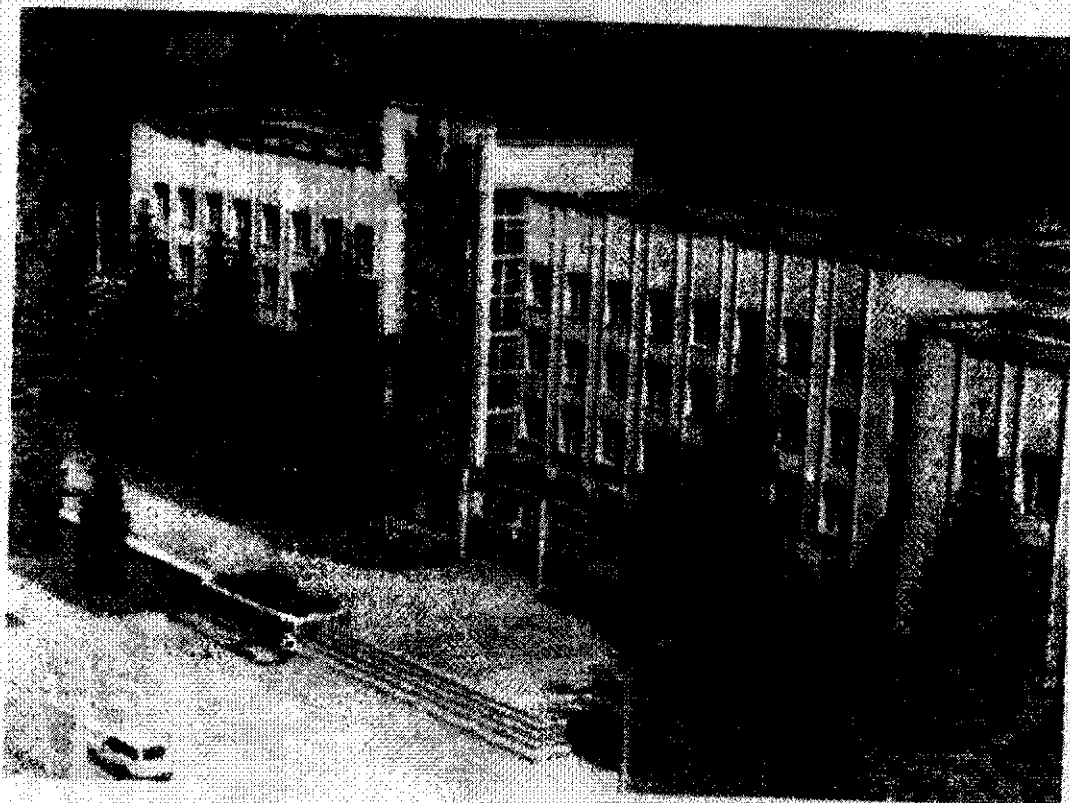


СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МАТЕРІАЛИ І КОНСТРУКЦІЇ В БУДІВНИЦТВІ

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК



2007

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ, МАТЕРІАЛИ І КОНСТРУКЦІЇ В БУДІВНИЦТВІ

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК

Заснований у 2004 році

Виходить 1 раз на рік

№ 4, 2007

Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: Науково-технічний збірник. –
Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. 2007. 227 с.

Науково-технічний збірник "Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві" є науковим фаховим виданням України, в якому можуть бути опубліковані результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора та кандидата технічних наук.

Збірник публікує статті, які містять нові теоретичні та практичні результати в галузі інноваційних технологій будівельного виробництва, сучасних матеріалів та конструкцій, а також економічної ефективності їх використання в будівництві.

Розділи збірника

Будівельні конструкції
Будівельні матеріали та вироби
Механіка ґрунтів та фундаменти
Технологія будівельного виробництва
Моделювання процесів будівельного виробництва
Організація, управління та економіка в будівництві
Інженерні мережі будівель та споруд
Енергозбереження в будівництві

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради ВНТУ, протокол № 3 від 25 жовтня 2007 р.

