_{o2} = 29^{\circ}\text{C}$.

Температура допоміжного потоку повітря на вході в ПТ:
 $t_{a1} = 30^{\circ}\text{C}$.

Температура допоміжного потоку повітря на виході з ПТ при використанні відомих способів і авторського способу, відповідно:
 $t_{a2} = 18^{\circ}\text{C}; 30^{\circ}\text{C}$.

Середня різниця температур між потоками в ПТ при використанні відомих способів і авторського способу, відповідно:

$$\Delta t = 2,3^{\circ}\text{C}; 5,5^{\circ}\text{C}.$$

Отже, площа теплообмінної поверхні в запропонованому способі може бути зменшена у 2,4 рази в порівнянні з відомими способами при однаковій продуктивності.

Автономна система теплохолодопостачання з використанням сонячної енергії і теплового насосу

А.В. ШУРЧКОВ,
докт. техн. наук,

А.М. РАЗАКОВ,
канд. техн. наук,

С.Є. НАУМОВ,
канд. техн. наук

*Інститут технічної
теплофізики
НАН України, м. Київ*

Комплексне використання альтернативних джерел енергії дозволяє не тільки зменшити витрати органічного палива й електроенергії, але і значно поліпшити екологічну обстановку в районах експлуатації об'єктів теплохолодопостачання, що особливо важливо для рекреаційних зон Криму, Закарпаття та ін.

ІТФ НАН України розроблена система теплохолодопостачання (СТХП) об'єкта з використанням сонячної енергії і теплового насоса

потужністю 100 кВт.

Система включає такі елементи: систему опалення об'єкта, систему гарячого водопостачання об'єкта (СГВ), систему кондиціювання повітря (або охолодження помешкань) об'єкта, геліосистему, тепловий насос, баки-акумулятори теплоносіїв, бризкальний басейн, електроротел-дублер.

Найбільш стабільним джерелом низькопотенційного тепла для компресорних теплових насосів (КТН) є повітря, тому пропонується вико-

ристовувати КТН класу «повітря - вода». Важливою частиною СТХП є акумулятори теплоносіїв в системі опалення, ГВС і охолодження, що дозволяє використовувати для роботи устаткування, що споживає електроенергію (тепловий насос і електродублер), електроенергію за нічним тарифом. Акумулятори тепла і холоду можуть бути як добові, так і сезонні. В останньому випадку доцільно використовувати акумулювання теплоносіїв у водоносних ізолюваних пластах. Зарядження таких акумуляторів здійснюється в літню пору за рахунок використання теплоти конденсації КТН, що працює в цей час у

режимі холодильної машини, а в деяких випадках - надлишкової теплоти, що отримується в геліосистемі.

СТХП має блочну структуру, що дозволяє монтувати і підключати до існуючої системи теплохолодопо-

стачання окремі блоки по черзі.

Така структура дозволяє також експлуатувати блоки СТХП як незалежно один від одного, так і в різноманітних комбінаціях аж до спільного функціонування всієї системи в цілому.

Основні техніко-економічні показники СТХП

Потужність системи опалення, кВт	70-80
Потужність системи СГВ, кВт	20-30
Потужність холодильного навантаження, кВт	25-30
Капітальні вкладення, тис. дол. США	30-50
Чистий прибуток, тис. дол. США	7-10
Термін окупності, років	3-7

Розвиток нетрадиційної тепло-енергетики на основі малих газів родовищ

А.В. ШУРЧКОВ

докт.техн.наук,

В.Е. ПІСАРЕВ

докт.техн.наук,

М.Й. ГОРОХОВ,

О.С. СОКОЛОВ

Інститут

технічної теплофізики

НАН України, м. Київ

Вихід України із економічної кризи у значній мірі пов'язаний з реформуванням та удосконаленням власної наливно-енергетичної бази. Значну роль у цьому відіграє нетрадиційна теплоенергетика і у чималій мірі один із її напрямків: використання природного газу малих родовищ. Окрім газу малих та некондиційних родовищ сюди можна віднести газ із газоконденсатних, нафтогазоконденсатних родовищ [1], попутний газ нафтових родовищ та джерел геотермальної води, можна також віднести сюди такі нетрадиційні запаси газу: газ у тріщинах порід вироблених родовищ, скупчення природного газу у вулканогенно-осадочних товщах,

пропущені скупчення у відкритих родовищах, скупчення природного газу вироблених родовищ, каплярно-екрановані скупчення природного газу тощо [2] (далі - МГР). Основною характерною рисою МГР є малі запаси газу, малі дебіти свердловин та невеликі обсяги видобутку газу [1].

Експлуатація МГР по загальноприйнятим технологіям з транспортуванням сировини на завод, як правило, недоцільна. Разом з тим, адміністрації регіонів зацікавлені у розробці малих газових родовищ для виробництва електроенергії та теплоти для децентралізованого енергопостачання. Підприємства різних форм власності шукають нові напрями господарської діяльності, які здатні забезпечити надходження доходів. Є значний позитивний досвід освоєння малих газових родовищ нафтовими та газовими компаніями у зарубіжних країнах. Зокрема, попутний природний газ використовується для забезпечення енергетичних потреб самого родовища: як для виробки електроенергії, так і теплоти для технологічних і побутових потреб.

При освоєнні малих газових родовищ пропонується розвивати в першу чергу електроенергетику. Це електроенергетика місцевого, регіонального та пікового призна-

чення на базі електростанцій з газотурбінним чи газодизельним приводом, які випускаються в Україні. Доцільно застосувати газотурбінні пристрої з енергетичним вприском пари, які мають більшу потужність та екологічно чисті. Такий пристрій показано на мал. 1, у якому за рахунок теплоти вихідних газів одержується максимально можлива кількість пари, що вводиться у камеру згорання. У цьому пристрої використано метод когенерації енергії, проведена утилізація супутніх вод (для виробки пари, яка подається в камеру згорання газотурбінної установки), передбачена виробка теплоти і при необхідності холоду за допомогою абсорбційних термотрансформаторів.

При освоєнні малих газових родовищ пропонується розвинути енерго- та теплопостачання комунально-побутового сектора, промислових та сільськогосподарських підприємств, які знаходяться у сфері впливу родовища. Пропонується впровадження мінітеплоелектростанцій, систем теплопостачання об'єктів сільськогосподарського профілю, променевого газового опалення виробничих приміщень, постачання газом споживачів як прямою поставкою, так і за допомогою заправки балонів стис-

№ п/п	Ресурси природного газу, млрд. м ³	Можлива сумарна потужність мініелектростанцій, МВт			
		процент використання ресурсів			
		100	50	30	10
1.	Не розроблені родовища (із запасами до 2,0 млрд. м ³) – 31,0	1100	550	330	110
2.	Забалансові ресурси – 11,0	400	200	120	40
ВСЬОГО 42,0:		1500	750	450	150

нутим газом.

Будуть впроваджені енергозберігаючі теплотехнології переробки рідинних та газоподібних вуглеводнів, зокрема для виробки рідкого чи твердого вуглецю, сажі, гіпсу, отримання опрісненої води для різних потреб.

Припускається застосування при теплохолодопостачанні різних об'єктів тепловикористовуючих трансформаторів, які працюють на газі.

Малі родовища природного газу розташовані в Україні в трьох регіонах: на Сході (Дніпровсько-Донецький регіон), на Заході (Прикарпаття, Складчасті Карпати, Закарпаття та Волинсько-Подільський регіон) та на Півдні (Преддобршинський, Причорноморсько-Кримський та Азово-Березальський регіони). В Україні розвідано 345 родовищ. Запаси газу, які не розробляються, складають 101,129 млрд. м³. Якщо вилучити газ з родовищ з балансовими запасами понад 2 млрд. м³, то залишаться родовища з сумарним запасом біля 31 млрд. м³. Крім того забалансові запаси малих родовищ складають 11 млрд. м³ газу. Якщо використовувати ці запаси (42 млрд. м³) протягом 20 років, то можливе щорічне зменшення експорту газу у розмірі 2 млрд. м³ або близько 2,5 млн. т у.п.

Існуюча ресурсна база (запаси газу малих родовищ та можливість серійного виготовлення електротеплогенеруючих установок дозволяє прогнозувати широке впровадження у нетрадиційну теплоенергетику газодизельних та газотурбінних мініелектростанцій потужністю 100 - 3000 кВт з метою вирішення регіональних проблем дефіциту енергоносіїв місцевих споживачів. У таблиці приведені розрахункові дані можливих масштабів впровадження мініелектростанцій з урахуванням їх роботи на

протязі 15 - 20 років.

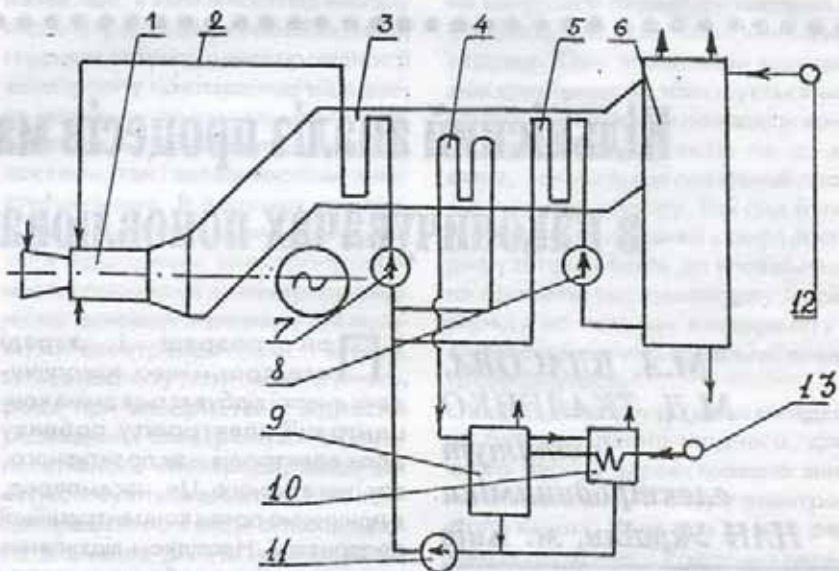
З таблиці видно, якщо розраховувати на використання існуючих ресурсів природного газу, то потужність мобільних автономних мініелектростанцій складе 1500 МВт. Припускаючи, що одинична потужність пристрою складає 1000 - 3000 кВт, кількість їх може становити 700 - 1000 одиниць.

Наприклад, на Олександрівському газоконденсатному родовищі (Крим) при дебіті газової фази 3400 - 4000 м за добу потрібна потужність дизель-генератора 500 кВт (при цьому виробка теплоти складала 300 кВт). За рік можна виробити 3500 МВт-год електроенергії та 900 Гкал теплоти. Собівартість електроенергії складає 2 цента США за кВт-год та теплоти 4 дол. США за 1 Гкал.

Розглянемо сценарії розвитку

використання газу малих родовищ до 2010 р.: повільний, прискорений та форсований. Темпи розвитку базуються на прогнозах розвитку економіки та суспільства України, ресурсів газу, ступенях освоєння родовищ, можливостях інвестицій та матеріальних ресурсах.

Запаси газу малих родовищ можна розглядати як зручне джерело поставки палива та вироблення електроенергії місцевого та регіонального значення. Прогноз різних варіантів використання газу малих родовищ для вироблення електроенергії виглядає наступним чином (мал.2). У варіанті прискореного розвитку у 2010 р. можливе використання газу з малих родовищ в об'ємі 2,3 - 2,5 млн. т у.п. У випадку використання газу для вироблення електроенергії у розмірі 1,5 млн. т у.п., можливе

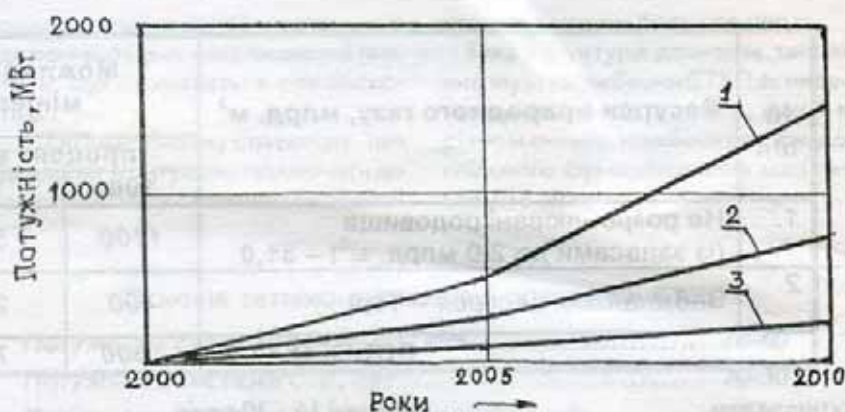


Мал. 1. Газотурбінний пристрій з вприском пари

1 - газотурбінний пристрій (компресор, камера згорання, турбіна, генератор); 2 - ввід пари, яка впрыскується; 3 - парогенератор; 4 - проміжний парогенератор; 5 - економайзер; 6 - поверхневий конденсатор; 7 - живильний насос; 8 - конденсатний насос; 9 - випарна установка; 10 - конденсатор-підігрівач; 11 - насос конденсата; 12 - ввід охолодженої води; 13 - вода з зовнішнього джерела.

вироблення електроенергії 1,26 млрд. кВт-год за рік, теплоти 38,1 млн. ГДж та рідкого палива 1,0 млн. т у.п.

У нетрадиційній теплоенергетиці вартість установленної потужності не має вирішального значення, як це має місце в традиційній енергетиці. При використанні газу малих родовищ в значній мірі це пов'язано з відсутністю витрат на транспорт палива. Значення вартості енергії та одиниці установленної потужності зменшується з підвищенням установленної потужності обладнання та залежить у тому числі від конкретної технології виробництва енергії, оснащення, наявності капітальних споруд тощо. Наприклад, при виробництві електроенергії на мініелектростанції потужністю 1000 кВт у варіантах з бурінням свердловини або використанням наявної свердловини питомі капіталовкладення складають відповідно 1020 і 520 дол. США/кВт, а строки окупності відповідно 13,3 та 5,5 років. У цілому розрахунки економічних показників спорудження та експлуатації енергоустановок, які працюють на газі малих родовищ, дали питомі капіталовкладення при виробництві електроенергії та теплоти відповідно 700-1200 та 100-150 дол. США/кВт і собівартість енергії відповідно 0,015-0,025 та 0,00-0,01 дол. США/кВт-год.



Мал. 2.

Сценарій розвитку використання газу малих родовищ України до 2010 р.

1 - форсований; 2 - прискорений; 3 - повільний.

Для реалізації розглянутого сценарію розвитку нетрадиційної теплоенергетики на основі малих газових родовищ необхідно:

1. Виконати цикл науково-дослідних робіт по створенню та удосконаленню технологій та обладнання для виробництва електроенергії з урахуванням умов родовищ та потреб регіонів.

2. Розвивати ресурсно-сировинну базу з метою збільшення винайдених запасів природного газу.

3. Розробити та впровадити дослідно-промислові демонстраційні мініелектростанції на газу малих родовищ для відпрацювання їх тех-

ніко-експлуатаційних показників та забезпечення їх нормативно-правових умов роботи.

4. Розробити науково-технічну програму робіт до 2010 р.

ЛІТЕРАТУРА

1. Програма державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії та малої гідро-теплоенергетики. Київ: Держком-енергозбереження України, НАН України, 1997. - 202 с.

2. Ковалко М. П., Денисюк С. П. Енергозбереження - пріоритетний напрямок державної політики України. Київ: АТ «Укреноергозбереження». 1998. - 508 с.

