
ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 621.311.26

DOI: 10.31521/2313-092X/2019-4(104)-10

ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМІЇ ПІДПРИЄМСТВ АПК В РАМКАХ ВИКОНАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТРАТЕГІЇ УКРАЇНИ

Г. М. Калетнік, доктор економічних наук, професор, академік НААН

ORCID ID: 0000-0002-4848-2796

ResearcherID: H-8716-2018

Вінницький національний аграрний університет

У статті розглянуто переваги, проблеми та перспективи використання технологій вітрової та сонячної енергетики на підприємствах агропромислового комплексу України. Базуючись на досвіді високорозвинених країн світу щодо освоєння альтернативних джерел енергії, доведено екологічну та економічну доцільність створення автономної системи електрогенерації на основі стохастичної енергії сонця та вітру. Також обґрунтовано технічні та технологічні можливості створення такої системи за умови забезпечення високої стабільності її роботи.

Ключові слова: вітрова енергія, сонячна енергія, система акумулявання енергії, автономна система, графік споживання енергії.

Постановка проблеми. На сьогодні агропромисловий комплекс є однією із найбільш важливих та стійких за стабільністю надходжень до бюджету складових національної економіки України, що визначає соціально-економічний розвиток держави, і є цілісною виробничо-економічною системою, об'єднуючи в собі низку сільськогосподарських, промислових, науково-виробничих та навчальних галузей, спрямованих на одержання, транспортування, зберігання, переробку та реалізацію сільськогосподарської продукції. За даними Державної служби статистики України, за 2017 рік галузь сільського господарства забезпечила 10,18% валового внутрішнього продукту держави (у фактичних цінах), у 2018 році – 10,13%, за I і II квартал 2019 року – 3,97% (I і II кв. 2018 р. – 3,77%) [1]. Крім того, продукція підприємств АПК є найбільшою експортною категорією, яка в структурі загального обсягу експорту становить: 41% за 2017 р., 39,4% – 2018 р. та 41,3% в період із січня по липень 2019 р. [1].

Як показують стратегічні дослідження Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), попит на продовольчі товари на світовому ринку буде зростати [2], що зумовлює нагальну необхідність нарощування обсягів виробництва та створює потенціал для розвитку національної економіки.

Враховуючи пріоритетність агропромислового комплексу України та тенденції світового ринку, Кабінетом Міністрів України була схвалена «Стратегія розвитку експорту продукції сільського господарства, харчової та переробної промисловості України на період до 2026 року» [2], основною метою якої є забезпечення активної присутності України на світовому ринку продовольства, зважаючи на зростаючий зовнішній попит та наявність нереалізованого експортного потенціалу галузі за умови неодмінного дотримання вимог щодо забезпечення продовольчої безпеки країни. Для досягнення зазначеної мети в нормативно-правовому акті визначено цілі та представлено напрями їх реалізації, серед яких варто відзначити підвищення рівня конкурентоспроможності виробленої продукції та стимулювання використання інноваційних підходів і нових технологічних рішень під час виробництва.

Проте на сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу держави суттєвою перешкодою для забезпечення належного рівня конкурентоспроможності підприємств та виробленої ними продукції на зовнішньому ринку є високий рівень витрат енергоресурсів, а повна залежність від електроенергетичної системи, що переважно використовує традиційні паливні ресурси, має низку недоліків, які полягають в екологічному забрудненні навколишнього

середовища, загальній світовій тенденції до зростання ціни та недостатній забезпеченості країни власними первинними енергетичними ресурсами, що створює ризики для ефективного функціонування стратегічно важливого сектора економіки та обґрунтовує актуальність досліджень, спрямованих на підвищення раціоналізації структури енергоспоживання, у тому числі за рахунок впровадження альтернативної енергетики на підприємствах АПК України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відповідно до Угоди про асоціацію з ЄС Україна має перейти на європейські екологічні стандарти, що вимагає виконання вимоги Директиви Європарламенту та Ради ЄС 2001/80/ЄС “Про комплексне запобігання і контроль забруднень” [3] і директиви 2010/75/ЄС Європейського Парламенту та Ради про промислові викиди (інтегроване запобігання та контроль забруднення) [4], а частка енергії, виробленої з відновлюваних джерел у загальній структурі енергоспоживання країни має досягти рівня 11% до 2020 року [5], при цьому вітрова та сонячна енергетика має становити не менше 32% у валовій електрогенерації з відновлюваних джерел.

Незважаючи на зобов'язання України стосовно вироблення до 2020 року 11% частки енергії з відновлюваних джерел [5], економічна ситуація в країні не сприяла досягненню такого показника, тому Кабінетом Міністрів України була затверджена «Енергетична стратегія України на період до 2035 року», у рамках якої передбачається стале розширення використання всіх видів відновлюваної енергетики з прогнозованим зростанням її частки у 2025 році до рівня 12% від загального первинного постачання енергії та не менше 25% – до 2035 року [6].