Головний редактор	Дудар Ігор Никифорович, д.т.н., проф.
Заступник головного редактора	Ратушняк Георгій Сергійович, к.т.н., проф.
Відповідальний секретар	Швець Віталій Вікторович, к.т.н.

Члени редакційної колегії збірника

Голоднов О.І., д.т.н., проф.	Пономарчук А.Ф., д.т.н., проф.
Друкований М.Ф., д.т.н., проф.	Риндюк В.І., к.ф.-м.н., доц.
Кривенко П.В., д.т.н., проф.	Саницький М.А., д.т.н., проф.
Лівінський О.М., д.т.н., проф.	Сердюк В.Р., д.т.н., проф.
Менейлюк О.І., д.т.н., проф.	Сівак І.О., д.т.н., проф.
Моргун А.С., д.т.н., проф.	Снісаренко В.І., д.т.н., проф.
Мороз О.В., д.с.н., проф.	Ткаченко С.Й., д.т.н., проф.
Мороз О.О., д.с.н., проф.	Тян Р.І., д.т.н., д.с.н., проф.
Назаренко І.І., д.т.н., проф.	Уреньов В.П., д.арх., проф.
Огородніков В.А., д.т.н., проф.	Федоренко В.Г., д.с.н., проф.
Очеретний В.П., к.т.н., доц.	Черненко В.К., д.т.н., проф.
Пушкарьова К.К., д.т.н., проф.	

Адреса редакції:
Україна, 21021, м. Вінниця,
вул. Воїнів інтернаціоналістів, 7
ВНТУ, к. 3237

Тел.: +380 (432) 46-52-04
Факс: +380 (432) 46-57-72
E-mail: zbirnykynu@vstu.vinnica.ua
<http://www.vsta.edu.ua/inst/mbtegp/zbirnykynu>

ЗМІСТ

БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

АНАЛІТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ОПОРНИХ ПЛАТФОРМ НА ФЛЮГЕРАХ БЕЗФУНДАМЕНТНИХ БАШТ- АТРАКЦІОНІВ ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ	7
В.О. Попов Вінницький національний технічний університет	
КОЛОРИСТИКА ФАСАДІВ В ПОДІЛЬСЬКОМУ НАРОДНОМУ ЗОДЧЕСТВІ	20
В.В. Смоляк, Н.В. Козинюк, О.Е. Тимошенко, О.М. Дяченко, Л.С. Герасимова Вінницький національний технічний університет	
ВИЗНАЧЕННЯ ВУЗЛОВИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ В КОНСТРУКЦІЯХ ПРОСТОРОВИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ СТЕРЖНЕВИХ ПОКРИТТІВ	25
О.І. Сіянов, <u>В.Д. Сverdlov</u> Вінницький національний технічний університет	
АНАЛІТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИСОКОТОЧНОГО РОЗНІМНОГО ВУЗЛОВОГО З'ЄДНАННЯ БАШТ-АТРАКЦІОНІВ ПРИ РОБОТІ НА РОЗТЯГ ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ	34
В.О. Попов Вінницький національний технічний університет	
ОСОБЛИВОСТІ ПЛАСТИЧНОГО ОЗДОБЛЕННЯ ФАСАДІВ НАРОДНОГО ЖИТЛА ПОДІЛЛЯ	43
В.В. Смоляк, Н.В. Козинюк, О.І. Асаулюк, А.С. Субін Вінницький національний технічний університет	
<i>БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТВЕРДНЕННЯ ВІБРОГІДРОПРЕСОВАНОГО БЕТОНУ	49
І.Н. Дудар, В.Л. Дмитренко Вінницький національний технічний університет	
АДГЕЗІЙНІ ПИТАННЯ ПІДНЯТТЯ МІЦНОСТІ ДЕКОРАТИВНИХ ДРІБНОРОЗМІРНИХ БЛОКІВ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ЗАБУДОВИ	54
А.С. Моргун, А.М. Власенко, Л.З. Власюк Вінницький національний технічний університет	
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МЕТАЛОНАСИЧЕНИХ БЕТОНІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РАДІОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ	58
В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христин Вінницький національний технічний університет	
СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ДРІБНОРОЗМІРНИХ БЕТОННИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІБРАЦІЙНОГО ТЕРМОСИЛОВОГО ВПЛИВУ	66
В.В. Швець Вінницький національний технічний університет	
ТВЕРДНЕННЯ ЦЕМЕНТНОГО КАМЕНЮ ПІД ТИСКОМ	69
І.Н. Дудар, В.Л. Дмитренко Вінницький національний технічний університет	