Кількісний аналіз процесів масопереносу в накопичувачах поновлюваної енергії

М.А. ВЛАСОВА,
М.Д. ТКАЛЕНКО

Інститут
електродинаміки
НАН України, м. Київ

При розряді і заряді електрохімічних накопичувачів енергії відбувається зміна концентрації електроліту поблизу обох електродів - як позитивного, так і негативного. Це, насамперед, є причиною появи концентраційної поляризації. Наслідком відхилення концентрації в ту або іншу сторону від оптимального значення є зниження провідності приелектродних шарів електроліту й електроліту в цілому. Це врешті проявляється у підвищенні внутрішнього опору джерела струму та у зниженні його питомої потужності. У зв'язку з цим вважалось доцільним провес-

ти роботи, спрямовані на кількісну оцінку внеску концентраційних змін у загальний опір електрохімічних систем і, зокрема, накопичувачів енергії (наприклад, літій-іонних акумуляторів).

На першому етапі роботи з урахуванням властивостей типових накопичувачів енергії проводилось обчислення концентраційних змін і будувалися профілі розподілу концентрації компонентів електроліту по товщині шару електроліту між плоскими електродами при різних густинах струму. Для кількісного опису розподілу концентрації електроліту між двома електрода-

ми в часі та просторі після вмикання постійного току використовували співвідношення

$$C_{ox}(x,t) = C_{ox}^0 - \frac{2i}{n} \left(\frac{l}{\pi D_{ox}} \right)^{0,5} \exp\left(-\frac{x^2}{4D_{ox}t}\right) + \frac{ix}{nFD_{ox}} \left[1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2D_{ox}^{0,5}t^{0,5}}\right) \right],$$

отримане шляхом розв'язання рівняння другого закону Фіка. У цьому співвідношенні аргумент x відповідає відстані від поверхні електрода і знаходиться в межах $0 \leq x \leq L$, де L - відстань між двома електродами. Розроблена комп'ютерна програма дозволяла варіювати усі вхідні параметри і виводити на принтер результати визначення $C(x,t)$ у вигляді графіків $C-x$ для різних моментів часу після вмикання струму густини i . Перевагою програми є те, що вона забезпечувала одержання на принтері серії кривих, які описують розподіл концентрації по x у різні моменти часу після вмикання струму. Завдяки цьому була можливість розглядати електрохімічну систему в динаміці та стежити за трансформацією кривих зі збільшенням тривалості розряду.

На другому етапі вирішувалося питання апроксимації експериментальної залежності питомої електропровідності від концентрації електроліту. При наявності профілю розподілу часток для розрахунку сумарного опору необхідно мати або простий аналітичний вираз, що пов'язує питому електропровідність із концентрацією, або комп'ютерну програму, що дозволяє розрахувати питому електропровідність електролітного розчину довільного складу з використанням апроксимаційних методів. Нами було обрано комбінований метод, у якому використовується емпірично отриманий вираз і проводиться апроксимація масиву експериментального матеріалу, який було отримано при вимірюванні питомої електропровідності різних електролітів. Для кількісного опису залежності питомої електропровідності χ розчинів електролітів від молярної концентрації m у широкому інтервалі m запропонова-

не емпіричне рівняння

$$\chi = \chi_{\max} \left(\frac{m}{\mu} \right)^a \times \exp\left[b(m-\mu)^2 - \frac{a}{\mu}(m-\mu)\right],$$

де μ - молярність розчину, що має максимальне значення електропровідності χ_{\max} , a і b - емпіричні коефіцієнти. Переваги запропонованого рівняння можна реалізувати, проте, лише при наявності відомих констант a і b , а також уточнених значень μ та χ_{\max} . Тому нами була відпрацьована методика та складена програма для обчислення констант a і b , проведений розрахунок цих констант, а також уточнені величини μ та χ_{\max} для електролітів, які найбільш широко використовуються в джерелах струму. Визначення χ_{\max} проводилося з використанням трьох експериментальних величин χ_i , що знаходяться поблизу максимального значення. Обрані χ_i та відповідні їм μ_i апроксимувались по формулі Лагранжа для трьох точок.

Третій етап складався з побудови графіків, що відбивають характер зміни локальної електропровідності у всіх перетинах електроліту після вмикання струму заданої густини. Аналіз таких графіків показав, що, в залежності від вибору параметрів досліджуваної системи і густини струму, зміна провідності електроліту при переході від одного перетину до іншого може описуватися як монотонними залежностями, так і залежностями з екстремумами. В окремих перетинах електроліту може спостерігатися підвищення електропровідності у порівнянні з електропровідністю основного розчину. Максимуми електропровідності з'являються поблизу позитивного електрода при використанні відносно розведених електролітів і поблизу негативного електрода, якщо використовуються електроліти з концентрацією солі вище оптимального значення μ . Незважаючи на можливе підвищення провідності електроліту в деяких із перетинів, концентраційні зміни, викликані проходженням постійного струму, призводять до збільшення загального омичного опору електроліту.

На завершальному етапі проводилося інтегрування залежності

опору електроліту по товщині всього шару електроліту i , таким чином, визначався опір шару електроліту в умовах проходження постійного току, який потім зіставлявся з опором такого ж шару електроліту без пропускання струму. Таке зіставлення дозволяло оцінювати внесок концентраційних змін в електроліті у сумарний опір електрохімічної системи.

Виявилось, що за інших рівних умов стаціонарний стан установлюється швидше при більш високих значеннях D_{ox} і більш низьких густинах струму i . За той же проміжок часу більш глибокі концентраційні зміни відбуваються при низьких D_{ox} і більш високих густинах струму.

Показано, що зі збільшенням густини розрядного чи зарядного струму посилюються концентраційні зміни у приелектродних шарах, тому збільшується різниця між електропровідністю приелектродного шару й електропровідністю вибраного основного електроліту. Цей ефект накладається на зміну електроодного потенціалу, яка зумовлена різкою зміною термодинамічної активності компонентів електроліту на межі розподілу електрод/електроліт.

Величина міжелектродної відстані позначається в основному на швидкості переходу системи в стаціонарний стан після вмикання струму. При збільшенні відстані між електродами збільшується час стабілізації профілю розподілу концентрації компонентів по x , а, отже, і стабілізації локальної провідності електроліту. Як і слід було очікувати, зменшення коефіцієнта дифузії призводить до уповільнення процесів перерозподілу носіїв заряду по товщині електроліту і стабілізації значень локальної електропровідності.

Серед розглянутих нами випадків не було знайдено жодного, для якого було б зареєстроване зниження загального опору електроліту з часом. Хоча при деяких режимах поляризації в окремих перетинах і спостерігається помітне підвищення електропровідності електроліту, сумарним результатом зміни концентрації реагентів поблизу обох електродів в електролітах із різним вихідним складом є усе ж таки підвищення внутрішнього омичного опору електрохі-

мічних систем. Додатковий опір, що з'являється, може бути сумірним з опором вихідного розчину. Протягом часу, за який досягається стабілізація профілів розподілу концентрації реагентів, величина K досягає свого максимального значення. Особливо помітні зміни R можливі в умовах, коли концентрація електрохімічних активних часток поблизу межі розподілу електрод/електроліт наближається до нуля, а це, у свою чергу, має місце, коли: 1) відносно низька вихідна концентрація електроліту; 2) висока густина струму; 3) невеликі коефіцієнти дифузії електрохімічно активних часток (носіїв заряду).

При роботі джерела струму внаслідок зміни в приелектродних шарах концентрації (активності)

реагентів і продуктів значення потенціалів відхиляються від рівноважних (або стаціонарних). У системі з'являється вже відома концентраційна поляризація. Як видно з викладеного, проходження постійного струму і пов'язані з ним концентраційні зміни можуть бути причиною суттєвої зміни і внутрішнього опору електрохімічної системи. Наслідком цього є додатковий ріст чи зниження робочої напруги, або, інакше кажучи, наслідком цього є поява додаткового падіння напруги на клеммах електрохімічного пристрою.

Таким чином, розроблена методика дозволяє провести апроксимацію ізотермі електропровідності електролітів, розрахувати профілі розподілу компонентів

електроліту, а також описати тенденції у зміні локальної електропровідності електроліту при різному вихідному складі останнього для всіх можливих режимів розряду та заряду. Незважаючи на можливе підвищення провідності електроліту в деяких із перетинів, концентраційні зміни, викликані проходженням постійного струму, призводять до збільшення загального омичного опору електроліту в електрохімічному накопичувачі. Таке додаткове падіння напруги можна розраховувати, використовуючи розроблені нами комп'ютерні програми, і враховувати при створенні комплексних систем, що працюють на поновлюваних джерелах енергії.

Оцінка показників безвідмовності вітроелектричних пристроїв великої потужності

**А.О. БРИЛЬ,
В.П. ВАСЬКО,
П.Ф. ВАСЬКО**
Інститут
електродинаміки
НАН України, м. Київ

Для вітроелектричних пристроїв (ВЕП), що застосовуються у даний час для спорудження ВЕП на Україні, відсутні стійкі статистичні дані по таким важливим показникам надійності як інтенсивність відмов і наробіток на відмову. Фірми виробники ВЕП наводять у рекламі своєї продукції, в основному, тільки коефіцієнт готовності, що застосовується при розрахунках обсягів виробництва енергії. Проте, цього явно недостатньо для обґрунтування чисельності ремонтного персоналу й обсягів експлуатаційних витрат, що можуть бути отримані з використанням ймовірності безвідмовної роботи, яка є функцією інтенсивності відмов і наробітку на відмову. Тому для виз-

начення показників безвідмовності ВЕП скористаємося розрахунковим методом із використанням ймовірнісних математичних моделей з теоретичним розподілом наробітку на відмову. У цьому випадку розрахунок показників надійності ВЕП проводиться по відомим середнім значенням інтенсивності відмов окремих складових частин конструкції у відповідності з їх типовими характеристиками надійності [1], а також за паспортними даними аналогічних елементів і пристроїв.

Прогнозування й аналіз показників безвідмовності ВЕП виконаємо за таких положень і припущень, прийнятих у відповідності з [2]:

- розглядається надійність лише технічних засобів, без урахування надійності програмного забезпечення й обслуговуючого персоналу;
- елементи, блоки і системи, що входять до складу ВЕП, можуть налагоджуватись, ремонтуватись, замінюватись;
- потік відмов є стаціонарним і ординарним з постійною інтенсивністю;

г) ймовірність безвідмовної роботи має експоненційний закон розподілу;

д) середня тривалість відновлення працездатності ВЕП приймається у відповідності з проектною документацією.

У відповідності з [2] і прийнятими припущеннями розрахункові вирази для визначення сумарної інтенсивності відмов, наробітку на відмову і ймовірності безвідмовної роботи мають наступний вигляд:

$$T_n^{cp} = \frac{1}{\lambda_s}, \quad \lambda_s = \sum_{k=1}^m \lambda_k = \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n k_{mi} \lambda_i N_i,$$

$$p(t) = \exp\left(-T \sum_{k=1}^m \lambda_k\right) = \exp\left(-T \lambda_s\right),$$

де m - кількість пристроїв (систем), що входять до складу ВЕП; λ_k - сумарна інтенсивність відмов k -го пристрою (системи); n - кількість груп однотипних елементів, що входять до складу k -го пристрою і працюють в однакових умовах; k_{mi} - коефіцієнт навантаження, що враховує реальні умови експлуатації елементів i -ої групи;

Напрацювання на відмову пристроїв і систем ВЕП-220

Найменування основних пристроїв і систем	Напрацювання на відмову, год.	
	Оцінка помірна	Оцінка оптимістична
1. Вітроколесо	17290	25000
2. Силова трансмісія	30130	35000
3. Мультиплікатор	13275	20000
4. Опорно-поворотний пристрій	13403	20000
5. Пристрій гальмування	25394	30000
6. Пристрій повороту лопатей	5466	30000
7. Система електроживлення	17182	30000
8. Система генерування електричної енергії	16722	25000
9. Мікропроцесорна система керування	13320	50000
Для ВЕП в цілому:	1525	3040

Таблиця 1

терних інтервалів безперервної роботи ВЕП. З огляду на ймовірний розподіл місячних повторювань швидкостей вітру на території України, приймемо найбільшу тривалість рівною двом тижням, тобто 360 годин. За мінімальну тривалість безперервної роботи приймемо середнє значення тривалості відновлення працездатності, тобто 60 годин. Проміжні інтервали приймемо рівними 5 і 10 діб, тобто 120 і 240 годин. Результати роз-

λ_i - середня інтенсивність відмов елементів i -ої групи; N_i - кількість елементів i -ої групи; T - заданий інтервал часу.

Прогноз показників надійності ВЕП, призначених для паралельної роботи з електроенергетичною системою, виконаємо на прикладі вітчизняного пристрою ВЕП-220, що виготовляється по існуючим технологіям. Для даного ВЕП є повна проектна і конструкторська документація, а також інформація по усім складовим одиницям і комплектуючим. Планове значення середньої тривалості відновлення складає 60 годин. Середні інтенсивності відмов елементів взяті за типовими характеристиками надійності, а коефіцієнти навантажень окремих складових частин задавалися у відповідності з рекомендаціями [2]. При цьому враховувалися такі чинники як вібрація, накопичені навантаження, скручування проводів і кабелів. Було проаналізовано 9 основних систем і пристроїв: вітроколесо, силова трансмісія, мультиплікатор, опорно-поворотний пристрій, пристрій повороту лопатей, система електроживлення власних потреб, система генерування електричної енергії, мікропроцесорна система керування. Використовувалися дані 86 найменувань різних комплектуючих на рівні блоків, механізмів, елементів. Результати розрахунків напрацювання на відмову наведені в табл. 1 у стовпчику «оцінка помірна». Ці дані відповідають штатному варіанту виконання ВЕП з регулюванням положення лопатей і пристроєм пово-

роту лопатей на базі вентиляного електродвигуна з постійними магнітами.

Найменш надійними виявилися ті системи, де використовуються електронні пристрої і блоки, що зазнають вібраційного впливу, електромеханічні пристрої з повторно-короткочасними режимами роботи. До таких належать опорно-поворотний пристрій, пристрій повороту лопатей, мультиплікатор, система керування. Якщо не застосовувати спеціальних заходів для підвищення надійності, то перелічені системи мають напрацювання на відмову менший 15 тис. годин. Самим ненадійним є пристрій повороту лопатей, до складу якого входять комплектуючі з великою інтенсивністю відмов. Його напрацювання на відмову становить 5466 годин. Напрацювання на відмову всієї ВЕП становить 1525 годин, а коефіцієнт готовності дорівнює 0,96. З отриманих результатів можна зробити висновок, що навіть при ідеальному функціонуванні служб ремонту і сервісного обслуговування, які забезпечують планову тривалість відновлення, тільки 96 пристроїв із 100 будуть готові до роботи, а 4 пристрої будуть знаходитися в ремонті.

Для оцінки чисельного значення ймовірності безвідмовної роботи необхідно задати тривалості харак-

рахунків для штатного варіанту ВЕП-220 наведені в табл. 2 у першому рядку. З отриманих результатів витікає, що за наявності вітру протягом 60 годин, очікується виникнення несправностей і відмов на 4 ВЕП із 100, а при наявності вітру протягом двох тижнів - на 21 установці із 100.

Через те, що пристрій повороту лопатей є найменш надійним, то цікаво з'ясувати його частку в загальній кількості відмов. Приймаючи інтенсивність відмов пристрою повороту лопатей рівною нулю, одержуємо: $T_n = 2100$ годин. Тривалість відновлення ВЕП з фіксованим положенням лопатей можна обчислити за припущення, що вона зменшується пропорційно числу основних систем і пристроїв штатного варіанту ВЕП. З урахуванням прийнятого припущення одержуємо: $T_v = 54$ год., $K_g = 0,975$.

Порівняльний аналіз показників напрацювання на відмову двох варіантів ВЕП (з поворотними лопатями і фіксованим положенням лопатей) показує, що в штатному виконанні приблизно третина усіх відмов виникає через несправність пристрою повороту лопатей. Чисельні значення ймовірності безвідмовної роботи для різної тривалості дії вітру наведені у другому рядку таблиці 2.