Недотримання положень Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року [5] та повільний темп освоєння відновлювальних джерел енергії в Україні визначають необхідність поглибленого аналізу напрацьованих вітчизняних та зарубіжних вчених з метою виявлення основних проблем та перспектив використання вітрової та сонячної енергетики підприємствами АПК.

Технічні та технологічні аспекти вітрової та сонячної електроенергетики розглянуто у роботах [7-11], загальні тенденції виробництва та споживання традиційних та відновлювальних джерел – у працях [12, 13], економічні передумови розвитку вітрових генерувальних потужностей України та досвід країн ЄС – у наукових працях [14, 15], економічну та екологічну доцільність розвитку сонячної

енергетики та застосування сонячної енергії в сільському господарстві – у дослідженні [16]. Аналіз останніх досліджень і публікацій дає можливість зробити висновок, що наукові розвідки вчених переважно спрямовані на вивчення окремих складових, факторів та чинників, необхідних для ефективного впровадження відновлювальних джерел енергії в Україні та не мають цілісного системного підходу щодо проблем та перспектив застосування автономних джерел електропостачання на базі вітрової та сонячної енергії підприємствами АПК.

Мета досліджень. Метою статті є визначення технічних, організаційних та економічних передумов підвищення енергетичної автономності підприємств галузі АПК за рахунок використання вітрової та сонячної енергії шляхом вивчення вітчизняного та зарубіжного досвіду освоєння відновлюваних джерел енергії.

Для досягнення поставленої мети сформульовано завдання:

- проаналізувати та систематизувати переваги і недоліки вітрової та сонячної електрогенерації;
- дослідити технічні та технологічні можливості використання вітрових і сонячних електростанцій малої потужності на основі аналізу сучасного рівня техніки та природно-кліматичного потенціалу України.

Виклад основного матеріалу. На підприємствах АПК України пріоритетними напрямками застосування сонячної та вітрової енергії є:

- генерування електричної енергії вітровими (ВЕС) та сонячними електростанціями (СЕС);
- підігрів води в геліоколекторах (ГВК) для використання на тваринницьких та молочнотоварних фермах, а також для технічних цілей на переробних підприємствах;
- використання сонячного випромінювання під час вирощування овочів та фруктів у теплицях та для здійснення процесу їх сушіння [16].

Світовий досвід впровадження технологій вітрової та сонячної енергетики малої потужності, що можуть бути використані для підвищення енергетичної автономії агропромислових підприємств, свідчить про те, що до основних переваг використання в агропромисловому комплексі вітрових установок (ВЕС), сонячних електростанцій (СЕС) та геліоколекторів для нагріву води (ГКВ) належать:

- зниження екологічного навантаження на довкілля порівняно з традиційними способами отримання електричної енергії, за рахунок уникнення викидів шкідливих речовин (діоксиду сірки, оксидів азоту, пилу, парникових газів), а також майже повної відсутності відходів;

– стабільність та прогнозованість витрат на 1 кВт·год електроенергії незалежно від зовнішніх макроекономічних чинників та геополітичної ситуації у світі;

– вітровий потік та енергія сонячного випромінювання є невичерпними на відміну від традиційних джерел вироблення електричної енергії;

– повна автономність вітрогенераторів та геліоколекторів, що виключає необхідність використання інших джерел енергії для забезпечення їхнього функціонування;

– висока ергономічність, що зумовлена незначною трудомісткістю монтажних робіт та обслуговування обладнання малої потужності, компактність площі розміщення вітрових енергетичних установок, можливість встановлення сонячних панелей та геліоколекторів на поверхнях, що не використовуються для виробничих цілей (дахи будівель і споруд, земельні ділянки, непридатні для здійснення господарської діяльності, тощо) [14].

Крім зазначених переваг використання вітрової та сонячної енергії, фахівці також відзначають недоліки та проблеми, що виникають при освоєнні цих видів альтернативних джерел:

– складність прогнозування графіка вироблення енергії, що зумовлено повною залежністю функціонування вітрових та сонячних енергогенеруючих установок від погодних умов, пори року та інших природних факторів;

– проблема накопичення та збереження виробленої електроенергії установками малої потужності, що полягає у необхідності використання дорогих технічних засобів та обладнання;

– високі капітальні витрати на будівництво нових СЕС та ВЕС;

– низький порівняно з традиційними електростанціями коефіцієнт використання встановленої потужності, що зумовлює відносно невисокий вихід електроенергії;

– потенційна небезпека загибелі птахів внаслідок їхнього потрапляння в зону дії обертових лопатей вітрогенераторів та високий рівень шуму під час роботи [15].