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТРИКОМПОНЕНТНОГО РЕГУЛЬОВАНОГО КАТАЛІТИЧНОГО НЕЙТРАЛІЗАТОРА ДВИГУНА З СИСТЕМОЮ ВПОРСКУВАННЯ ПРИ РОБОТІ НА СУМІШЕВИХ ПАЛИВАХ	193
А Г Говорун А О Корпач Д В Попов О М Захарченко НДІ «Проблем транспорту і будівельних технологій» Національний транспортний університет	
ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В БРОДИЛЬНИЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	196
В А Домарецький П Л Шиян М В Білько Р І Кириленко Національний університет харчових технологій	
РЕСУРСО-ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТЕХНІЧНОГО І ПАЛИВНОГО БІОЕТАНОЛУ	201
В А Домарецький П Л Шиян А М Квц Р Г Кириленко Національний університет харчових технологій	
ЮВІЛЕЙ ІА ЮВІЛЯРИ	
	206
РЕФЕРАТИ	
Реферати	210
Рефераты	116
Abstracts	222

Технічний секретар: В В Швель

ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В БРОДИЛЬНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

В.А. Домарський, П.Л. Шиян, М.В. Білько, Р.Г. Кириленко

Постановка проблеми

Виграти, пов'язані зі шкідливим впливом традиційних електростанцій, включаючи хвороби і зниження тривалості життя людей, оплату медичного обслуговування, витрати на виробництво, відновлення лісів і ремонт будинків, які пошкоджуються у результаті забруднення повітря, води і ґрунту, становлять близько 75 % ціни виробленої енергії.

Сонячна ж енергія не має собі рівних за екологічністю і ресурсною базою. Матеріалом для виготовлення сонячних батарей (СБ) є кремній, що є одним з найпоширеніших елементів земної кори, (другим після кисню елементом – 29,5 % маси земної кори). Один кілограм кремнію у фотоелектричній станції за 30 років виробляє електричну енергію, для виробництва якої на теплової електростанції потрібно 75 т нафти. Тому кремній називають нафтою XXI століття.

Аналіз останніх досліджень

"Паливом" для СБ є безкоштовні сонячні промені, а не дорога і забруднююча атмосферу вуглеводнева сировина (вугілля, нафта, газ), чи небезпечне паливо АЕС. Ще одна перевага сонячних фотоелектричних батарей – їхня довговічність (30 років і більше), їх не потрібно ремонтувати, тому що в них відсутні рухомі деталі, вони герметичні, абсолютно екологічно чисті і безшумні під час виробництва електроенергії чи тепла.

На Заході сонячні фотоелектричні батареї окуповуються у середньому за 5–10 років. Розвинені країни (Німеччина, Данія, США, Японія, Швейцарія тощо) поступово переорієнтують енергетику на альтернативні джерела енергії, у тому числі геліоустановки. В останні роки чітко видно, що ера вуглеводневої сировини як джерела енергії закінчується. Дуже невизначене майбутнє атомної енергетики. Термоядерний синтез поки перебуває в стадії розробки, і ніхто не може сказати, коли реакцію синтезу навчатися використовувати [1].

Тим часом, людям уже сьогодні потрібні чисті, дешеві і безпечні джерела енергії. Таким чином, використання сонячної енергії є одним з дуже перспективних напрямків енергетики. Екологічність, відновлюваність ресурсів, відсутність витрат на ремонт фотомодулів як мінімум протягом перших 30 років експлуатації, у перспективі – зниження вартості відносно традиційних методів одержання електроенергії – усе це сильні сторони сонячної енергетики.