Покращення показників без-

Ймовірність безвідмовної роботи ВЕП-220

Таблиця 2

Варіант виконання вітропристрою	Тривалість безперервної роботи, год.			
	60	120	240	360
З поворотними лопатями	0,96	0,92	0,85	0,79
З фіксованим положенням лопатей	0,97	0,94	0,89	0,84
Оптимістична оцінка	0,98	0,96	0,92	0,89

відмовності може бути досягнуте шляхом використання прогресивних схемо-технічних рішень блоків і пристроїв, а також резервуванням найменш надійних елементів. Одним із рішень є переведення ВЕП в режим автостабілізації потужності на великих швидкостях вітру при незмінному куті повороту лопатей. У цьому випадку поворот лопатей здійснюється тільки для аеродинамічного пуску в роботу і зупинки ВЕП, а сам пристрій повороту лопатей значно спрощується, в результаті чого підвищується надійність його роботи.

З урахуванням можливої реалізації цих заходів на ВЕП-220 отримана оптимістична оцінка напрацювання на відмову, наведена в табл. 1 у другому стовпчику, і оцінка ймовірності безвідмовної роботи, наведена в табл. 2 у третьому рядку. З аналізу помірної й оптимістичної оцінок показників надійності можна зробити висновок, що напрацювання на відмову для потужної ВЕП може бути нормований на рівні 3000 годин.

Отримані значення показників безвідмовності ВЕУ можуть бути використані для обґрунтування чисель-

ності ремонтного персоналу, змінності його роботи, експлуатаційних витрат, визначення реальних обсягів виробництва електроенергії.

Література

1. Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 т. (Ред. совет: В.С. Авдеевский (пред.) и др.). Т. 10. Справочные данные по условиям эксплуатации и характеристикам надежности. - М.: Машиностроение, 1990. - 336 с.

2. Гук Ю.Б. Анализ надежности электроэнергетических установок. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1988. - 224 с.

Узагальнена модель забезпечення якості проектування і експлуатації вітроелектричних станцій

**А.О. БРИЛЬ,
В.П. ВАСЬКО,
П.Ф. ВАСЬКО**

**Інститут
електродинаміки
НАН України, м. Київ**

Досвід експлуатації перших вітроелектричних станцій (ВЕС) в Україні свідчить про недостатню якість виготовлення вітроелектричних пристроїв (ВЕП) і наявність організаційно-методичних недоліків при проектуванні та експлуатації ВЕС. В проектній документації на ВЕС відсутні вимоги до показників безвідмовності та ремонтпридатності ВЕП, не в повній мірі ураховується явище взаємного аеродинамічного впливу сусідніх ВЕП та рельєфу місцевості. Низькі показники надійності та значний обсяг необхідних запасних частин за дрібносерійного виробництва ВЕП спричиняють суттєві втрати часу на його доставку, збільшують тривалість непланових ремонтів та необхідну кількість ремонтного персоналу. Все це разом взяте збільшує собівартість виробленої електроенергії.

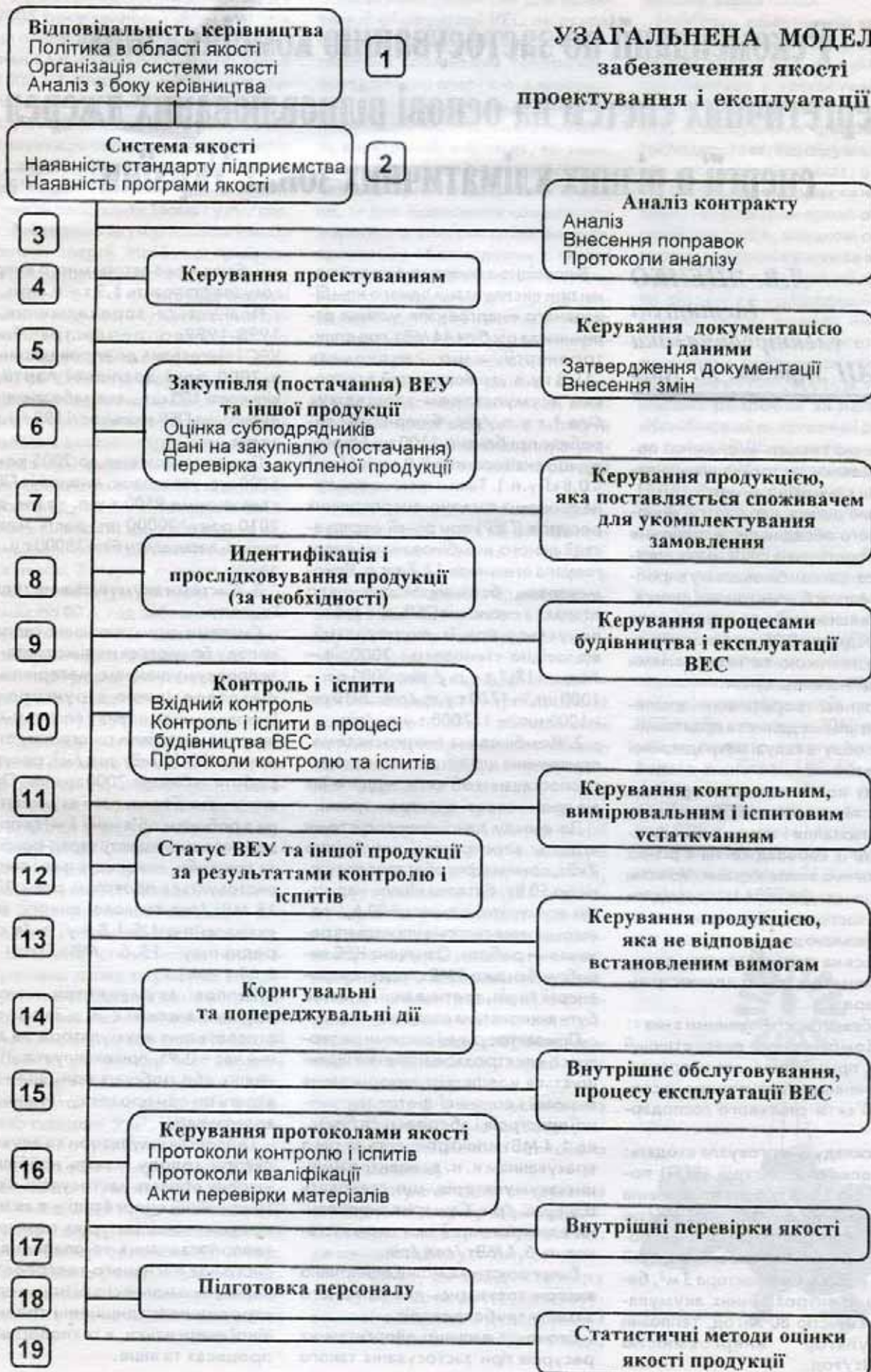
Наведені чинники не дозволяють на сьогодні досягти конкурентоспроможності вітроенергетики. У зв'язку з цим вважаємо за доцільне розробити, створити та впровадити в Міненерго України систему забезпечення якості проектування і експлуатації ВЕС.

Система якості повинна бути

організована таким чином, щоб здійснювати адекватне і постійне керування усіма видами діяльності, що впливають на якість виготовлення ВЕП і експлуатації ВЕС. Для реалізації політики і задач в області якості повинні бути розроблені і введені в дію документально оформлені методи роботи, що координують різні види діяльності з погляду ефективності системи якості.

Пропонована система якості може бути створена на основі ДСТУ ISO 9000-1-95, ДСТУ ISO 9001-95, ДСТУ ISO 9003-95, ДСТУ ISO 9004-1-95. Вона повинна являти собою сукупність організаційної структури, методичної основи і ресурсів, необхідних для керування якістю. Методичною основою повинна служити модель забезпечення якості, що являє собою стандартизований або прийнятий набір вимог, об'єднаних з метою забезпечення якості. Узагальнена структура такої моделі наведена нижче. У випадку позитивного рішення про створення системи забезпечення якості при проектуванні й експлуатації ВЕС модель повинна бути конкретизована, деталізована і наповнена необхідною нормативно-технічною документацією.

**УЗАГАЛЬНЕНА МОДЕЛЬ
забезпечення якості
проектування і експлуатації ВЕС**



Рекомендації по застосуванню комбінованих енергетичних систем на основі відновлюваних джерел енергії в різних кліматичних зонах України

Л.В. ЯЦЕНКО
Інститут
електродинаміки
НАН України, м. Київ

Високі техніко-економічні показники застосування відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), стабільні робочі параметри енергетичного обладнання та стабільне енергопостачання споживачів досягаються при комбінованому виробленні теплової і електричної енергії, комплексному її акумулюванні та при поєднанні ВДЕ як між собою, так і з технікою та технологіями традиційної енергетики.

На основі теоретичних і експериментальних даних та практичного доробку в галузі нетрадиційної енергетики нами виконано розробку ряду комбінованих енергетичних систем на основі ВДЕ та систем акумулювання і визначено ефективність їх впровадження в різних кліматичних зонах України. Усі вони пройшли стадію науково-дослідних робіт, частково забезпечені конструкторською документацією і знаходяться на стадії підготовки до виготовлення дослідних демонстраційних зразків.

Найбільш перспективними з них є:

1. Комбінований енергетичний вузол, призначений для енергозабезпечення житлових та промислових об'єктів сільського господарства.

До складу енерговузла входять: вітроелектропристрій (ВЕП) потужністю 15 кВт, фотоелектрична сонячна батарея (ФБ) потужністю 50 Вт, геліопристрій з робочою поверхнею 5 м², біогазовий пристрій (БГП) з об'ємом реактора 3 м³, батарея електрохімічних акумуляторів ємністю 80 А.год, тепловий акумулятор енергоємністю 100 кВт/год.

Відповідно з попередніми оцінками при експлуатації одного комбінованого енерговузла можна отримати за рік біля 44 МВт.год електроенергії, що економить -15,8 т у.п., геліопристрій з тепловим акумулятором заощаджує біля 1 т у.п./рік, біопристрій виробляє приблизно 1100 нм³ біогазу, що еквівалентно 0,9 т у.п. (1 нм³ - 0,8 кг у.п.). Таким чином, сумарна економія паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) при річній експлуатації даного комбінованого енерговузла становить 17,7 т у.п. Рекомендовані обсяги впровадження по етапах та економія ПЕР, яка забезпечується при їх експлуатації, відповідно становлять: 2000 рік - 1 шт. - 17,7 т у.п./рік; 2005 рік - 1000 шт. - 1770 т у.п./рік; 2010 рік - 1000 шт. - 17700 т у.п./рік.

2. Комбінована енергосистема, призначена для автономного електропостачання об'єктів, віддалених від промислової електромережі.

До складу даної енергосистеми входять: вітропристрій потужністю 2 кВт, сонячна фотобатарея потужністю 50 Вт, батарея нікель-кадмієвих акумуляторів ємністю 80 А/год, автоматична система управління режимами роботи. Означена КЕС виробляє близько 6 МВт/год електроенергії за рік, третина якої не може бути використана споживачем.

При застосуванні системи резервного електрозабезпечення підвищується коефіцієнт використання вітрової і сонячної фотоелектричної пристроїв і зберігається близько 1,4 МВт електроенергії за рік з врахуванням к. к. д. електрохімічних акумуляторів, що становить 0,5 т у.п./рік. Сумарне вироблення електроенергії при цьому становить 5,4 МВт/год/рік.

Енергосистема може ефективно використовуватись для катодного захисту трубопроводів.

Економія паливно-енергетичних ресурсів при застосуванні такого

комбінованого автономного енерговузла становить 1,9 т у.п./рік.

Планується впровадження в 1998-1999рр. демонстраційної КЕС і підготовка до впровадження в 2000 році дослідної партії в кількості 100 шт., яка забезпечить економію ПЕР в кількості 190 т у.п. за рік.

При впровадженні до 2005 року 5000 шт. установок, економія ПЕР становитиме 9500 т у.п. за рік, до 2010 року 20000 шт. дасть можливість заощадити біля 38000 т у.п. за рік.

3. Системи акумулювання тепла і холоду.

Системи акумулювання тепла і холоду базуються на використанні теплоакуюючих матеріалів з фазоперехідною структурою. Енергоємність нових теплоакуюючих матеріалів такого типу становить 100-120 кВт.год/м³, ресурс роботи - більше 2000 циклів. При експлуатації теплового акумулятора з робочим об'ємом 1 м³ та проведенні одного циклу заряд-розряд за три доби, накопичується і використовується протягом року 12-15 МВт/год теплової енергії, що еквівалентно 1,5-1,8 т у.п. (в середньому 13,5 МВт/год - 1,65 т у.п.).

Теплові акумулятори мають найбільш високий к. к. д. із всіх застосовуваних акумуляторів на даний час - 0,95, при експлуатації в жилих або робочих приміщеннях втрати по саморозряду можна не враховувати.

Теплові акумулятори та акумулятори холоду мають найбільш широкую область застосувань в нетрадиційній енергетиці - в активних сонячних пристроях гарячого теплопостачання та опалення, в системах пасивного теплопостачання, в комплексі з різними пристроями нетрадиційної і традиційної енергетики, в технологічних процесах та інше.

При впровадженні в період до 2005 року теплових акумуляторів на основі фазоперехідних середовищ з загальним робочим об'ємом 1000 м³ економія органічного палива становитиме 1650 т у.п./рік, впровадження до 2010 року та експлуатація теплових акумуляторів та акумуляторів холоду з робочим об'ємом 10000 м³ дасть можливість заощадити 16500 т у.п./рік.

4. Системи акумулявання електричної енергії. Найбільш прийнятними на даний час для акумулявання електричної енергії ВДЕ є лужні нікель-кадмієві акумулятори. Розроблено систему резервного електропостачання для автономних об'єктів та для роботи в традиційних енергосистемах. Розрахунок енергоємності системи проводиться в залежності від потреб споживачів і параметрів джерела енергії; система формується набором модулів акумуляторних батарей в кількості, що забезпечує отримання необхідних технічних показників. Батарея лужних нікель-кадмієвих акумуляторів енергоємністю 80 А.год забезпечує підвищення ефективності електроенергетичного обладнання сонячних та вітрових енергоустановок і дозволяє додатково економити біля 0,5 т у.п./рік.

Проведено опрацювання статистичних даних по основних напрямках нетрадиційної енергетики – статистичних метеорологічних даних по швидкості вітру та поступанню сонячної енергії, статистичних гідрологічних даних для малих рік та даних по наявності біомаси і визначено їх енергетичний потенціал для кожної з областей України.

На основі статистичних і розрахункових даних та результатів натурних досліджень демонстраційного зразка комбінованої енергосистеми, впровадженої в Київській області, до складу якої входить вітроагрегат потужністю 2 кВт, тепла сонячна пристрій з робочою площею 5 м², фотоперетворювач потужністю 50 Вт, біопристрій з об'ємом реактора 2,5 м³, теплового акумулятора з робочим об'ємом 1 м³ та автоматизованої системи акумулявання електричної енергії енергоємністю 80 А.год, розроблено рекомендації по застосуванню комбінованих енергосистем в різних кліматичних зонах України.

Загальним правилом для ефективної експлуатації КЕС на основі ВДЕ, призначених для енергозабезпечення споживачів тепловою і електричною енергією, є використання акумуляторів для вирівнювання коливань навантажень в тепловій та електричній мережах, які виникають внаслідок періодичності та нерівномірності енергопостачання, та для підвищення коефіцієнту корисного використання енергопристроїв; обов'язковим є також використання ефективного допоміжного обладнання для підтримання необхідних робочих параметрів та автоматичного управління режимами роботи енергосистеми.