Очевидно, що вказані недоліки зумовлюють значне сповільнення процесів диверсифікації джерел теплової та електричної енергії в нашій державі, зокрема за рахунок конверсії вітрової та сонячної енергії, що призвело до ситуації, коли за 28 років незалежності Україна спромоглася досягти частки поновлюваних джерел енергії (енергія сонця, вітру та біомаси) в загальній структурі енергогенерації у 1,7% (рис. 1) [17], тоді як високорозвинені країни Європи виробляють від 15 до 52% (рис. 2) при використанні одних лише нестабільних (стохастичних) поновлюваних джерел енергії (сонце та вітер) [18].

Такий стрімкий розвиток сектора альтернативної енергетики у світі та загальна тенденція до подорожчання традиційних паливних ресурсів спонукає до перегляду зазначених недоліків, які в нинішній час прогресивних технологій та інновацій поступово стають неактуальними, що дозволяє частково або повністю їх спростувати.

Твердження про низьку придатність вітрової та сонячної енергії для використання у виробничих процесах АПК через можливі провали потужності внаслідок погодних факторів, які є некерованими та не залежать від діяльності людини, стає несправедливим при інтегруванні в енергетичну систему підприємств кількох установок з різними рівнями потужності, які у випадку нетривалих коливань генерації компенсують одна одну.

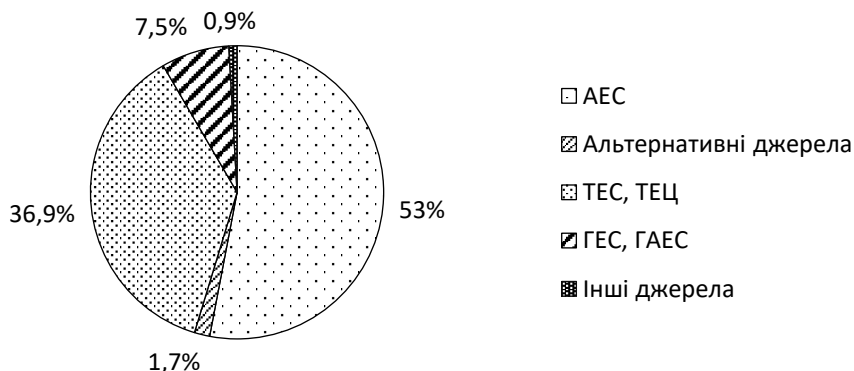


Рис. 1. Структура виробництва електроенергії в Україні за 2018 р. :

АЕС – атомні електростанції; ТЕС, ТЕЦ – теплові електростанції та теплоелектроцентралі; ГЕС, ГАЕС – гідроелектростанції та гідроакумулювальні електростанції; Альтернативні джерела – електростанції, що використовують енергію вітру, сонця, біомаси; Інші джерела – блок-станції та інші.

Джерело: відтворено автором на основі даних [17]