Використання сонячної енергії нині не обмежується лише прямим нагріванням води чи обігрівом території. Науковці вже придумали кілька способів перетворення світлової енергії Сонця в електричну і якщо ми хочемо цілком замінити вугілля, нафту і газ альтернативними видами палива, такими, як сонячна енергія, нам просто необхідно знайти спосіб перетворення енергії сонця в електрику з найменшими втратами.

Найбільш інтенсивно сонячна енергія використовується у Європі. В даний час на континенті встановлено понад 8,5 млн. м² плоских колекторів. За кількістю – лідирує Німеччина. А за кількістю на одного мешканця країни – Швейцарія. Вихід нашої держави на міжнародний ринок альтернативної енергетики закономірний. Адже за кліматичними умовами Україна має рівні можливості з багатьма європейськими державами. Кількість сонячної енергії у нас складає 1000 – 1350 кВт·год./м². За підрахунками фахівців, на території України річні потенційні енергетичні ресурси Сонця для забезпечення гарячого водопостачання й опалення можуть складати до 28 кВт·год./м² теплової енергії. Реалізація такого потенціалу могла б заощадити 3,4 млн. т умовного палива на рік. Іспанія розробила проект «Сонячної фабрики», який до 2010 р. буде реалізований в Домініканській республіці (біля 10 млн. населення). «Сонячна фабрика» повністю забезпечить країну електроенергією, одержаною від Сонця [2].

Енергія сонячної радіації може бути перетворена в постійний електричний струм за допомогою сонячних батарей – пристроїв, що складаються з тонких плівок кремнію чи інших напівпровідникових матеріалів. Перевага фотоелектричних перетворювачів (ФЕП) обумовлена відсутністю рухливих частин, їхньою високою надійністю і стабільністю. При цьому термін їхньої служби практично не обмежений. Вони мають малу масу, відрізняються простотою

обслуговування, ефективним використанням як прямої, так і розсіяної сонячної радіації. Модульний тип конструкцій дозволяє створювати установки практично будь-якої потужності і робить їх дуже перспективними.

Енергія виникає в сонячному елементі при його освітленні світлом у видимій і ближній інфрачервоній областях спектра. У сонячному елементі з напівпровідникового кремнію товщиною 50 мкм поглинаються фотони, і їхня енергія перетворюється в електричну за допомогою р-п з'єднання.

Перехід на з'єднання типу арсеніду галію й алюмінію, застосування концентраторів сонячної радіації з кратністю концентрації 50-100 дозволяє підвищити ККД із 20 до 35 %. У 1989 р. фірмою "Боінг" створений двошаровий елемент, що складається з двох напівпровідників - арсеніду й антимоніду галію - з коефіцієнтом перетворення сонячної енергії в електричну, рівним 37 %. У звичайних кремнієвих елементах інфрачервоне випромінювання не використовується, у той час як у новому елементі в першому прозорому шарі (арсенід галію) поглинається і перетворюється в електрику видиме світло, а інфрачервона частина спектра, що проходить через цей шар, поглинається і перетворюється в електрику в другому шарі (антимонід галію), у підсумку ККД складає $28\% + 9\% = 37\%$, що цілком порівнюється з ККД сучасних теплових і атомних електростанцій [2,3].

Сонячні батареї покищо використовуються в основному в космосі, а на Землі тільки для енергопостачання автономних споживачів потужністю до 1 кВт, живлення радіонавігаційної і малопотужної радіоелектронної апаратури, приводу експериментальних електромобілів і літаків. У 1988 р. в Австралії відбулися перші всесвітні ралі сонячних автомобілів. Із удосконалюванням сонячних батарей вони будуть знаходити застосування в житлових будинках для автономного енергопостачання, тобто опалення і гарячого водопостачання, а також для вироблення електроенергії для освітлення і живлення побутових електроприладів.

У ряді країн розробляються геліоенергетичні установки з використанням так званих сонячних ставків [4].