При врахуванні деяких обмежень, представлених нижче, комбіновані енергосистеми можуть достатньо ефективно експлуатуватися практично на всій території України:

- на повну автономність енергопостачання об'єктів від комбінованих енергосистем на основі ВДЕ можна розраховувати тільки в південних областях України при застосуванні пасивного теплового акумулявання та заходів енергозбереження;

- в північній та середній кліматичних зонах дефіцит енергії доцільно компенсувати не збільшенням потужності енергетичного обладнання на основі ВДЕ, а використанням традиційного палива;

- експлуатація фотоелектричних пристроїв по всій території України не дає значного вкладу в загальне енерговироблення, тому, приймаючи до уваги високу вартість, рекомендується застосовувати їх для заряду акумуляторів та для живлення електроприладів з невеликою потужністю (доля електроенергії, виробленої фотоелектричними пристроями не повинна перевищувати 3–5% в загальному виробленні електроенергії);

- для гарячого водопостачання в літні місяці необхідно застосовувати системи пасивного теплового акумулявання;

- вітроагрегати для генерування електричної енергії рекомендується використовувати в місцевостях, де швидкість вітру > 4 м/с;

- в зонах, де швидкість вітру > 4 м/с рекомендується застосування вітроагрегатів для виконання механічної роботи – підйому води,

помолу зерна тощо.

Найбільш ефективним впровадженням комбінованих енергосистем на основі ВДЕ на найближчу перспективу є застосування їх в сільськогосподарських комплексах, індивідуальних фермерських господарствах, індивідуальних жилих та садових будинках, в пансіонатах, дитячих таборах та на віддалених від електромережі об'єктах (житла пастухів, військові об'єкти, окремі населені пункти та ін.).

Програмою державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики передбачено першочергове впровадження у 1998–2000 р. р. найважливіших розробок за напрямом «Комбіновані енергетичні системи на основі НВДЕ та системи акумулявання». Обсяги їх впровадження на подальшу перспективу (до 2005 та 2010 років) будуть залежати насамперед від успішної реалізації першого етапу Програми. Реалізація запланованих заходів створить умови для широкого впровадження в Україні комбінованих енергетичних систем на основі ВДЕ та систем акумулявання, що сприятиме підвищенню ефективності використання енергопристроїв на основі ВДЕ і забезпечить на 2010 рік економію паливно-енергетичних ресурсів в обсязі 190,55 млн. т у.п./рік, в тому числі за рахунок комбінованих енергосистем на основі ВДЕ та систем акумулявання – 1,08 млн. т у.п., що у вартісному виразі дорівнює 26,3 млрд. гривень (в цінах 1997р.).



Визначення вітроенергетичного потенціалу за допомогою короткострокової анеморозвідки

Л.З. ПІВЕНЬ
Інститут
електродинаміки
НАН України, м. Київ

1. При встановленні вітроагрегатів на конкретній місцевості важливо якомога точніше знати, яку кількість енергії щорічно можна виробляти певним агрегатом. З цим пов'язане питання, який вітроагрегат краще пасує до конкретного місця встановлення з огляду на досягнення найменшньої вартості виробленої енергії. Можлива й зворотна задача – відшукати для певного вітроагрегату таке місце установки на даній місцевості, яке б забезпечувало ту ж таки найменшальну вартість виробленої енергії. Проводити таку роботу на основі поширених зараз загальних карт розподілу вітру по території України чи певного регіону недоцільно, бо помилитись можна в кілька разів. Подібний же результат можна також отримати, якщо скористатись рекомендаціями [1]: "...слід використовувати багаторічні характеристики швидкості вітру таких станцій, класи відкритості яких аналогічні умовам встановлення вітросилових агрегатів". Це доводить практика встановлення деяких вітроелектричних агрегатів без відповідної анеморозвідки, тобто експериментальної реєстрації впродовж певного строку швидкості та напрямку вітру в місці можливого встановлення вітроагрегату.

В Данії, а слідом за нею і у Західній Європі обходяться без анеморозвідки, користуючись спеціально розробленими математичними моделями, що враховують орографію місцевості, характер підстилаючої поверхні, розміри та розташування екрануючих будівель,

довгострокові дані метеостанцій. Розроблений датськими метеорологами Європейський атлас вітру [2] дає можливість визначити вітроенергетичний потенціал в будь-якій точці на території країн Європейського співтовариства за персональним обчислювачем на протязі кількох годин. Методологія створення такого атласу могла б бути використана для розробки атласу вітру для території України. Однак для цього потрібна багаторічна робота українських метеорологів та вітроенергетиків, що потребує великих коштів. Крім того такий атлас не гарантує точних параметрів вітру. Отже поки що залишається можливість визначення вітроенергетичного потенціалу за допомогою анеморозвідки.

За тривалістю строку реєстрації відрізняймо довгострокову, короткострокову та експрес-анеморозвідку. Оскільки ці поняття поки що ніякими стандартами не визначені, вважаємо короткостроковою анеморозвідкою як таку, що триває протягом кількох місяців. Експрес-анеморозвідці відповідно буде властивий строк реєстрації не більше місяця. Довгострокова анеморозвідка триває рік і більше. Тривалість анеморозвідки має не тільки кількісний, але й якісний характер.

Вперше анеморозвідка для вітроенергетики була проведена в Криму в 1934-1935 рр. на Ай-Петринській Яйлі [3]. В результаті розвідки була визначена кореляційна залежність між даними сусідньої метеостанції та анеморумбометра, встановленого в місці ймовірного встановлення вітроагрегату.

В Японії [4] подібну задачу вирішували у два етапи: на першому впродовж двох (!) років реєстрували швидкість та напрямок вітру в кількох точках на місцевості; на другому продували модель ланд-

шафта в аеродинамічній трубі. На основі цих даних і визначався вітроенергетичний потенціал для моделюваної місцевості. Вочевидь, що навіть довгострокова анеморозвідка впродовж двох років не дає вичерпних підстав поширювати отримані дані на багаторічний період. Крім того такі вимірювання є дорогими і вони призводять до збільшення строку між замовленням та пуском вітроагрегату.

Серед інвестиційних банків, які асигнують будівництво вітроагрегатів, існує практика, за якою бізнесплан на будівництво вітроагрегату має бути виконаний на базі даних вимірювань впродовж одного року, тобто довгострокової анеморозвідки. Однак така практика потребує додаткових розрахунків, оскільки дані за період реєстрації можуть виявитись нерепрезентативними для багаторічних усереднень, на яких базується вітроенергетичний кадастр (ВЕК).

Збільшення строку спостережень понад рік не є перспективним з зазначених вище причин. Скорочення спостережень суттєво сприяє прискоренню та здешевленню будівництва вітроагрегатів, але в цьому випадку питання репрезентативності даних анеморозвідки стає головним. Отже маємо таку задачу: в який спосіб обробити нерепрезентативні дані анеморозвідки за обмежений строк (рік і менше), щоб отримати достовірні дані для визначення компонентів ВЕК? Один з можливих шляхів розв'язання цієї задачі викладено нижче.

2. Нехай маємо вибірку об'єму N -строкових даних контрольних метеостанцій, найближчих до місця установки вітроагрегату: швидкість вітру $\bar{V}_k(i)$ та напрямок вітру $\varphi_k(i)$ для k -тої контрольної метеостанції, де $k=1,2,\dots,K$; $i=1,2,\dots,N$; K – кількість контрольних метео-

станцій. Нехай маємо виборку такого ж об'єму N строкових даних опорної метеостанції $\bar{V}_0(i)$, $\Phi_0(i)$, обмежену роль якої виконує анеморумбометр, встановлений в місці бажаного розташування вітроагрегату. Існує ніким не заперечувана в принципі кореляційна залежність між строковими даними контрольних та опорної станцій. Для вирішення поставленої задачі пропонується метод корельованих румбів, який полягає в тому, що кореляційна функція залежності строкової швидкості вітру в контрольних метеостанціях фіксується, тобто спостерігається та визначається, для кожної можливої пари дискретних напрямків вітру в контрольній та опорній станціях. Якщо за кількість дискретних напрямків прийняти наприклад вісім румбів ($R=8$), що найбільш поширено в метеорології, то кореляційна залежність матиме вигляд:

$$\bar{V}_{0j}(i) = f(\bar{V}_{kq}),$$

де j, q - дискретні напрямки вітру в опорній та контрольній станціях, $j, q = 1, 2, \dots, 8$. Вочевидь маємо матрицю кореляційних функцій розміром 8×8 . В основі методу корельованих румбів лежить метод згрупованих даних математичної статистики.

В залежності від того, в якій формі відшукується кореляційна залежність між строковими даними в методі корельованих румбів, робиться відповідне припущення:

$$\bar{V}_{0j}(i) = b_{kjq} \bar{V}_k(i) - \text{пропорційна,}$$

$$\bar{V}_{0j}(i) = b_{kjq} \bar{V}_k(i) + c - \text{лінійна,}$$

$$\bar{V}_{0j}(i) = a_{kjq} \bar{V}_k(i) +$$

$+ b_{kjq} \bar{V}_k(i) + c_{kjq} - \text{квадратична}$
і т.п. залежності.

Пошук параметрів кореляційної функції ведеться за допомогою критерія Стюдента. Для конкретності в подальшому зупинимось на пропорційній залежності. Вочевидь, що не всі можливі пари напрямків корелюють і матриця коефіцієнтів кореляції b може бути слабозаповненою.

Далі припускаємо, що ніяких змін

в довкіллі контрольних та опорної станцій, а отже в розподілі швидкості вітру, немає на подальші роки відносно строку, за який оброблялися багаторічні дані. На основі цього припущення, беручи до уваги відомий багаторічний розподіл швидкості вітру в контрольних станціях по певним румбам, методом згрупованих даних отримуємо розподіл швидкості вітру в опорній станції.

На основі розрахованого за методом корельованих румбів розподілу швидкості вітру в опорній метеостанції можна визначити необхідні компоненти ВЕК та виробництво енергії для конкретного вітроагрегату, враховуючи його характеристику потужності, висоту вітроколеса та висоту щогли анеморумбометра опорної станції.

Для оцінки точності методу корельованих румбів було взято за опорну метеостанцію Очакова Миколаївської обл., за контрольні метеостанції Дебальцева, Волновахи, Генічеська, Ай-Петрі, Асканії Нової, Феодосії, Севастополя, Лубен, Полтави. Для цих станцій були відомі строкові дані за 2 місяці, а також відповідні багаторічні дані. Значимість коефіцієнтів кореляції оцінювалась при довірчій ймовірності 0,95. На основі відомого та розрахованого розподілу швидкості вітру в опорній станції для вітроагрегату ВЕД-15, що випробувався на полігоні "Десна" с.Крехаїв Чернігівської обл., потужністю 20 кВт було порівняно річне виробництво електроенергії. Розбіжність склала 7%.

Скорочення строку анеморозвідки менше 2 місяців неприпустиме через те, що кількість експериментальних даних для статистичної обробки даних з багатьох пар румбів стає критичною. Вочевидь, що збільшення цього строку призведе до кращих результатів.

3. Характерною особливістю методу корельованих румбів є те, що він дозволяє надійно оцінити точність визначення розподілу вітру в опорній точці. Для цього є два шляхи. Перший полягає в порівнянні строкових даних анеморозвідки в опорній точці з розра-

хованими даними, отриманими з врахуванням визначених коефіцієнтів кореляції та строкових даних контрольних метеостанцій. Другий шлях полягає в тому, що серед контрольних метеостанцій вибирається така, яка найбільше схожа за розвою відкритості по Мілевському (з урахуванням [1]) і для неї повторюється весь описаний вище процес, як для опорної станції, при цьому контрольних станцій стає на одну менше. При достатній кількості вибраних контрольних станцій (близько десяти), це несуттєво вплине на точність визначення ВЕК із збільшенням похибки. Порівняння відомих даних для вибраної таким чином контрольної станції з розрахунковими дасть оцінку точності визначення відповідних компонентів ВЕК.

4. З викладеного можна зробити висновок, що, користуючись методом корельованих румбів, можна суттєво скоротити строк анеморозвідки, оцінити точність визначення будь-яких компонентів ВЕК, що дає можливість скоротити час, об'єм і вартість проєктних робіт по спорудженню нових ефективних вітроелектростанцій.

Література

1. Справочник по климату СССР. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1967. - Вып. 10. - Ч. Ш. - 683 с.
2. Troen J., Petersen E.L. European Wind Atlas. // Copenhagen: Bonde's Offset, 1988. - 900 p.
3. Баранов А.И. Анемометрическая разведка Ай-Петринской Яйлы // Энергетические ресурсы СССР. - М.: Изд-во АН СССР, 1938. - Т. 2. - С. 365-368.
4. Nagura Hiroto, Koizumi Toshio, Tiba Koge дайгаку кэнкю хококу. - Rept. Chiba Inst Technol. - 1986. - № 31. - P. 185 - 221 (яп.).

Автоматизація процесів акумуляції електричної енергії відновлюваних джерел

І.М. КИРПАТЕНКО
Інститут
електродинаміки
НАН України, м. Київ

Відновлювані джерела електричної енергії характеризуються періодичністю і нестабільністю роботи, тому для стабільного енергозабезпечення споживачів в системах електропостачання на основі відновлюваних джерел енергії необхідним є застосування системи акумуляції. Система акумуляції дозволяє вирівняти графік електропостачання, а також підвищити коефіцієнт використан-

ня відновлюваних джерел за рахунок накопичення надлишкової електроенергії, яка віддається споживачеві, коли в цьому виникає необхідність.

В системах електрозабезпечення невеликої потужності (до 10 кВт) в основному використовуються електрохімічні акумулятори, як лужні так і кислотні. Важливим при експлуатації системи акумуляції електричної енергії на основі електрохімічних акумуляторів є автоматизація процесів заряду і розряду, під час проведення яких необхідно виконувати велике число повторюваних операцій контролю, вимірів, управління та регулювання. Автоматизація процесів контролю параметрів акумуляторів дозволяє усунути ручні операції,

застосування автоматизації при експлуатації акумуляторних батарей помітно підвищує їх строк служби.

З цією метою в Інституті електродинаміки НАН України розроблено прилад автоматичного управління зарядом електрохімічних акумуляторів «ПАУЗА».

Робота приладу «ПАУЗА» полягає в порівнянні напруги на акумуляторі з стабілізованою опорною напругою. Якщо акумулятор потребує заряду, тобто напруга на акумуляторі менше норми, до акумулятора підключається зарядний пристрій. По закінченні заряду, коли напруга на акумуляторі досягне норми, прилад відключає зарядний пристрій.

Розроблений прилад може працювати як з кислотними так і з луж-

"ПАУЗА"

ПРИЛАД АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЗАРЯДОМ-РОЗРЯДОМ АКУМУЛЯТОРІВ

Ел. мережа

Перезавантаження

Заряд АБ

ВЕСУ, ФБ

Ел. мережа

Перезавантаження

К і Л

Прилад "Пауза"

ЦЕ:

- скорочення трудовитрат при експлуатації акумуляторних батарей (АБ);
- збільшення строку служби акумуляторів;
- стабільне забезпечення споживачів електроенергією в періоди відключення від промислової електромережі та при роботі з вітроустановками (ВЕУ) і фотобатареями (ФБ);
- автономність електропостачання;
- економія органічного палива.

Інститут електродинаміки НАН України пропонує:

фермерам, власникам індивідуальних будинків, залізничним, авто- і електротранспортним організаціям та іншим зацікавленим організаціям

Прилад "Пауза" для автоматичного управління зарядом-розрядом кислотних (К) та лужних (Л) акумуляторів

для використання в системах акумуляції електроенергії на об'єктах традиційної та нетрадиційної енергетики.

Ціна 20 у. о.


НАН України
 Інститут електродинаміки
 Відділення комплексних енергетичних систем з відновлюваними джерелами енергії
 Контактний телефон (044) 559-59-89,
 факс 559-23-63

НВФ "Екотек" та ІЕД НАН України
 пропонує:

фермерам, власникам індивідуальних будинків південних регіонів України та зацікавленим організаціям

розробку та виготовлення автономних мембранних апаратів для одержання очищеної, питної та опрісної води з мінералізації та солонуватих вод на основі вітроенергетичних установок потужністю 0,2, 0,5, 1,0, 2,0 кВт та продуктивністю від 10 до 100 л води на добу

Мембранна опріснювальна установка



Ел. енергія для побутових потреб

Послуги мембранних та вітроенергетичних установок

ЦЕ:

- завжди якісна питна вода;
- автономність роботи;
- економія електроенергії;
- джерело електроенергії для побутових потреб.