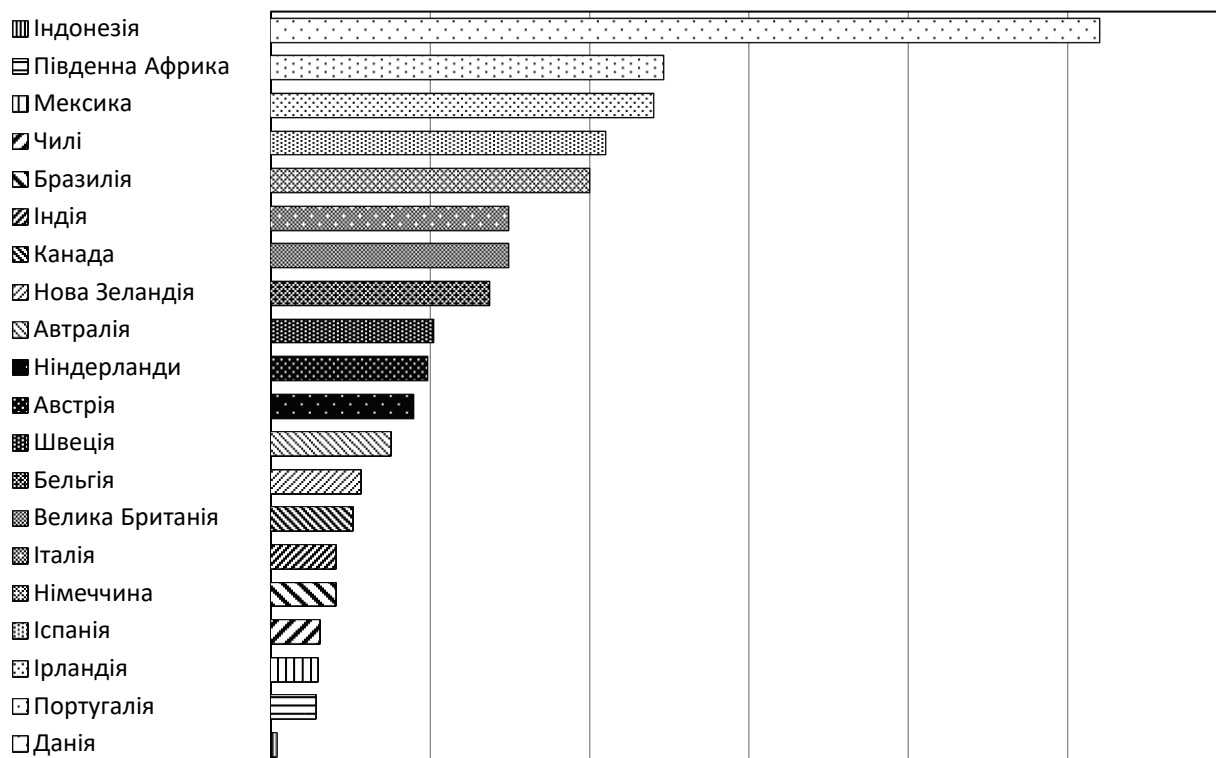


Рис. 2. Частка стохастичних відновлювальних джерел енергії (вітрова та сонячна) у річному виробництві електроенергії для ряду країн світу станом на 2018 р.

Джерело: відтворено автором на основі даних [18]

У випадку використання комбінованих вітросонячних установок графік вироблення електричної енергії ще більше стабілізується, стохастичність стає менш вираженою, а критичні зміни в обсягах енергогенерації, зазвичай, відбуватимуться в межах години, що може бути враховано режимним регулюванням виробничих процесів та проектними рішеннями з акумулювання електричної енергії. Крім того, сучасний розвиток інтелектуальних інформаційних систем дозволяє методами метеорологічного моделювання виконувати метеорологічне прогнозування з високим рівнем достовірності.

Експертами корпорації Lazard Ltd. (США) у 2018 році проведено дослідження та було визначено показник сукупної вартості електроенергії (LCOE — Levelized Costs of Electricity), що відображає динаміку загальної вартості витрат протягом усього життєвого циклу з урахуванням витрат на проектування, виробничі потреби, модернізацію, експлуатацію та утилізацію відпрацьованих елементів енергетичних установок. Таким чином, за період 2016–2018 роки рентабельність вітрових і сонячних електростанцій (із урахуванням капітальних інвестицій) збільшилася на 7,5% [19] при незначному зменшенні рентабельності

вугільних технологій та зростанні витрат на розвиток об'єктів атомної генерації.

Капітальні витрати за кіловат установленної потужності для СЕС знаходяться в інтервалі 1100–1375 дол. США/кВт, для ВЕС – 1200 – 1650 дол. США/кВт [19]. Разом з тим, нарощування потужностей альтернативної енергетики у світовому масштабі призводить до посилення конкуренції на ринку технологій вітрової та сонячної енергетики, що сприяє здешевленню цін на обладнання для конверсії енергії вітру та сонця, забезпечуючи високі показники коефіцієнту встановленої потужності. На сьогодні технологічно можливим стає досягнення значення коефіцієнту використання встановленої потужності СЕС – 21–30% (кремнієві) і 23–32% (тонкоплівкові); ВЕС–38-55%.

Ще одним стримувальним фактором розвитку малої вітрової та сонячної електроенергетики для забезпечення потреб аграрного сектора є твердження про невисокий природно-кліматичний потенціал України, особливо для функціонування ВЕС (мала швидкість та непостійність вітрових потоків) та можливість ефективної роботи ВЕС лише на окремих територіях.

Сьогодні вітчизняними та зарубіжними виробниками пропонуються технічні рішення для

вітрогенерації, що дозволяють нівелювати проблему стохастичного і водночас низького вітрового навантаження (рис. 3) та можуть бути використані для підвищення енергетичної автономності підприємств АПК України незалежно від регіону.

Основними перевагами вертикальних вітрогенераторів (рис. 3 а, б) є: невибагливість до напрямку вітру, що робить їх придатними до використання майже на будь-якій місцевості.

Лопаті таких пристроїв довгі, зазвичай дугоподібної форми концентрично розташовані навколо головного валу, вертикальне розташування якого дозволяє сприймати вітрові потоки з будь якого-напрямку, не потребуючи зміни положення ротора, на відміну від турбін із горизонтальним розташуванням, для яких важливе позиціонування відносно напрямку вітру. Швидкість вітру, що необхідна для початку роботи, становить 1,0–1,5 м/с, а номінальний режим роботи починається за 3-4 м/с.