Сонячні установки фірми «Solar Kw» досить потужні для забезпечення не тільки побутових потреб у віддаленій сільській місцевості, але і на виробництві. При розмірах від $783 \times 594 \times 34$ мм до $2080 \times 1330 \times 40$ мм і вазі від 5,5 до 20 кг потужність одного модуля складає від 50 до 120 Вт. Середньодобова енергія з одного м² сонячних модулів для середньої смуги України має такі показники.

Літо	Сонячний день 900 Вт Похмурий день 450 Вт	Зима	Сонячний день 500 Вт Похмурий день 300 Вт
------	--	------	--

Переваги використання сонячної енергії: екологічна чистота, надійність та можливість довготривалої експлуатації, безпека (наявність автоматичного захисту від короткого замикання, перегріву, перевантажень приладів; перерозряджування акумуляторів), простота монтажу та розбирання, стійкість до впливу природних факторів.

Сонячна система енергопостачання складається з: фотоелектричного сонячного модуля; контролера заряду; акумуляторів; інвертора "топ-класу".

До складу фотоелектричного сонячного модуля входять оброблені монокремнієві пластини, які вкриті спеціальною сполукою, що витримує будь-які несприятливі погодні умови (град, високі та низькі температури, перепади температур тощо). Гарантійний термін експлуатації - 25 років. Розміщуються модулі на дахах будинків, офісів, гаражів або на будь-якій іншій поверхні.

Можливе використання модулів замість покрівлі будинку або разом з нею. Працюють сонячні батареї в спектрі видимого світла, і питання, чи будуть вони працювати похмурого дня є дуже актуальним для широкого кола споживачів. Відповідь: так, будуть працювати.

Контролер заряду відіграє важливу роль в експлуатації системи: регулює заряд акумуляторів (що сприяє збільшенню терміну експлуатації об'єкта).

Спеціальні, що не потребують обслуговування, акумулятори закритого типу (гелеві) мають термін експлуатації до 15 років, що значно спрощує процес обслуговування установки.

Інвертор "топ-класу" перетворює постійний струм в змінний з синусоїдальним сигналом на

автоматично вимикається при перевантаженні, перегріванні, короткому замиканні, виконує налаштування автоматики на параметри струму.

Метод прямого перетворення сонячного випромінювання в електрику є, по-перше, найбільш зручним для споживача, оскільки отримується найбільш актуальний вид енергії, і, по-друге, такий метод вважається екологічно чистим засобом одержання електроенергії на відміну від інших, які використовують органічне паливо, ядерну сировину чи гідроресурси.

Домінуюча позиція кремнієвої технології у промисловій сонячній енергетиці (90% світового виробництва сонячних елементів) визначає сучасні тенденції науково-технічного розвитку цієї галузі. Перевагами кремнієвої технології є достатня наявність кремнію у природі, його хімічна стабільність і відсутність будь-якого токсичного впливу на людей і навколишнє середовище, сумісність технології кремнієвих сонячних елементів і базових процесів мікроелектроніки. Ефективність промислових сонячних елементів на мульти- і монокристалічному кремнії вже досягла 14-18 % лабораторних зразків – 22-24 % [5].

Розрахунки показують, що навіть в умовах середніх широт для невеликого котеджу вистачить батареї з потужністю в 2 (3) кВт, яка може бути легко розміщена на даху, оскільки займає площу всього 20 (30) м². Відомо, що в Україні середньорічні суми прямої та розсіяної сонячної радіації на горизонтальну поверхню змінюються від 1080 кВт·год/м² (в районі Чернігова) до 1390 кВт·год/м² (Євпаторія). Тоді в залежності від зони, така батарея вироблятиме за рік 2200 – 2800 (3300 – 4200) кВт·год електрики, що задовольнить енергетичні потреби (без врахування тепlopостачання) сім'ї на 3-4 чоловіка.