НВФ "Екотек" Тел.: (044) 414-75-21; 551-09-58; Тел./Факс: 452-80-17
 ІЕД НАНУ Тел.: (044) 559-59-89 Тел./Факс: 559-23-63

ними акумуляторами. До складу приладу входять наступні модулі:

1. Генератор опорної напруги.
2. Модуль розподільників опорної напруги (окремі розподільники для кислотних і для лужних акумуляторів).
3. Модуль порівняння опорної напруги та напруги акумулятора.
4. Модуль управління силовим ключем.

В першому модулі генерується високостабільна опорна напруга і підсилюється її потужність. У другому модулі опорна напруга ділиться розподільниками, утворюючи верхній і нижній пороги спрацювання. Для кислотних акумуляторів вибрані такі порогові напруги: верхня 14,5 В, нижня 12 В, для

лужних верхня порогова напруга 16,5 В, нижня 14 В. Напруга з акумуляторної батареї, перед тим, як поступити на розподільник фільтрується ФНЧ I-го порядку з частотою зрізу 5 Гц. Це запобігає спрацюванню приладу від пульсацій напруги на акумуляторі, обумовлених пульсуючим характером зарядного струму.

Третій модуль являє собою схему порівняння, яка складається з 2 тригерів Шмідта та RS тригера. В модулі відбувається порівняння опорної напруги з напругою акумулятора. Якщо акумулятор потребує заряду, на виході RS тригера з'являється логічна "1" і четвертий модуль відкриває симістор, включаючи таким чином зарядний

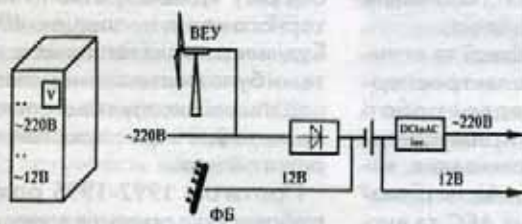
пристрій. При досягненні напруги на акумуляторі рівня верхнього порогу, на виході RS - тригера з'являється логічний "0" і зарядний пристрій відключається.

Проведені випробування приладу в лабораторних умовах, а також натурні випробування, підтвердили його ефективність.

Окрім роботи з нетрадиційними джерелами енергії прилад може працювати з промисловою електромережею і використовуватися для контролю і управління зарядом розрядом акумуляторів на автотранспорті, залізничному та електротранспорті, в індивідуальному господарстві та інших галузях.

Орієнтовна ціна приладу 20 у.о.

СИСТЕМА РЕЗЕРВНОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ



Інститут електродинаміки НАН України
проектують:
фермерам, власникам індивідуальних будинків
та зацікавленим організаціям

Систему резервного електроживлення житлових та промислових об'єктів для нетрадиційної та традиційної енергетики енергоємністю 55 - 80 А.годин для використання з вітроелектричними (ВЕУ) і сонячними (ФБ) енергоустановками та промисловою електромережею

Система резервного електроживлення
ЦЕ:

- стабільне забезпечення споживачів електричною енергією в періоди відключення від промислової електромережі;
 - нормальні побутові та робочі умови на об'єктах, віддалених від ліній електропередач;
 - економія органічного палива.
- Ціна без акумулятора -100 у. о.

НАН України
Інститут електродинаміки
Відділення комплексних енергетичних систем з відновлюваними джерелами енергії

Контактний телефон (044) 559-59-89,
факс 559-23-63

Об'єкти,

на яких рекомендовано застосування системи резервного електроживлення

1. Електроенергетичне обладнання нетрадиційної енергетики:
 - ♦ вітроелектричні установки і вітроелектростанції;
 - ♦ сонячні фотоелектричні перетворювачі.
2. Промислові об'єкти:
 - ♦ відділення зв'язку (телефон, телеграф, електронна пошта);
 - ♦ дизель-генераторні станції;
 - ♦ комп'ютеризовані установи;
 - ♦ об'єкти з безперервним технологічним циклом;
 - ♦ автотранспортні господарства;
 - ♦ міський електротранспорт;
 - ♦ нафто- та газопроводи (системи катодного захисту);
 - ♦ сільськогосподарські об'єкти (пасовища, літні табори, ферми);
 - ♦ житлово-комунальні господарства.
3. Об'єкти відпочинку:
 - ♦ дитячі табори;
 - ♦ пансіонати, санаторії;
 - ♦ дачні будинки.
4. Житлові об'єкти:
 - ♦ сільські будинки;
 - ♦ міські будівлі;
 - ♦ фермерські господарства.
5. Військові об'єкти
6. Медичні установи:
 - ♦ відділення невідкладної допомоги;
 - ♦ хірургічні відділення;
 - ♦ реанімаційні відділення;
 - ♦ пологові будинки.

Можливості застосування теплових насосів у електроенергетиці України

М.М. ЖОВМІР,
канд. техн. наук
Державний науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут нетрадиційної енергетики та електротехніки

Досвід передових країн свідчить, що теплонасосні пристрої (ТНП) доцільно використовувати для задоволення базового теплового навантаження при наявності природних чи техногенних джерел низькопотенційної теплоти з температурою 5-40 градусів і вище, коли на 1 кіловатгодину затраченої електроенергії може вироблятися у 3,5 - 4,5 рази більше теплоти з параметрами, достатніми для теплопостачання. В цих умовах теплонасосні пристрої як за енергетичними показниками, так і за приведеними витратами конкурентоспроможні навіть з високо-економічними котельними пристроями.

Аналіз зарубіжного досвіду, попереднє опрацювання схем використання теплових насосів в різних галузях економіки України та виконані оцінки їх енергетичної, економічної та екологічної ефективності свідчать, що з метою зменшення імпорту дорогих та дефіцитних енергоносіїв (природного газу, нафти і нафтопродуктів) стратегія розвитку паливноенергетичного комплексу має включати:

- переорієнтацію електроенергетики на споживання вугілля при виробництві електроенергії (з відповідними екологічними заходами);
- проведення державної політики в напрямі зменшення використання імпортованих газу та нафтопродуктів в системах теплопостачання (опалювальні та промислові котельні) за рахунок широкого використання теплових насосів, в основному з електричним приводом, із споживанням "вугільної" електроенергії.

Такий комплексний підхід до забезпечення споживачів електричною енергією за рахунок потужних вугільних конденсаційних станцій та теплоелектроцентралей, що виробляють "дешеву" електроенергію (у тому числі і на привід теплових насосів), та широке застосування ТНП в децентралізованих системах теплопостачання дозволить:

- зменшити споживання первинного палива на 12 млн. т у.п. на рік;
- витіснити споживання в місцевих системах теплопостачання газу та нафтопродуктів на 17 млн. т у.п. на рік;
- покращити екологічну ситуацію за рахунок зменшення споживання палива для теплопостачання;
- сприятиме стабілізації та оптимізації навантаження електроенергетичної системи завдяки роботі теплових насосів за примусовим графіком електроспоживання, забезпечуватиме можливість рівномірного завантаження АЕС та вугільних ТЕС.

В Україні накопичено значний досвід з розробки теплових насосів, їх виробництва, створення систем з їх використанням. Проте масове впровадження як вітчизняного так і імпортованого обладнання в економічних умовах України стримується рядом факторів: відсутністю капітальних вкладень, несприятливим співвідношенням тарифів на електроенергію та теплонасосне обладнання, адміністративними обмеженнями щодо використання електричної енергії для обігріву новостворюваних об'єктів, в тому числі і при намірах використовувати теплові насоси.

На підприємствах різних галузей в Україні експлуатуються кілька десятків теплонасосних пристроїв сумарною тепловою потужністю близько 10 МВт. Останнім часом інтерес до використання теплонасосних пристроїв значно зріс, особливо щодо їх застосування в безперервних технологічних процесах сушки, випарювання, обігріву приміщень з використанням енергії оборотних систем водопостачання.

На підприємствах електроенерге-

тики використання теплових насосів до даного часу носило експериментальний характер. На підстанції 330 кВ "Сімферопольська" в восьмидесяті роки була створена теплонасосна система обігріву приміщень з утилізацією теплової енергії системи охолодження синхронного компенсатора. Підприємство "Геліотерм" (АР Крим) було оснащено рядом теплонасосних пристроїв, які забезпечували опалення та гаряче водопостачання. На жаль, це обладнання уже знаходиться в непрацездатному стані. З 1994 р. на дослідному полігоні ДНД НEE в с. Лебедівка Київської обл. функціонує теплонасосна система обігріву адміністративно-лабораторного корпусу площею 400 кв.м. Будівництво цієї теплонасосної системи було викликано неможливістю подальшої експлуатації опалювальної котельні через зростання цін на рідке паливо.

Протягом 1992-1996 років розроблено ряд проектів впровадження теплонасосних пристроїв на ТП 330 кВ. "Вінницька", базі відпочинку в м.Славську, виконані дослідження техніко-економічної ефективності будівництва потужних теплонасосних станцій в теплових мережах м.Києва.

Досягнутий рівень не відповідає потенційним можливостям підвищення ефективності електроенергетики шляхом застосування теплових насосів. На сучасному етапі розглядаються наступні перспективні напрямки використання теплових насосів в електроенергетиці.

Створення теплонасосних станцій теплопостачання

Найбільше значення для енергетичної галузі може мати створення потужних теплонасосних станцій (ТНС), що утилізують низькопотенційну енергію очищених стічних вод великих міст, вод морів, рік, озер. В містах, які мають централізовану каналізаційну систему, при чисельності населення 500-600 тис. чол. можуть створюватись теплонасосні станції потужністю 20-100 МВт. В цілому по Україні можуть бути створені крупні теплонасосні станції загальною потужністю до

3000 МВт з річним виробництвом 13 млн. МВт·год теплоти. Це дозволить витіснити споживання палива системами теплопостачання в обсязі 2 460 тис. т у.п., а економія первинного палива в ланцюгу ТЕС-ЛЕП-ТНС в порівнянні з місцевими котельнями становитиме 650 тис. т у.п. щорічно.

При експлуатації існуючих ТЕЦ за графіком теплового навантаження може бути доцільною утилізація теплоти дренажних потоків, вентиляційних пропусків в конденсатори турбін за допомогою теплових насосів. За попередніми оцінками на існуючих ТЕЦ можливе створення теплонасосних станцій загальною тепловою потужністю до 500 МВт з річним виробництвом теплоти 2,5 млн. МВт·год. Це може забезпечити витіснення споживання дефіцитних видів палива до 410 тис. т у.п. при абсолютній економії первинного палива в обсязі 120 тис. т у.п. щорічно. Важливе значення для розвитку систем теплофікації можуть мати теплонасосні станції, інтегровані в теплові мережі ТЕЦ, які забезпечать збільшення теплової та електричної потужності існуючих систем теплофікації на 5-10%, економію палива - до 2-2,5%, а загальна їх потужність може бути до 500 МВт.

Для приводу зазначених потужних теплонасосних станцій загальною тепловою потужністю 4000 МВт можливо було б задіяти до 1000 МВт генеруючих потужностей існуючих ТЕС та АЕС. При роботі ТНС за примусовим графіком електроспоживання з'являються додаткові можливості вирівнювання графіків електричного навантаження. Це буде сприяти зменшенню використання дефіцитних видів палива на ТЕС, збереженню ресурсу їх основного обладнання.

Використання теплових насосів в магістральних електромережах

Передача та розподіл електричної енергії супроводжуються технологічними втратами на транспортування, які в енергосистемі України досягають 24 млрд. кВт·год/рік. При цьому на власні потреби підстанцій електричних мереж витрачається 0,6 млрд. кВт·год/рік. Основними споживачами електроенергії на підстанціях є пристрої охолодження трансформаторів та електрокотли систем опалення.

Утилізація теплових втрат трансформаторів від трансформаторного масла з температурою 20-

40°C за допомогою теплових насосів дозволить повністю покрити потреби підстанцій в тепловій енергії на обігрів та гаряче водопостачання. При цьому з 800 тис. МВт·год теплових втрат трансформаторів достатньо утилізувати 190 тис. МВт·год, що забезпечить економію електричної енергії в порівнянні з існуючими системами електроопалення на 190 тис. МВт·год щорічно. Це зумовить економію палива на електричних станціях в обсязі 66,3 тис. т у.п. щорічно.

При наявності сторонніх споживачів теплової енергії масштаби утилізації скидного тепла трансформаторів можуть бути більшими.

Для утилізації теплових витрат трансформаторів можуть використовуватись утилізаційні пристрої УОТТ-100, УОТТ-200, УОТТ-НКТ-40, які розроблені ВАТ "ВІТ" та виробляються Мелітопольським заводом холодильного машинобудування (АТ "РЕФМА"). Це пристрої класу "масло-вода" і передбачають врізку в масляний тракт трансформатора. ДНДІ НEE та ВАТ "ВІТ" планують розробку рішень, що не потребуватимуть підключення до масляної системи трансформатора і дозволять застосовувати загальноживані теплові насоси класу "вода-вода" та "вода-повітря".

Використання теплових насосів в розподільчих електромережах

Значна частина виробничих будівель та будівель допоміжного призначення енергетичних підприємств (майстерні, кімнати чергового персоналу, санаторії, дитячі установи, бази відпочинку та ін.) мають системи теплопостачання з електричними котлами. Статистичних даних про кількість таких систем в галузі немає. Вибіркові обстеження показали, що для опалення власних приміщень в обласній енергопостачальній компанії використовується до 300 електрокотлів сумарною потужністю до 5 МВт і річним споживанням електроенергії 12 млн. кВт·год.

По всіх енергопостачальних компаніях України це становить близько 7000 електрокотлів, сумарною потужністю більше 100 МВт і споживанням електроенергії 350 млн. кВт год на рік.

Оснащення половини цих будівель теплонасосними установками або реверсивними кондиціонерами, що утилізують енергію доквілля (атмосферного повітря, води природних водойм, ґрунту та ґрун-

тових вод), дозволило б зменшити споживання електричної енергії на 100 млн. кВт·год., що зумовило б економію палива електричними станціями на 35 тис. т у.п. щорічно. Одночасно це дозволило б зменшити навантаження енергосистеми на 34 МВт.

В таких системах можуть використовуватись вітчизняні теплонасосні пристрої НТ-9, НТ-40, НКВ-60 Мелітопольського ЗХМ (АТ "Рефма"), НКВ-7,5 НВП "Інсолар" м. Харків, а також теплові насоси та реверсивні кондиціонери зарубіжних виробників. Проектування теплонасосних систем обігріву будинків можуть виконувати Кримська філія ДНД ПВТІ "Енергоперспектива", ДНДІ НEE, Київ ЗНДІЕП.

Використання теплових насосів у споживачів електричної енергії

Проведені вибіркові обстеження споживачів електроенергії в ряді областей дозволяють оцінити масштаби використання електричної енергії для нагріву. Згідно з оцінками, для опалення та гарячого водопостачання використовується більше 40 тисяч офіційно зареєстрованих електронагрівальних пристроїв, їх сумарна потужність знаходиться в межах 600 - 800 МВт, а річне споживання електричної енергії сягає 2 млрд. кВт·год. Впорядкування енергоспоживання цих споживачів може забезпечити відчутний ефект для енергетики.

Заміна половини електронагрівальних пристроїв тепловими насосами дозволила б зменшити річне споживання електричної енергії на 800 млн. кВт·год при зменшенні навантаження в енергосистемі на 230 МВт. Це забезпечило б зменшення споживання палива на електричних станціях на 280 тис. т у.п. щорічно.

Враховуючи значний суспільний ефект від використання теплових насосів у споживачів електроенергії, необхідно зняти адміністративні обмеження щодо їх застосування для обігріву при новому будівництві та реконструкції, створити стимули щодо широкого їх застосування у виробництві та побуті.