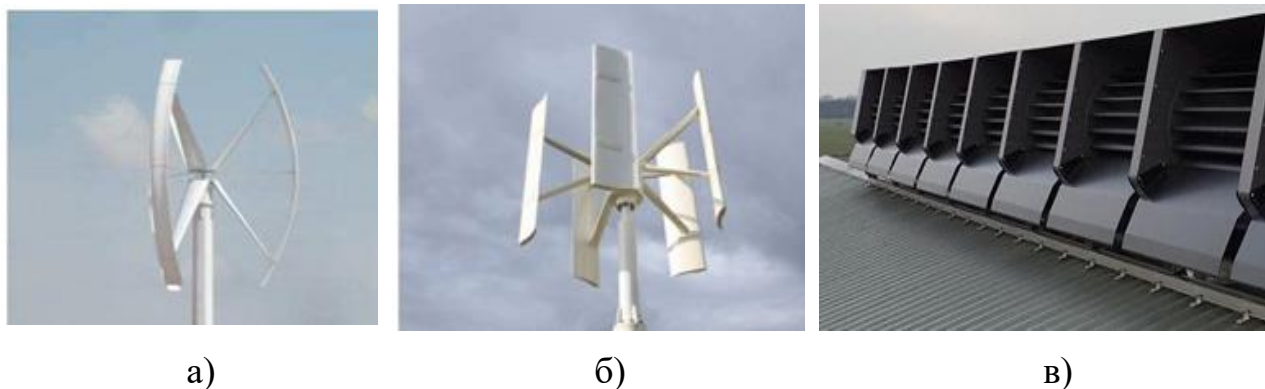


Рис. 3. Вітрогенератори: а, б) – вертикальні; в) гребеневі

Досить цікавим конструктивним рішенням з погляду ергономіки та функціональності є гребеневі горизонтальні вітрогенератори (рис. 3 в), основними перевагами яких є: відсутність потреби у спорудженні щогли завдяки розміщенню турбін на дахах будівель та споруд поряд із сонячними панелями; використання ефекту підйому повітряних потоків, що за ламінарного режиму руху та залежно від кута нахилу даху дозволяє отримувати швидкість вітру на гребені в 2–3 рази вище, ніж початкова; сприймання бічного вітру та можливість розташування установок безпосередньо одна поряд з одною. Крім того, лопаті зазначених вітрогенераторів (рис. 3 а, б, в) виготовлені зі скловолокна, що надає конструкції при обертанні гарне обтікання повітряним потоком і майже не створює шуму, чим вирішується проблема негативного впливу на здоров'я людей та тварин. Стосовно ж безпеки для життя птахів, то вітрові електростанції носять випадковий характер можливої шкоди, на відміну від ТЕС (ТЕЦ), які зазвичай протягом всього терміну експлуатації здійснюють викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище, негативно впливають на всі види живих організмів, що потрапляють в радіус дії забруднення.

Для оцінки потенційних можливостей підвищення енергетичної автономії підприємств АПК (на прикладі Вінницької області) використано дані «Українського гідрометеорологічного центру» за 2018 рік [20] (рис. 4, рис. 5).

Як видно із рис. 4., швидкість вітру впродовж всього року становить більше 1,0-1,5 м/с, що задовольняє мінімальні вимоги для роботи вертикальних вітрогенераторів, при цьому генерація електричної енергії в об'ємах, близьких до номінальних значень, можлива тільки 10 місяців, оскільки в липні та серпні середня швидкість вітру становила відповідно 3,1 та 2,9 м/с. Враховуючи параметри вітрової активності (рис. 4), та з метою забезпечення стабільності графіка вироблення енергії доцільним буде застосовувати комбіновану систему електрозабезпечення, яка має включати модулі ВЕС та СЕС (максимальна потужність якої, зазвичай, спостерігається в літні місяці). Таким чином сонячні модулі будуть компенсувати зниження потужності вітрогенератора. Крім того, у разі необхідності, можливий варіант додаткового встановлення гребеневих генераторів, як додаткових пристроїв вироблення електричної енергії, та ГВК для економії ресурсів при нагріванні води.