На сьогоднішній день індустрія, яка пов'язана з виробництвом сонячних батарей, переживає неабиякий бум. Достатньо сказати, що у 2001 році в світі було виготовлено сонячних елементів загальної потужністю більше 150 МВт, що в перерахунку на кремнієві елементи розміром 100×100 мм та потужності 5 Вт означає виробництво в 100 млн. штук. На відміну від інших приладів мікроелектроніки, виробництво сонячних елементів у світі не тільки не скорочується, а характеризується щорічним 15% приростом протягом останніх 6 років. На наукові дослідження в області сонячної енергетики щорічно витрачаються сотні мільйонів доларів [6].

Застосування сонячних батарей в будівельній промисловості виправдано не стільки кількістю виробленої ними електроенергії, скільки появою нових можливостей, покращанням якості процесів, які вже використовуються. Ефект від застосування сонячних батарей підвищується, якщо будуть використані економічніші споживачі енергії, спеціально розроблені для роботи з фотомодулями (лампи освітлення, холодильники, насоси, комп'ютери, телевізори). Крім того, термін роботи сонячних елементів практично не обмежений і може складати десятки років.

В розвинених країнах здійснюються потужні інвестиції в нові наукові розробки, головною метою яких – здешевлення сонячної енергії, іде формування нових ринків споживання. Досить згадати програму "Мільйон сонячних дахів" у США, "100 тисяч сонячних дахів" у Німеччині та Італії та інші. Уряди США, Японії та Західної Європи стимулюють споживання сонячної енергії населенням, в першу чергу, тому що ця енергія екологічно чиста і дозволяє економити обмежені ресурси органічного палива. Для цього виділяються безвідсоткові довгострокові позики на покупку сонячних батарей, безкоштовно проводиться сервісне обслуговування цих установок.

А що робиться в галузі сонячної енергетики в Україні? Ми вже звикли, що в багатьох регіонах України вже стали нормою короточасні відключення електрики чи погане освітлення вулиць наших міст і сіл. Сонячна енергетика могла б частково вирішити енергетичні проблеми України, особливо із енергопостачання віддалених неелектрифікованих осель, а в умовах нестабільного електропостачання, відключення електроенергії такі установки забезпечували б безперервне електропостачання. В сільському господарстві, особливо присадибному, тепличних виробництвах, сонячні батареї могли б забезпечувати подачу води за допомогою насосів та полив рослин, а в тваринництві у посушливих районах – подачу води для тварин. Системи сонячних батарей з хімічними акумуляторами є практично єдиними економічно придатними для живлення апаратури в умовах відсутності мережі центрального енергопостачання: в гірських районах Карпат та Криму, на польових станах, пасовиськах тощо, тобто в умовах, коли створювати та використовувати мережу центрального енергопостачання нерентабельно чи небезпечно для здоров'я людини. Ця проблема не може бути розв'язана традиційним способом будівництва стаціонарної мережі внаслідок її дорожнечі. Крім того, фотобатареї зараз користуються великим попитом у світі і могли б експортуватись, особливо в південні країни третього світу.

**Розрахунки використання енергії Сонця
для підігріву води і одержання електроенергії**

1. Використання енергії Сонця для одержання електроенергії на винзаводах Південної України та Криму

Фотоелектричні системи (ФЕС) розділяються на два типи: автономна для потреб винзаводу та сполучена з електричною центральною мережею. Станції другого типу віддають надлишки сонячної енергії в мережу, яка служить резервом у разі виникнення внутрішнього дефіциту енергії.

Перевагу слід віддати автономній системі, яка складається з набору сонячних модулів (СМ), розміщених на опорній конструкції або на даху тих приміщень винзаводу, які в найбільшій кількості зможуть акумулювати сонячні промені; акумуляторної батареї (АКБ); контролера заряду акумуляторів, сполучних кабелів та інвертора-перетворювача постійної напруги в змінну.

Спочатку на першому етапі визначається сумарна потужність всіх споживачів винзаводу, що підключаються одночасно.