Наведені результати одержані в ході обґрунтування завдань Програми державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- та теплоенергетики в 1997 році та розділу "Електроенергетика" Національної енергетичної програми України при її уточненні в 1999 році.

Організаційні та економічні проблеми впровадження поновлюваних джерел енергії

Ю.А. ВИХОРЕВ,
канд. техн. наук

О.С. ДУПАК

НТСЕУ України

Більше 50% потреб України в паливі покривається імпортом: імпорт нафти сягає 90%, природного газу – 70%. Якби не були перспективи збільшення видобутку та імпорту палива, розвиток країни неможливий без комплексного подолання енергетичної кризи за рахунок жорсткої політики щодо енергоефективності та використання поновлюваних джерел енергії.

Після Чорнобильської катастрофи погляди на проблеми розвитку енергетики почали змінюватися. Підвищилась роль місцевих органів влади і громадськості, які все частіше намагаються не допускати прийняття економічно та екологічно необґрунтованих рішень.

Якщо сьогодні за рахунок нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії (НПДЕ) в Україні виробляють всього лише близько 0,6 – 0,7 у.о енергії, то Національною енергетичною програмою України до 2010 року, схваленою Верховною Радою, передбачається збільшити їх частку в загальному балансі генерування енергії до 8–10%.

Більш детально завдання розвитку техніки і технологій використання НПДЕ викладені в "Програмі державної підтримки нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії і малої гідро- і теплоенергетики". Проблеми використання НПДЕ знаходять відобра-

ження в більшості регіональних програм енергоефективності (енергозбереження). Розробляються проекти законів України, що визначають політику в галузі екологічно чистої енергетики. Можна вважати, що завдяки програмам в країні намітились серйозні кроки в потрібному напрямі, але в їх реалізації вже є суттєве відставання. Основною причиною його є, безперечно, економічна криза. Повсюдні надії на бюджетні кошти для цього виявилися нерепальними.

У розвинених країнах, що доклали багато зусиль для створення енерготехнологій, законодавчої і нормативної бази, впровадження НПДЕ все більше переходить у сферу енергобізнесу, а виробництво обладнання, спорудження та експлуатація енергооб'єктів – на промислову основу.

Промисловим середовищем для енергобізнесу є ліцензування, стандартизація, облік, розрахунки ефективності та звітність. Важливими елементами є також: нормативна база технологічного проектування, правила технічної експлуатації та підготовка персоналу, встановлений порядок відповідальності виробників обладнання перед замовником, унормовані показники надійності, обов'язкові показники експлуатаційного ресурсу, планових обсягів і видів ремонтів, реальних експлуатаційних витрат, собівартості продукції, рекомендації щодо узгоджень на етапах проектування, у тому числі з місцевими органами самоврядування і з енергорозподільчими енергокомпаніями, нормативно-правова документація і, безумовно, достатньо об'єктивні методи обґрунтування економічної енергоефективності та аудит проектів.

Так, в країнах Європейської співдружності розроблені методичні рекомендації, що визначають поетапні кроки впровадження поновлюваних джерел енергії.

Нижче, для прикладу, наводиться спрощений перелік питань, які в Європі доводиться розв'язувати при спорудженні вітрової електростанції та малої ГЕС. Схему-алгоритм процедури впровадження НПДЕ автори не наводять, сподіваючись, що вона є зрозумілою з наведених прикладів переліку етапів.

Вітрова електростанція. Алгоритм процедури складається з п'яти блоків:

- технологічні умови (ідея спорудження ВЕС, вибір площадки, придатність площадки, обґрунтовані оцінки характеристик вітру, приналежність площадки, умови дозволу, характеристики споживання енергії, вибір обладнання і виробників обладнання, визначення обсягів виробництва енергії, власне споживання та/або узгодження щодо підключення до енергосистеми);

- економічні умови (тарифи і плата, можливість залучення і зниження інвестицій, визначення обсягів інвестицій і річних затрат, економічний аналіз і аудит без урахування і з урахуванням субсидій, розрахунки економічної рентабельності, запити на схвалення субсидій, відмова або схвалення планів і вибраної площадки);

- умови фінансування (залучення зовнішнього капіталу, місцевих інвестицій, прийнятні або неприйнятні умови фінансування, уточнення економічних показників, оформлення гарантій і страховок, прийнятні умови або відмова від площадки, забезпе-

чення капіталу);

– доручення (отримання доручення і гарантій, прийнятні або неприйнятні умови, відмова від плану);

– установка (закупівля площадки, обладнання, встановлення і введення в експлуатацію).

Мала ГЕС. Алгоритм складається з шести блоків. Кожний блок – з трьох структурних розділів (проектант, замовник, відомство – орган влади):

– **техніка** (ідея проекту, замовник-власник, розгляд гідрології і водного балансу, зобов'язання; Правила користування водотоком, видача замовлень на проектні роботи, методичні положення, варіанти, узгодження з відповідними службами, технічні проблеми, оцінка можливості продовження проектування);

– **економічний аналіз** (обсяги продукції, економічність при самоелектрозабезпеченні із урахуванням транспорту енергії, аудит, яким встановлюється економічна ефективність проекту чи необхідність відмови від ідеї; уточнення варіантів, нові пропозиції);

– **фінансування** (власний і запозичений капітал, сприятливі умови, часткове фінансування споживачами, муніципальна або громадська допомога, умови і гарантії);

– **узгодження** (остаточні рішення, схвалення замовника, узгодження і дозвіл або відхилення проекту);

– **виконання проекту** (проект будівництва, узгодження і дозвіл на спорудження, умови конкурсу, узгодження із замовником, передача замовлення на будівництво);

– **спорудження** (контроль, супроводження впровадження, спорудження, передача об'єкта замовнику).

Така, на перший погляд, складна система гарантує економічність об'єкту і ефективність використання коштів.

Наша країна має достатньо розвинений науковий потенціал. Але

перехід до індустріалізації виробництва супроводжувався великими труднощами і лише в останні роки конверсійні програми і вільні виробничі потужності сприяли початку індустріалізації в питаннях освоєння виробництва обладнання. Однак в освоєнні виробництва обладнання для використання НДПЄ ще спостерігається брак професіоналізму. Низька серійність, малі обсяги замовлень спричиняють до незадовільної якості обладнання. Часом відсутні реальні гарантії виробника перед замовником, а з іншого боку занижена вартість обладнання не завжди відповідає його перевагам.

Основна причина незадовільної економічної ефективності часто може визначатися недостатнім знанням реального природного потенціалу. Методологія ресурсних обґрунтувань повинна базуватися на стандартах щодо кожної технології. Саме відсутність таких методик визначає відсутність в країні пріоритетів в державній підтримці використання найбільш перспективних і економічних джерел енергії.

Не знайдені кількісні економічні еквіваленти екологічних переваг нетрадиційної енергетики. Це теж проблема законодавства і нормативної бази.

Немає досвіду підготовки експлуатаційного персоналу, розробки правил технічної експлуатації. Не регламентована експлуатаційна документація. Будівельні норми і правила і норми технологічного проектування розробляються як дослідні.

Відсутній об'єктивний аудит та експертиза проектів. Немає єдиних методологічних вимог до розрахунків (оцінок) економічної ефективності. Не враховується, наприклад, реальний експлуатаційний ресурс обладнання. Тому питомі витрати на заміщення органічного палива і строки окупності капіталовкладень стають лише необхідними, але недостатніми показниками ефективності. Реальним для окремих видів обладнання, що використовує

НПДЕ, є експлуатаційний ресурс, який різниться у 2-4 рази.

Необхідні стандарти не гармонізовані з міжнародними. Цей процес тільки розпочинається, але через брак фінансування йде дуже повільно.

Саме відсутність вказаної нормативної бази призводить до неефективного використання коштів у вітроенергетиці, коли ВЕС споруджуються в місцях, де відсутній необхідний вітропотенціал. Практично вітроенергетика дискредитується. В Україні є потенційно більш ефективні площадки для використання обладнання, що вже освоєне. Наприклад, в Закарпатті, де середньорічна швидкість вітру перевищує 7,5-8,5 м/с. В Закарпатті вкрай важлива і соціальна значимість проектів спорудження ВЕС.

В тепловій геліоенергетиці – невиправдано стримане ставлення до надбудівлі геліоколекторами паливних котлів малої потужності. Існує повне нерозуміння високої ефективності утилізації енергії технічних систем водопостачання і водовідведення (місцева мала гідроенергетика). Такі приклади можна продовжувати.

Розв'язання проблеми створення нормативної бази в сфері нетрадиційної енергетики є обов'язковим і необхідним для індустріалізації і підвищення ефективності її широкомасштабного впровадження. Саме тут необхідна швидка державна підтримка. Але одночасно, щоб виключити необ'єктивність, доцільно залучити до її розробки найбільш кваліфікованих фахівців, незважаючи на їх відомчу приналежність.

Розробка високотемпературного парокомпресійного водоаміачного теплового насосу

А.Л. ГЛІКСОН,
канд. техн. наук,
О.В. ДОРОШЕНКО,
докт. техн. наук
Науково-виробнича
фірма "Нові Технології"
Міністерство АПК
Одеса

Використання традиційних теплових насосів (ТН) у системах опалення, через порівняно невисоку температуру теплоносія (50-65 °С) і малі температурні напори потребує, для забезпечення комфортних параметрів, істотного збільшення поверхні опалювальних приладів, а отже і вартості системи. Виконано комплекс досліджень з метою створення високотемпературних парокомпресійних теплових насосів, які дозволяють зменшити витрати енергії або вартість систем теплопостачання і підвищити екологічну безпеку за рахунок використання екологічно безпечної робочої речовини – водоаміачного розчину.

Температура теплоносія, що нагрівається в конденсаторі ТН, визначається температурою конденсації, обмеженою високим тиском (2.0 МПа і вище) робочих речовин, які нині використовуються — R-22, R-134a, R-142b — і не перевищує 65 °С. Головна проблема розширення застосування ТН як в Україні, так і у світі пов'язана з пошуком можливості підвищити температурний рівень їхньої роботи (підвищити температуру конденсації) при невисоких значеннях тиску конденсації. Застосування парокомпресійних водоаміачних ТН дозволяє підвищити температуру конденсації до 120 - 140 °С і довести температуру теплоносія в системі теплопостачання до 100-120 °С при невисоких значеннях тиску робочої речовини (1.0 - 1.2 МПа). Це дозволяє використовувати такі ТН не тільки в традиційних системах теплопостачання (опалення, гаряче водопостачання), але і для сушки деревини, випарювання і концентрації соків, розчинів тощо. При цьому забезпечуються достатньо високі значення теплового коефіцієнта і економії електроенергії. У порівнянні з прямим електричним обігрівом (як для опалення, так і для

сушки, випарювання і т.п.) використання високотемпературних ТН дозволяє зменшити витрати електроенергії, в залежності від режиму роботи, на 40 - 60% при теплому коефіцієнті 2.5-3.0.

Проблемам розробки теоретичних основ, методик розрахунку, визначення нових областей застосування і проведення експериментальних досліджень таких ТН присвячено ряд теоретичних і експериментальних робіт як в Україні (Одеська державна академія холоду, НПП "Нові технології"), так і за рубежом. Автори цієї роботи також розглядають питання розробки таких ТН, вибору й аналізу різноманітних схемних рішень, що відповідають специфічності цих ТН (наявність відокремлювача рідини, змінна температура кипіння у випарнику тощо.) і різнохарактерності джерел низькопотенційного тепла, рекомендацій. Галузі застосування ТН цього типу – усі галузі народного господарства і побуту, де існує потреба в теплопостачанні з температурою теплоносія 100 - 120 °С. Можна очікувати, що зі збільшенням кількості теоретичних і експериментальних робіт з метою створення таких ТН будуть розширюватися й області їх застосування

Сонячно-колекторні системи нагріву води, інтегровані в конструкцію будівель

Б. П. КОРОБКО,
В. А. ОГОРОДНИК,
Н. П. ГЛУЩЕНКО,
ДНДІ НEE

Однією з причин повільного поширення в Україні сонячно-колекторних систем нагріву води є досить високі капітальні вкладення в їх спорудження. Так, середня світова ціна сонячних колекторів (СК) становить близько 400 дол. США за 1 м кв. Вартість СК залежить від їх конструкції, застосованих матеріалів та променесприймаючого покриття. Мінімальні ціни на СК не менше 100 дол. США за 1 м кв., але якість таких СК неза-

довільна – низькі теплотехнічні показники, надійність і строк служби. Ціна найбільш високоякісних СК (з вакуумною теплоізоляцією) досягає 1500 дол. США за 1 м кв.

Роботи та розрахунки, виконані в ДНДІ НEE, засвідчують, що значного поліпшення якості та одночасного зниження ціни сонячно-колекторних систем нагріву води можна досягти в разі інтегрування адсорберів в конструкцію будівель (дах, стіни) та при виготовленні їх із сталевих

вих штампозварних елементів регістру, зовнішня і внутрішня поверхня яких покривається склоемаллю, причому зовнішня - глушеною склоемаллю темних відтінків (чорного, коричневого, синього) з мікропористою структурою, що забезпечує прояву ефекту селективності покриття. Строк служби таких систем не менше періоду

експлуатації будівель, тобто більше 50 років. А розрахункова вартість 1 м кв. адсорбера не більше 25 дол. США за 1 м кв.

Розміри (висота, ширина) адсорбера можуть бути в широкому діапазоні, завдяки чому можуть виготовлятися за індивідуальними побажаннями замовників. Є можливість здійснювати монтаж системи са-

мим замовником після консультації.

Використання таких систем доцільно як для гарячого водопостачання, так і для опалення, а також в системах попереднього підігріву води на ТЕЦ, в котельних тощо.

Розробниками подана заявка на патент України.

Сонячна регенерація абсорбенту у відкритих абсорбційних системах

А.Л. ГЛІКСОН,
канд. техн. наук,
О.В. ДОРОШЕНКО,
доктор. техн. наук
Науково-виробнича
фірма "Нові технології"
М.А. ГЛАУБЕРМАН,
канд. техн. наук
УНПЦ при ОДУ,
м. Одеса

Працездатність і ефективність альтернативних холодильних, теплонасосних систем і систем кондиціонування повітря на основі відкритого абсорбційного циклу і сонячної регенерації сорбента в значній мірі залежать від кількості і якості (типу) сонячних колекторів (СК), що використовуються у геліосистемі. Кількість СК визначає сумарну площу теплосприймаючої поверхні геліосистеми, а отже, і кількість сонячної енергії, що надходить, яка у свою чергу залежить ще й від інтенсивності сонячної радіації. Під якістю (типом) варто розуміти конструктивні параметри СК, що визначають його ККД: наявність або відсутність концентраторів сонячної радіації, селективного покриття поглинаючої поверхні адсорбера, з одинарним або подвійним склом, використання вакуумних трубчастих колекторів. Якість визначається також робочою температурою теплоносія T_H , яку можна досягти для забезпечення регенерації абсорбенту. Температура регенерації в значній мірі залежить від відносної вологості зовнішнього повітря і необхідного рівня охолодження в системі. Теплове навантаження геліосистеми визначається кількістю теплоти Q_D , необхідної для здійснення процесу регенерації абсорбенту, тобто для випарювання води низькоконцентрованого розчину абсорбенту, що надійшов у десорбер на регенерацію

$$Q_D = \Delta G_L r,$$

де ΔG_L - кількість вологи, поглиненої абсорбентом в абсорбері і випарованої з нього в регенераторі (десорбері); r - пито-

ма теплота пароутворення.