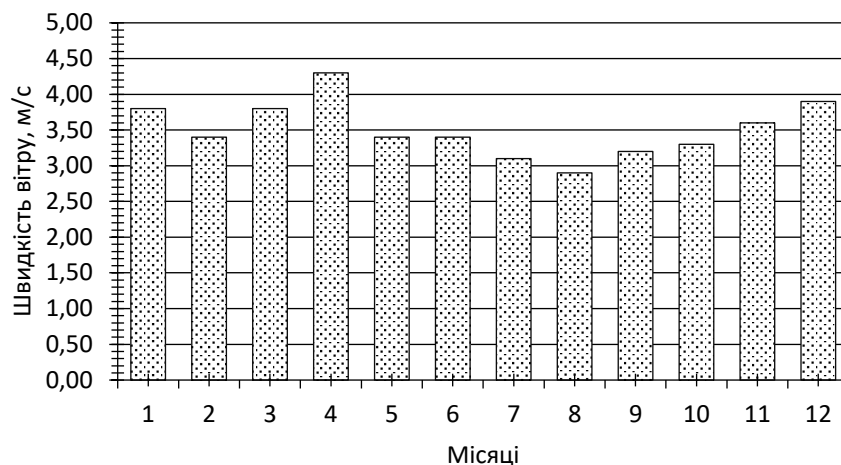


Рис. 4. Середні значення швидкості вітру по Вінницькій області в період 01.01.2018-31.12.2018

Джерело: відтворено автором на основі даних [20]

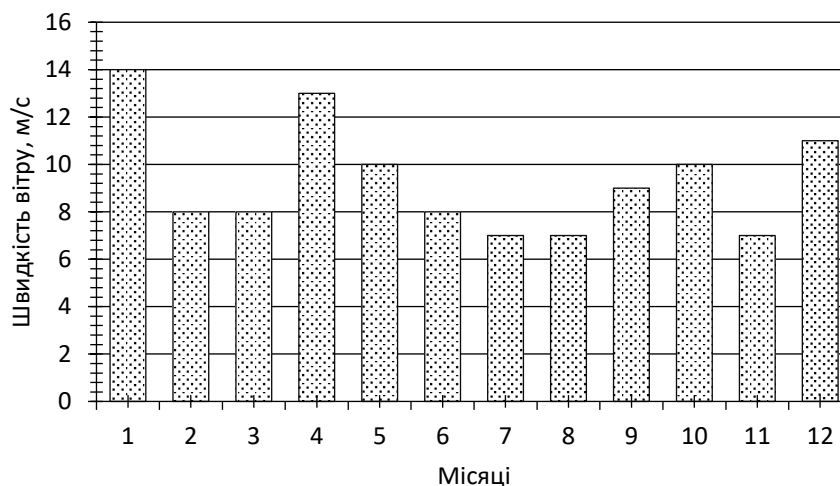


Рис. 5. Максимальні значення швидкості вітру по Вінницькій області в період 01.01.2018-31.12.2018

Джерело: відтворено автором на основі даних [20]

Для управління коливаннями потужності, наприклад у випадку підвищеного вітрового навантаження (рис. 5), необхідно застосовувати системи зберігання (рис. 6), основними функціями яких є акумулювання надлишків енергії та віддача (у разі потреби) енергосистемі.

Технічні рішення щодо резервування енергії мають різну вартість, ємність та швидкодію, а вибір тієї чи іншої системи потрібно здійснювати з огляду на конкретні вимоги до виробничих процесів підприємства, графік добового та річного споживання енергії, склад та параметри автономної енергетичної системи тощо.

Для підприємств аграрного сектора залежно від вище вказаних факторів доцільно використовувати такі пристрої акумулювання електричної енергії:

- супер-конденсатори (енергетична ємність – 1 кВт·год...100 кВт·год., час накопичення та віддачі енергії – 1 сек...5 хв.);

- супер-маховики (енергетична ємність – 1 кВт·год...100 кВт·год., час накопичення та віддачі енергії – 1 хв...1 год.);

- акумуляторні батареї різних типів (енергетична ємність – 50 кВт·год...1 МВт·год. і більше; час накопичення та віддачі енергії – 10 хв...1 доби).