На другому етапі визначається місткість НКБ, яка вибирається із стандартного ряду ємностей. При розрахунку місткості АКБ в повністю автономному режимі необхідно приймати до уваги і наявність в регіоні, де розташований винзавод, похмурих днів в перебігу яких акумулятор повинен забезпечувати роботу споживачів

Третій етап характеризується визначенням сумарної потужності і кількості сонячних модулів.

Дано:

- а) W – сумарна потужність споживачів винзаводу, кВт/год;
- б) потужність одного фотоелектричного модуля розміром $10 \times 10 \text{ см}^2$ складає 1,5 Вт (1 дм^2 або $0,01 \text{ м}^2$);
- в) визначається кількість сонячних модулів:

$$n = \frac{W \cdot 1000 \text{ Вт}}{1,5 \text{ кВт} \cdot K} \text{ шт.},$$

де K – коефіцієнт, який враховує втрати потужності сонячних елементів, а також похиле падіння променів;

г) визначається сумарна площа сонячних модулів або площа даху для їх розміщення, в м^2 :

$$F = n \cdot 0,01 \text{ м}^2;$$

д) потужність акумуляторної батареї складає W .

2. Використання енергії Сонця для підігріву води

Середньорічна кількість сонячної енергії, що надходить за 1 день на 1 м^2 поверхні Землі коливається (залежно від регіонів півночі чи півдня) від 7,2 до 21,4 МДж/ м^2 .

Найбільшого поширення в системах теплопостачання можуть набути плоскі сонячні колектори, встановлені нерухомо на даху будівлі виноробного та пивоварного виробництва. Носіями одержаної теплоти є повітря або вода.

Для південних регіонів України та Криму сонячна енергія, що надходить за 1 день на 1 м^2 , приймаємо 15 МДж/ м^2 . Потреба гарячої води на технологічні та технічні цілі становить ω л/добу (за розрахунками). Підігрів води в колекторах проходить від $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ до $t_2 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$, тоді площа сонячних колекторів становить:

$$F = \frac{\omega(t_2 - t_1) \text{ МДж/м}^2}{15 \text{ МДж/м}^2}$$

Висновки

1. Застосування в бродильній промисловості України альтернативних джерел енергії, в першу чергу сонячної енергетики, без сумніву дасть користь. З іншого боку, економіка України має відповідні потужності з виробництва необхідних компонентів та створення інфраструктури такої енергетики.
2. Виробничі можливості таких гігантів мікроелектроніки, як виробничі об'єднання «КВАЗАР», «РВЛ» (м. Київ), «Гравітон» (м. Чернівці), «Хартрон» (м. Харків), «Гамма» і «Електроавтоматика» (м. Запоріжжя), «Дніпро» (м. Херсон), «Позитрон» (м. Івано-Франківськ) дозволяють проводити повний технологічний цикл створення сонячних елементів. Україна має висококваліфікований науковий потенціал в цій галузі (Інститут фізики напівпровідників та Інститут електродинаміки НАНУ, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Національний технічний університет КПІ та НУХТ).

Використана література

1. www.solarenergy.iatp.org.ua/pages/index.htm.
2. www.rpd.univ.kiev.ua/new/ukr/cikav_o/solarenergy.php.
3. www.solarenergy.iatp.org.ua/pages/ukrandsolarenergy.htm.
4. www.ictv.ua/ukr/news/economics.php?news_id=83665.
5. www.proelectro.info/ru/info/show/195.
6. www.knu.gov.ua/control/uk/publish/printable_article?art_id=25952297.

Домарецький Віталій Афанасійович – д.т.н., професор кафедри біотехнології продуктів бродіння, екстрактів і напоїв Національного університету харчових технологій.

Шиян Петро Леонідович – д.т.н., професор кафедри біотехнології продуктів бродіння, екстрактів і напоїв Національного університету харчових технологій.

Білько Марина Володимирівна – к.т.н., доцент кафедри біотехнології продуктів бродіння, екстрактів і напоїв Національного університету харчових технологій.

Кириленко Роман Григорович – асистент кафедри біотехнології продуктів бродіння, екстрактів і напоїв Національного університету харчових технологій.