На стадії проектування системи, при відомих параметрах навколишнього середовища (температура, вологовміст) і заданих температурах охолодження і регенерації абсорбенту, теплове навантаження регенератора можна визначити по заданій холодопродуктивності Q_D і тепловому коефіцієнту циклу COP.

$$Q_D = \frac{Q_0}{COP}$$

Аналіз характеристик різноманітних типів СК показує, що незасклені СК і полімерні СК навіть при високих значеннях сонячної радіації (800 Вт/кв.м. і вище) не можуть забезпечити необхідну температуру регенерації. При інтенсивності сонячної радіації не нижче 400 Вт/кв.м для цілей регенерації абсорбенту можуть використовуватися СК без селективного покриття з одним або двома шарами скла або селективні СК з одним або двома шарами скла. Варто враховувати, що застосування двошарового скляного покриття знижує теплові втрати СК, але одночасно збільшує оптичні втрати і загальну вартість. Гарантовано забезпечать працездатність таких систем вискоелективні трубчасті вакуумовані СК, що реалізують перепад температур $\Delta T = 60-100^\circ\text{C}$. Підвищення ефективності СК та їх КПД дозволяє знизити необхідну сумарну площу геліосистеми, але при цьому в більшому або меншому ступені збільшується вартість одиничного СК. Тому вибір типу і кількості СК для конкретних умов є предметом техніко-економічних розрахунків.

Можливості реабілітації малих ГЕС

В. К. ФЕСЕНКО,
АК Вінницяобленерго,
м. Вінниця

На території Вінницької області протягом останніх 100 років було побудовано 28 гідроелектростанцій одиначною потужністю 100 – 7500 кВт і загальною потужністю 23,5 МВт. З них у даний час працює 9 ГЕС, у тому числі АК "Вінницяобленерго" експлуатує – 7 ГЕС, із загальною встановленою потужністю 11,3 МВт, із щорічним виробітком на рівні 40–50 млн. кВт·г електроенергії.

Ця кількість адекватна не тільки економії 16,5 тисяч тон умовного палива, але й забезпечує усунення негативних для природи наслідків його спалення. З іншого боку, як плата за використання водних ре-

сурсів відповідно до положень "Водного Кодексу України" близько 220 тис. гр. перераховуються у Держбюджет і ніяким чином не повертаються для потреб ГЕС (наприклад реабілітації, ремонтів, відшкодування збитків після весняного льодоходу як стимул джерела утворення).

У нинішніх складних економічних умовах, з одного боку спостерігається варварське розграбування устаткування недіючих малих ГЕС, з іншого боку – відсутність відповідного до внеску малих ГЕС в енергозбереження і захисту навколишнього середовища гідного фінансування тих ГЕС, що всупереч і гігантоманії в гідроенергетиці, і "мисливцям" за кольоровими металами та легко доступними матеріальними цінностями продовжують працювати.

Останнім часом намічаються деякі зрушення, які, дозволять у май-

бутньому використовувати засоби, що перераховуються в місцеві фонди захисту навколишнього середовища. Йдеться про положення з Постанови Кабміну України від 05.07.99 р. № 1185 "Про використання засобів фондів захисту навколишнього середовища". Тісна взаємодія з місцевими природоохоронними органами дозволить до 70% засобів повернуті направити їх у край важливе русло підтримки природо- і енергозберігаючих заходів.

Крім того, заслуговує на увагу із огляду на можливі джерела фінансування відбудовних робіт на ГЕС документ "Умови і правила здійснення підприємницької діяльності при виробництві електричної енергії", із змінами і доповненнями, внесеними постановою Національної комісії регулювання електроенергетики України (НКРЕ) від 07.04.99 р. №483.

Використання програми Wind Farm при проектуванні ВЕС

С.В. ШУЛЬГА,
завідувач сектором
обчислювальної техніки
і комп'ютерних
розрахунків ДНДІ НEE

Проектування вітрових електричних станцій (ВЕС) є комплексною задачею, вирішення якої має ряд особливостей, що раніше, при проектуванні традиційних генеруючих потужностей, не враховувалися. Одною з основних відмінностей ВЕС від традиційних електростанцій є те, що виробництво електроенергії і, відповідно, її собівартість великою мірою залежать від розташування вітроагрегатів на площадці ВЕС. Серед основних факторів, що впливають на собівартість, можна назвати тип вітроустановки, метеобстановку в

районі майбутньої площадки розміщення ВЕС, особливості рельєфу місцевості тощо. Оптимальне розміщення вітроагрегатів та формування рекомендацій для проектувальників ВЕС потребують детального розгляду цих факторів. Використання сучасних комп'ютерних технологій може істотно скоротити час, що витрачається на визначення необхідного рішення і підвищити якість проектування ВЕС.

Програмний комплекс Wind Farm Release 2.1 є програмним забезпеченням, розробленим для рішення різноманітних задач, пов'язаних із

проектуванням ВЕС.

Програмний комплекс Wind Farm розроблявся виходячи з інформаційної ситуації, що склалася зараз на Заході, коли існують уже готові масиви даних, які можна швидко конвертувати у формати, що використовуються програмою, і відпрацьований математичний апарат їх обробки. Ситуація з інформаційним забезпеченням вітроенергетики в Україні докорінно відрізняється від європейської. Зокрема, головним джерелом інформації з вітропотенціалу є дані багаторічних спостережень держметеослужби, достовірність яких далека від необхідної. Виміри за допомогою датчиків проводяться на обмеженому числі площадок, розробка вітроенергетичного атласу України практично не розпочиналася. Дотепер у проведенні розрахунків не використовуються дані про особливості рельєфу місцевості в районах площадок ВЕС.

Однак незважаючи на ці складності програмний комплекс Wind Farm може бути використаний для

вирішення задач, пов'язаних із проектуванням ВЕС:

- розрахунок втрат, пов'язаних із взаємним затіненням вітроагрегатів для різних схем розміщення ВЕП на площадці ВЕС;

- розрахунок негативних і позитивних ефектів впливу топографії на розмір обсягів річного виробництва електроенергії ВЕС і окремими ВЕП;

- визначення несприятливих для розміщення ВЕП місць у районі площадки ВЕС;

- визначення сприятливих для розміщення ВЕП місць у районі площадки ВЕС;

- розрахунок обсягів виробництва електроенергії як одиничної ВЕП, так і для ВЕС в цілому;

- оптимізація розміщення ВЕП на площадці ВЕС.

Ці розрахунки можна робити як із прив'язкою, так і без прив'язки до конкретної вітрової обстановки і типу ВЕП, оскільки дані щодо втрат або позитивного впливу факторів топографії даються у відносному вигляді (у відсотках зміни обсягів ви-

робництва електроенергії). Те ж саме стосується втрат у виробництві електроенергії, пов'язаних із взаємним затіненням ВЕП на площадці.

Результати розрахунків виробництва електроенергії відображаються як у виді таблиць, так і графіків. При цьому окремо показуються вплив топографії та взаємного затінення на розмір виробництва електроенергії.

Процедура оптимізації схеми розміщення ВЕП на площадці ВЕС враховує такі умови і чинники

- економічні критерії;
- відстань між ВЕП;
- шумові характеристики ВЕП і відстані до найближчих будинків;
- близькість схилів пагорбів, інші особливості навколишнього середовища.

В цілому можна відзначити, що незважаючи на деякі складності з вихідною інформацією для розрахунків, програмний комплекс Wind Farm можна ефективно використовуватися для проектування ВЕС на території.

Методи підвищення ефективності застосування обладнання на основі відновлюваних джерел енергії в комбінованих енергетичних системах

*С.О. КУДРЯ,
Л.В.ЯЦЕНКО,
І.М. КИРПАТЕНКО,
В.П. ВАСЬКО*
Інститут
електродинаміки
НАН України, м. Київ

При впровадженні комбінованих енергосистем (КЕС) отримання найбільшого комплексного ефекту досягається поєднанням різних видів відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в їх оптимальному співвідношенні як між собою, так і з традиційними джерелами енергії. Ефект від впровадження обумовлюється заміною дефіцитного органічного палива, зменшенням шкідливих викидів в атмосферу та

зменшенням забруднення водної сфери.

Для визначення ефективності застосування комбінованих енергосистем розроблено методику, по якій проводиться розрахунок енергетичної доцільності та ефективності експлуатації окремих енергоустановок, що входять до складу КЕС та економічної і екологічної ефективності енергосистеми в цілому. Обов'язковим є врахування таких місцевих факторів: рівня забезпечення традиційними і нетрадиційними джерелами енергії з урахуванням їх потенціалу, структури систем енергопостачання та енерговикористання, вимог до якості електричної та теплової енергії, типу та параметрів навантаження, вимог до погодинного графіка енергопостачання, економічних та екологічних обмежень.

Очікувана економічна та екологічна ефективність встановлюється

після визначення енергетичної доцільності застосування енергетичного обладнання на основі окремих видів відновлюваних джерел енергії та встановленні оптимального співвідношення окремих елементів комбінованої енергосистеми.

Підвищення ефективності застосування комбінованих енергосистем досягається в першу чергу правильним вибором енергетичного обладнання в залежності від енергетичного потенціалу даного виду ВДЕ в даній місцевості, для чого створено збірник даних по енергетичному потенціалу основних видів ВДЕ для кожної з областей України. Комплексне використання систем акумулювання електричної та теплової енергії забезпечує безперебійне енергопостачання споживачів енергією необхідної якості і підвищує коефіцієнт корисного використання енергоустановок на 30-50%.

До питання випробувань вітроенергетичних установок для сільського господарства

**В. А. ЯСЕНЕЦЬКИЙ,
С. К. ПОСТЕЛЬГА,
УкрНДІПВТ**

Нетрадиційна та відновлювана енергетика набувають все більш широкого розвитку в світі.

Найбільш високими темпами впроваджується вітроенергетика, яка стає потужною галуззю індустрії та вже дає відчутний прибуток і реальне покращення ситуації в екологічній сфері.

Світові лідери в галузі вітроенергетики це США, Данія та Німеччина. Саме в США у Каліфорнії знаходиться великий випробувальний центр, в якому змонтовано значну кількість кращих вітроустановок з тих, що виробляються в світі.

В Україні вітроенергетика розвивається починаючи з 1993 року. При цьому головна увага приділяється будівництву вітрових електростанцій. Малій вітроенергетиці, яка застосовується переважно для потреб сільськогосподарського виробництва, як з боку керівних структур, так і з боку науково-дослідних організацій в області нетрадиційних видів енергії приділяється

недостатньо уваги.

Фахівцями Українського науково-дослідного інститута по прогнозуванню та випробуванню техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва на основі вивчення сучасного стану малої вітроенергетики в Україні і за рубежом протягом 1995-1997 рр. розроблені вихідні вимоги на ряд вітроенергетичних установок для сільськогосподарського виробництва, а також керівний нормативний документ "Випробування сільськогосподарської техніки. Вітроенергетичні установки. Методи функціональних випробувань".

Враховуючи те, що кращі аналоги вітроенергетичних установок світового рівня для сільськогосподарських споживачів знаходяться в ряду потужностей від 1 до 40 кВт (США - 1, 2, 8, 40 кВт; Франція - 1,5 - 6 кВт; ФРН - 3,5 - 6, 10, 30 кВт), а також існуючий типовий ряд ВЕУ в межах потужностей від 0,18 до 30 кВт.

Вихідні вимоги на типовий ряд ВЕУ для сільського господарства розроблені в першу чергу з врахуванням умов безпеки та вимог керівних нормативних документів, що діють у сільськогосподарському машинобудуванні.

В керівному нормативному до-

кументі, який поширюється на вітромеханічні і вітроенергетичні установки потужністю до 50 кВт, що можуть застосовуватись у сільському господарстві, встановлені методи функціональних випробувань, приведені вимоги до підготовки та проведення самих випробувань, методи визначення показників і режимів.

Незважаючи на те, що на протязі останніх 5 років розроблено біля 20 зразків ВЕП потужністю до 30 кВт, на випробування не поступив ні один зразок. А без цього не можуть вдосконалюватися конструкції ВЕП для сільського господарства.

Враховуючи, що сільськогосподарські підприємства різної форми власності не мають зараз достатніх коштів для придбання вітроенергетичних установок, практично єдиним варіантом впровадження вказаних установок в сільськогосподарське виробництво є використання системи лізингу. Для включення в систему лізингу того чи іншого обладнання необхідна наявність сертифіката. Тому для забезпечення випробування вітроенергетичних установок, геліоколекторів та інших установок для використання нетрадиційних джерел енергії необхідно їх сертифікаційні випробування в УкрЦВТ.

Дослідження вітропотенціалу площадок для ВЕС

**О. С. ГЛУЩЕНКО,
ДНДІ НЕЕ**

Для визначення площадок, перспективних для будівництва ВЕС, ДНДІ НЕЕ проводить вивчення параметрів вітру за допомогою автоматичних регістраторів типу Logger#9200. Аналогічні дослідження виконуються і на діючих ВЕС з метою підтвердження правильності вибору і перспективності їх площадок. При цьому є можливість порівняти дані, отримані за допомогою регістратора Logger#9200 та визначені систе-

мою збору даних, інтегрованою в автоматизовану систему управління (АСУ) ВЕС. Порівняння метеоданих, отриманих АСУ ВЕС і Logger#9200, дозволяє оцінити достовірність даних АСУ ВЕС і в разі потреби їх скоригувати. Цей аналіз дозволяє також виробити рекомендації щодо функціональних вимог до АСУ ВЕС і визначення оптимального розташування метеопостів вже на етапі проектування ВЕС.

Скарбничка без замків для тисяч дітлахів

Виховання та навчання дітей — справа нелегка, трудомістка і потребує духовних зусиль та великих фінансових затрат. Посіяне зерно обов'язково дає сходи. Але посіяти треба вчасно і насіння має бути якісним. Ось і намагаються люди, які працюють над створенням дитячих видань, віддати все найкраще, світле, добре, що є в наш нелегкий час.

Журнал "Загадкова скарбничка" започатковано декілька років тому Асоціацією профспілкових організацій студентів м. Києва та видавництвом "Четверта хвиля", де працюють молоді люди, які мають своїх маленьких дітей. Разом зі своїми малюками ми знову навчаємося, даючи відповіді на численні їхні "чому?" Ось так і виникла ідея, а чому б не створити цікаве повнокольорове дитяче видання, на сторінках якого будуть друкуватися матеріали, які б допомогли навчати і виховувати дітей.

З кожним місяцем популярність журналу зростає, збільшується тираж, кількість передплатників. Основною причиною популярності нашого журналу є любов всіх членів нашої редколегії та авторів до дітей, палке бажання подарувати дітям радість, зробити навчання та читання приємним і легким. Діти це відчувають і відповідають нам взаємністю. Крім того, ми перебуваємо у постійному пошуку. Експериментуємо, знаходимо нові форми подання матеріалу, організуємо різнопланові конкурси, вікторини.

На сьогоднішній день у журналі є дев'ять постійних рубрик, які ведуть дев'ятеро веселих героїв: Розповідчик, Балакунчик, Малюванчик, Працелюбчик, Окейчик, Архімедик, Бізнесменчик, Правознавчик та маленька Загадаєчка. Разом з ними малюки можуть навчитися малювати та логічно міркувати, вивчити без примусу та особливих зусиль таку популярну у наш час англійську, створити власними руками цікаві композиції, іграшки, подарунки до свят та ін. Крім того, зі сторінок нашого журналу дітлахи можуть дізнатися про героїв світових казок та легенд, довідатися про життя братів наших менших. На читачів нашого журналу чекають різнопланові пізнавальні конкурси, ребуси, кросворди, загадки.

Над журналом працює злагоджений редакційний колектив і справжні фахівці-професіонали. Вони не тільки добре знають матеріал, але мають велику практику роботи з дітьми. Чудово знають інтереси і захоплення сучасних дітлахів. Так, наприклад, рубрику "Архімедова країна" веде заслужений учитель України Анатолій Шапіро. Ця рубрика розвиває дітей, вчить їх логічно мислити, шукати нестандартні підходи під час розв'язання математичних задач. На сторінках нашого журналу систематично друкуються матеріали заслуженого учителя України Володимира Ліщука, старшого викладача кафедри англійської мови Ірини Гладкої. З нами співпрацює чудовий поет і композитор Микола Щур, якому належать слова та музика гімну нашого журналу. Ми безмежно вдячні Баховій Людмилі Миколаївні, Людмилі Гарбар, художникам Анатолію Лавренішину та Аркадію Павленкові. Разом вони докладають всіх зусиль, щоб журнал був цікавим, красивим, добрим.