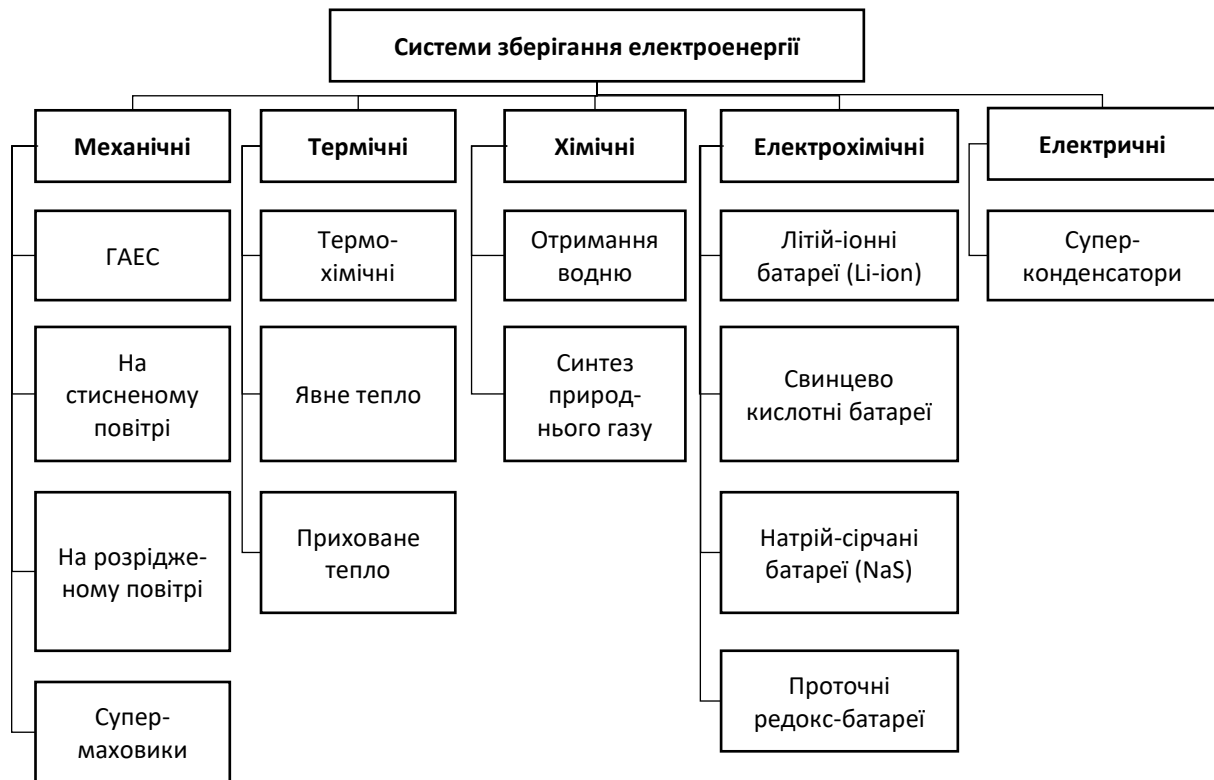


Рис. 6. Типи систем зберігання енергії

Решта систем призначені для акумулювання енергії в промислових масштабах та широко застосовуються в США та країнах ЄС [15].

Для оперативного керування параметрами енергомереж досить ефективними є накопичувачі енергії на базі літій-іонних батарей (ЛІА), які характеризуються високою ємністю та здатністю до швидкого реагування на коливання навантаження автономної мережі (накопичення/віддача), що робить їх повністю придатними для виконання функцій диспетчеризації роботи СЕС та ВЕС.

Висновки. Світові тенденції до зростання цін на традиційні паливні ресурси, що використовуються для генерації електричної енергії, вимагають від підприємств аграрного сектора здійснення заходів щодо диверсифікації джерел постачання електроенергії та підвищення рівня енергетичної автономії. Попри існуючу загальну думку стосовно низької ефективності впровадження вітрової та сонячної енергетики в природно-кліматичних умовах України, досвід високорозвинених країн говорить інше:

– реалізація проєктів щодо впровадження автономних систем енергопостачання підприємств АПК на базі СЕС та ВЕС має

екологічні та економічні переваги перед традиційним електропостачанням;

– сучасний розвиток технологій дозволяє здійснювати конверсію сонячної та вітрової енергії в електричну на територіях, що раніше (20-30 років тому) вважалися непридатними для такого виду енергетики.

Для підприємств агропромислового комплексу України найбільш оптимальним варіантом, поряд із використанням потужностей об'єднаної енергетичної системи, є створення «гнучкої» автономної мережі електропостачання, що залежно від енергетичних потреб підприємства може включати в себе: ВЕС із вертикальними вітрогенераторами, сонячні панелі та гребеневі аеродинамічні силові генератори, змонтовані на дахах будівель та інших споруд, систему акумулювання енергії на базі літій-іонних батарей, систему контролю та диспетчеризації роботи автономної мережі.

Така диверсифікація джерел надходження електричної енергії сприяє зниженню рівня енергетичної залежності АПК та є одним із чинників підвищення конкурентоспроможності виробленої продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках за рахунок зменшення собівартості виробництва.