Вибір журналу роблять дорослі, тому важливо, щоб журнал припав їм до душі. Наш журнал зроблений у класичному стилі, тобто наслідує ті естетичні традиції, на яких виховувалися батьки сьогоднішніх дітей. Зараз журнали-комікси, герої американських мультфільмів занадто заповнили наші прилавки та телеекрани. Люди втомилася від цього, а діти особливо потребують добрих милих героїв, звичних дитячих картинок, цікавих повчальних пригод та казок. Крім того, ми робимо акцент на пізнавальній стороні нашого журналу. Ми намагаємося розвивати дітей різнобічно, прищеплювати їм любов до рідного слова, привчати до зважених вчинків і водночас винахідливості, а головне — працювати. Для батьків у журналі є спеціальна вкладка, в якій ми друкуюмо нескладні викрійки, поради кваліфікованого психолога, рецепти смачненьких страв, відповідаємо на їх запитання тощо.

Ми дотримуємося думки, що кожній дитині потрібно приділяти максимум уваги, а досягаємо цього шляхом листування. На кожне запитання дитини ми даємо докладну відповідь, і нашим дописувачам це подобається. Їм діти, які пишуть нам від народження журналу.

Планів дуже багато. У цьому році на сторінках журналу ми почали

друкувати маленькі книжечки, які стали дуже популярними серед читачів. Мріємо, щоб у кожного нашого шанувальника у кінці року була невеличка бібліотека з книжечок від "Загадкової скарбнички". А інші новини ви дізнаєтеся, якщо передплатите або купуватимете наш журнал.

Вікторія Романюк, головний редактор журналу «Загадкова скарбничка»

**Передплатний індекс: 48407
Телефон редакції: 417-15-69**

Із "Каталогу періодичних видань України на 2000 рік"

Видавці: Українське державне підприємство поштового зв'язку "Укрпошта".

Державне підприємство по розповсюдженню періодичних видань "Преса".

Наводимо вибірково відомості про окремі журнали, які стосуються винахідництва, а також, як приклад, про нуково-популярні видання, що певною мірою межують щодо цієї тематики)

Мабуть нема потреби говорити, що читачам нашого журналу цікаво було б переглядати усі перелічені журнали і звісно треба шукати для цього будь-яку можливість: передплата, бібліотека, міжбібліотечний абонемент, передплата підприємствами або організаціями, колективами тощо.

У реальній ситуації не завжди це можливо і вибирають те, що більше до вподоби та за фаховою необхідністю. Щодо останнього, безумовно треба працювати з журналом "Інтелектуальна власність" — це вкрай необхідно для успіху в даній галузі.

Як відзначив головний редактор журналу "Винахідник України" А.Г.Веретьохін із огляду №1 "Винахідника і раціоналізатора", два наступних видання у чомусь подібні, а щодо ініціатора створення нашого журналу, його першого головного редактора Ведмеденка Оксена Якимовича, у нас збереглося почуття вдячності і поваги.

Останні два журнали теж багато у чому подібні, обидва гарно ілюстровані та цікаві.

Чи існує конкуренція між виданнями такого напрямку — на мій погляд ні. І ось чому. Усі проблеми, у

Індекс та назва видання

22569 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ (укр., рос., англ.)

Охорона об'єктів промислової власності, авторське право і суміжні права
Тел. 458-06-11, 295-54-44.

40312 ВІНАХІДНИК УКРАЇНИ (укр.)

Висвітлення винахідницької роботи в Україні
Тел. 263-85-27.

74250 ВІНАХІДНИК І РАЦІОНАЛІЗАТОР (укр.)

Технічні новинки: творцям та усім зацікавленим
Тел. 224-11-46.

22857 НАУКОВИЙ СВІТ (укр.)

Ілюстрований науково-популярний журнал
48751 (пільгова передплата)
Ревю: новини науки і техніки, гіпотези і відкриття, таємниці природи і дискусії про нез'ясоване, історія великих звершень і розповіді про видатних учених
Тел. 225-71-54.

22616 ПУЛЬСАР (укр.)

Науково-популярний журнал
Тел. 221-31-23.

тому числі нестача коштів, стануть менш загрозливими за умов поширення в нашій країні ідей невідворотності розвитку технічного прогресу не в загальних деклараціях, а в реальних справах — як запорука соціального розвитку тощо. Отже таких журналів ще замало.

А.Синицин, "ВІР"

Інформація про щорічну конференцію

Третя міжнародна науково-практична конференція "Крим - 99" у м. Алушта була присвячена темі:

"Актуальні проблеми охорони інтелектуальної власності" (Комерційні основи результатів інтелектуальної діяльності)

Організатори:

Державний комітет України з питань науки та інтелектуальної власності України.

Комітет по науці і регіональному розвитку при Раді Міністрів Автономної Республіки Крим.

Академія правових наук України

Всесвітня організація інтелектуальної власності (ВОІВ).

Кримський науковий центр НАН України.

Кримський республіканський центр науково-технічної і економічної інформації.

Конференція супроводжувалася науково-технічною виставкою і презентацією окремих фірм, які брали участь у виставці.

Про тематику, терміни та умови участі у конференції 2000 року можна довідатись у її організаторів.

А.Синицин, "ВІР"

Повідомлення дописувача журналу

Маю власне відкриття в фізиці, застосоване у винаході щодо принципу ефективного паливного двигуна з повним спрямуванням енергії окислення в механічну роботу і практично без токсичних відходів.

Олександр Білоус
349980, м. Попасна-2 Луганської обл, площа Героїв, 1, к. 43.

Примітка редакції. Згідно реко-

мендацій щодо оформлення правового захисту винаходів, про що також йшла мова на сторінках журналу "Винахідник і раціоналізатор", недоцільно розкривати до офіційної реєстрації зміст або ідею винаходу настільки, що цим можуть скористатися інші, заявивши від себе. У повідомленні це повністю витримано, проте цікавих відомостей тут обмаль, не вказана стадія розробки, конкретні потреби автора. Редакція публікує його як виняток із побажанням автору та іншим дописувачам подібних матеріалів по-перше успіхів, а по-друге уважніше обдумувати мету звернення до журналу.

З повагою,
А. Синицин, "ВІР".

Про День винахідника і раціоналізатора України

Урочисті збори з нагоди Дня винахідника і раціоналізатора України, а це третя субота вересня, відбулися напередодні у великій конференц-залі Державного комітету з питань науки та інтелектуальної власності України за участю офіційних представників державних організацій, Товариства винахідників і раціоналізаторів України та інших громадських організацій, а також винахідників, раціоналізаторів, науковців, патентних повірених, та ін.

Голова Держкомнауки України С.О.Довгий відзначив у своїй доповіді, що "авторитет держави у сучасному світі залежить у великій мірі від розвитку в нашій державі новітніх технологій, фундаментальних відкриттів, від рівня науки, а науково-технічний розвиток цілком залежить від ефективності творчої діяльності людини, тому наявність визнаної у світі системи охорони інтелектуальної власності повинна посісти пріоритетне місце у структурі розвитку України".

Учасникам зборів були оголошені вітання з нагоди свята винахідникам і раціоналізаторам України від Президента України Л.Д.Кучми, а також від Голови Київської міської державної адміністрації О.О.Омельченка.

Виступаючи на урочистих зборах говорили про досягнення, стан справ та шляхи подальшої роботи в сфері інтелектуальної власності.

За значні особисті заслуги у цій

Шановні винахідники і раціоналізатори України!

Якщо вас цікавлять питання, пов'язані з правовою охороною та використанням об'єктів промислової власності (винаходів, корисних моделей, промислових зразків, товарних знаків) та раціоналізаторських пропозицій, звертайтеся за отриманням консультації та інформації до "Служби консультацій та зв'язків з громадськістю Держпатенту України"

Поштова адреса: 04655 МСП, Київ-53,
Львівська площа, 8.
Тел. (044) 295-85-88

Служба консультацій
Держпатенту України

галузі були вручені Почесні грамоти Державного комітету з питань науки та інтелектуальної власності України, Подяки Голови Київської міської державної адміністрації, а також цінні подарунки працівникам установ, підприємств, центрів та відомств різних галузей.

Почесною грамотою Держкомнауки нагороджено **О.П. Пилипчука** – "за значний внесок у розвиток винахідництва та раціоналізаторства в Україні". Олександр Петрович плідно працює у Держпатенті з 1992р. і, що приємно було також відзначити, є членом редакційної ради з часу виходу першого номера журналу "Винахідник і раціоналізатор".

Голова Державного патентного відомства **В.Л.Петров** вручив патентні грамоти на винаходи, внесені до Державного реєстру напередодні Дня винахідника і раціоналізатора і визнані достатньо вагомими для урочистого вручення.

У прес-релізі, складеному організаторами урочистостей, який також використано для даного повідомлення, наведено такі цікаві дані:

– патент за № 1 було видано у грудні 1992р.;

– патент за № 10000 – у січні 1996р.;

– патент, номер якого наближається до 27000, – у серпні 1999р.

А.Синицин, "BIP"

Про відкриття "Фонду патентної інформації громадського користування Науково-дослідного центру патентної експертизи"

У жовтні 1999р. відкрито Фонд громадського користування, який містить великий масив патентної інформації як на паперових, так і на твердих носіях у вигляді оптичних дисків CD-ROM, які Держпатент України отримує із багатьох країн світу при відповідному обміні патентною інформацією.

Це патентні бюлетні України, Росії, держав колишнього СРСР, Англії, Франції, Німеччини, США, Швейцарії, Японії, міжнародних організацій – Всесвітня організація інтелектуальної власності (ВОІВ), Європейське патентне відомство тощо. Є також патентно-правова та нормативна література.

Фонд громадського користування надає відвідувачам такі режими доступу до документальної бази даних:

– пошук проводиться за всіма масивами патентних відомств, що одержуються із зарубіжних патентних відомств і міжнародних центрів;

– пошук у режимі прямого доступу до документальної бази даних і терміналів (у запиті достатньо вказати номер документа, індекс МПК та номер офіційного бюлетня);

– забезпечення патентною та науково-технічною інформацією за допомогою виходу в INTERNET.

Інформаційні послуги, які надає Фонд громадського користування, частково є безкоштовними або надаються за плату згідно з Тимчасовим порядком надання послуг Фондом громадського користування.

Адреса ФГК НДЦПЕ:

01133, м.Київ, бульв. Лесі Українки, 26, (2-ий поверх).

Завідувач – Бірюкова Іраїда Іванівна.

Примітка. У викладеному повідомленні використано інформаційний листок, підготовлений працівниками ФГК та спостереження в день відкриття фонду.

А.Синицин "BIP"

Проблема “Комп’ютер 2000” вирішена за допомогою Рацуленко-2, за що він і отримав таке прізвисько

(Гумореска)

У селі, де це відбувалося, кол-госп вже упав, а ринок іще не піднявся. Були також господарі, що і встояли, і навіть розкрутились, як тепер кажуть, на зростання прибутків. В наш час одної праці замало – треба шукати, кому б ця праця або її результати були більше до вгоди, ніж власні гроші. Навіть з’явилися спеціалісти по розкрутці, але поки що для попзірок.

Рацуленко, це в нього прізвисько за численні рацпропозиції, коли із впровадженням новинок стало важко, сам налагодив їх випробництво і реалізацію.

Останнє захоплення – вітроенергетика. Десь він почув, що не пройде й десяти-тридцяти років, як екологічно безпечно енерговиробництво... Та не з його характером чекати. Якщо ідея припала до серця, не зволікатиме жодного дня. Зразу ж зняв із свого велосипеда лічильник шляху (і велосипед, і мотоцикл у нього були з “наворотами”), виготовив простенький пропелер з флюгером, закріпив на державку лопати і почав фіксувати розу вітрів навколо села, встановлюючи лопату то на один пагорб, то на інший – через добу. За дві доби інтенсивність повітряних потоків була оцінена з двох напрямів, а на третю – засоби вимірювання зчезли (разом із лопатою) безслідно.

Згадавши, що багато сучасних

вітряків використовують щоглу, він узяв динамку, знову ж таки з велосипеда, пристосував до неї новий пропелер з флюгером та закріпив усе це поблизу димаря. Вдалося на о’кей. Після невеликого доопрацювання, пов’язаного із підключенням акумулятора, проводки у хаті та хліву, аварійний нічний ліхтарик був завжди напоготові – як страховка. Досить, щоб якимось поратись біля корів. Їх у нього дві, а хоч би і одна – жити приходиться по коров’ячому годиннику: погоду, подої, доглянь та ще й не пожалій теплого слова.

Добре пішла і реалізація, ледь встигав закуповувати комплектуючі.

Після того, як вітер залишив корівник КСП на добу без світла, поваливши на проводи декілька дерев, і голова вирішив встановити вітроагрегат, а Рацуленко порадив спеціалізовану фірму.

Авторитет Рацуленка привертав увагу багатьох людей. Зайшов якимось, вирішивши нарешті зайнятися справжнім ділом, “перший хлопець у селі”, який запропонував Рацуленку стати з ним засновником фірми по виготовленню лічильників пробігу собаки, щоб знати, наприклад, як остання стереже череду на вигоні, причому – він як голова фірми збиратиме гроші, а партнер – усе інше. Іще він додав, що лічильники

бажано виготовити із можливістю скручувати назад, якщо ледачого пса треба буде замінити новим. “Лічильники, лічильники, – несподівано став повторювати Рацуленко, – назад, назад”. “Так це ж вирішення проблеми “комп’ютер-2000”, – радісно вигукнув він. Якраз на той час Рацуленко, як і багато людей в світі, ламав голову над тим, щоб запобігти аварійній зупинці багатьох промислових об’єктів через фатальне несприймання комп’ютерами додавання наступного року $1999 + 1 = 2000$. Тож вирішення є: скрутити лічильник комп’ютера назад до 1000 і помножити на 2.

У житті хлопця, а за таке вдале співавторство його стали називати Рацуленко-2, з того часу запанувала одна ідея: створити комп’ютерну карту свого села із визначенням ґрунтів, глибини ґрунтових вод, кліматичних умов, основного сівобігу, характеристики трудових ресурсів, соціальної та культурної сфери і багато іншого. Вкажемо також, що він мріє налагодити через комп’ютерні мережі зв’язок із біржами та іншими споживачами сільгосппродуктів, щоб селяни могли якнайвигідніше вибрати і що сіяти, і як виростити, і як продати. Поступив на заочне навчання, але у цьому вже немає ніякого гумору.

А.Птах

Колонка головного редактора

До читачів журналу

Щоб вийти на передбачуваний графік виходу журналу редакція зменшила число його річних номерів на 2000 рік до трьох, які вже виходитимуть неспареними. Заборговані 3-й та 4-й номери за 1999 рік також вийдуть неспареними.

Просимо вибачити за затримку виходу журналу усіх його передплатників.

Щодо проведення організаційних заходів для забезпечення стабільності журналу та збільшення

кількості номерів, то вони проводяться таким чином, що при наявності відповідного фінансування буде збільшено і число номерів. Матеріал для них завжди є. Передплатники зможуть довідатися про це із додатку до “Каталогу періодичних видань України на 2000 рік” на друге півріччя.

Матеріали з “Внахідника і раціоналізатора” не застарівають багато років, тому чимало передплатників зберігають усі номери.

До редакції надходять листи з

проханням вислати з оплатою попередні номери журналу, тому у наступному номері буде повідомлено адресу агентства, де можна буде придбати невелику їх кількість (окрім №2-3/98).

Усім хто бажає налагодити співпрацю з авторами публікацій, можна довідатись про їх телефони у Коробка Б. П. – тел. сл. 551-66-32, 544-97-66.

З повагою, головний редактор
Анатолій Синицин