Список використаних джерел:

1. Державна служба статистики України : офіц. сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення – 28.09.2019).
2. Про схвалення Стратегії розвитку експорту продукції сільського господарства, харчової та переробної промисловості України на період до 2026 року : Розпорядження КМУ від 01.07.2019 № 588-р. / Кабінет Міністрів України. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/588-2019-%D1%80/](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/588-2019-%D1%80) (дата звернення – 28.09.2019).
3. Директива № 2008/1/ЄС Європейського Парламенту і Ради про комплексне запобігання і контроль забруднень. URL: https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_b02 (дата звернення – 28.09.2019).
4. Директива Європейського Парламенту та Ради 2010/75/ЄС від 24 листопада 2010 року про промислові викиди (інтегроване запобігання та контроль забруднення). URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/%202010_75_%D0%84%D0%A1.pdf (дата звернення – 28.09.2019).
5. Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року : Розпорядження КМУ від 01.10.2014 № 902-р / Кабінет Міністрів України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80> (дата звернення – 28.09.2019).
6. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність” : Розпорядження КМУ від 18.08.2017 № 605-р / Кабінет Міністрів України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80> (дата звернення – 28.09.2019).
7. Ковальчук А. І. Електромеханічна система безконтактної контр-роторної вітроелектроустановки з вертикальною віссю обертання : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.09.03 «Електротехнічні комплекси та системи» / А. І. Ковальчук. Львів, 2015. 20 с.
8. Козирський В. В., Трегуб М. І., Петренко А. В. Обґрунтування принципів адаптивного регулювання навантаження сільськогосподарських автономних вітроелектричних установок. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів та природокористування України*. Серія «Техніка та енергетика АПК». Київ, 2013. Вип. 166, Ч.3. С. 22-31.
9. Лозинський А. О., Щур В. І. Система керування вітроустановкою на базі нечіткого регулятора з врахуванням зміни аеродинамічних параметрів вітроротора. *Електромеханічні і енергозберігаючі системи*. 2015. Вип. 3 (31). С. 10-21.
10. Климко В. І. Вітросонячні системи електроживлення малопотужних споживачів : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.09.03 «Електротехнічні комплекси та системи». Львів, 2016. 20 с.
11. Щур І. З., Климко В. І. Методика розрахунку показників електропостачання окремого об'єкта від гібридної вітросонячної системи. *Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах*. Наука, освіта і практика. 2014. Вип. 1(2). С. 83–85.
12. Економіка довкілля і природних ресурсів : монографія / Ю.В. Дзядикевич [та ін.]. Тернопіль, 2016. 392 с.
13. Шот А.П. Світові тенденції та перспективи розвитку нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії в Україні. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права*. 2011. № 6. С. 220–226.
14. Повханіч А. Ю. Вітроенергетика як ключовий елемент енергетичної стратегії. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2017. № 13, Ч. 2. С. 81-86.
15. Рикованова І. С., Таранський І. П., Донець Д. М. Вітрова електрогенерація: світовий досвід та перспективи розвитку в Україні. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія: Логістика. 2017. № 863. С. 159–167.
16. Савченко Є. Застосування сонячної енергії у сільському господарстві України : можливості і проблеми. *Аграрна економіка*. 2012. Т. 5, № 1-2. С. 128-135.
17. Міністерство енергетики та вугільної енергетики. Статистична інформація : офіц. сайт. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/#> (дата звернення – 29.09.2019).
18. The International Energy Agency. Key World Energy Statistics. URL: <https://www.iea.org/statistics/kwes/> (дата звернення – 29.09.2019).
19. Lazard. Levelized Cost of Energy and Levelized Cost of Storage 2018. URL: <https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-and-levelized-cost-of-storage-2018/> (дата звернення – 29.09.2019).
20. Український гідрометеорологічний центр : офіц. сайт. URL: https://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate_stations/ (дата звернення – 29.09.2019).

Г. М. Калетник. Перспективы повышения энергетической автономии предприятий АПК в рамках выполнения энергетической стратегии Украины

В статье рассмотрены преимущества, проблемы и перспективы использования технологий ветровой и солнечной энергетики на предприятиях агропромышленного комплекса Украины. Основываясь на опыте высокоразвитых стран мира по освоению альтернативных источников энергии, доказана экологическая и экономическая целесообразность создания автономной системы электрогенерации на основе стохастической энергии солнца и ветра. Также обоснованы технические и технологические возможности создания такой системы при условии обеспечения высокой стабильности ее работы.

Ключевые слова: ветровая энергия, солнечная энергия, система аккумулирования энергии, автономная система, график потребления энергии.

G. M. Kaletnyk. Prospects for increasing energy autonomy of the agriculture in accordance with the energy strategy of Ukraine

The article considers the advantages, problems and prospects of using wind and solar energy technologies at the enterprises of the agro-industrial complex of Ukraine. Based on the experience of the highly developed countries of the world on the development of alternative energy sources, the ecological and economic feasibility of creating an autonomous system of electricity generation based on stochastic energy of the sun and wind has been proved. It also substantiates the technical and technological capabilities of creating such a system, provided that its operation is highly stable.

Keywords: *wind energy, solar energy, energy storage system, autonomous system, electricity consumption schedule.*



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License