

---

---

## НЕТРАДИЦІЙНІ І ПОНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

---

---

УДК 620.9:33

### ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КРЫМУ

**В.В. Кувшинов**

*Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности*

Описаны перспективы развития солнечной энергетики в Крыму. Предлагается использование теплофотоэлектрических установок в коммунальном секторе г. Симферополя. Показан экономический эффект от их внедрения. Предлагается полномасштабное внедрение солнечных установок в курортно-рекреационном комплексе АР Крым.

#### **Введение**

В ближайшей перспективе Евросоюз планирует перевести до 20 % своей энергетики на экологически чистые возобновляемые источники энергии. При этом количество выбрасываемых парниковых газов предполагается уменьшить на 20 %. За счет энергосберегающих мероприятий в Европе предполагается на 20 % увеличить эффективность использования существующих энергетических мощностей [1].

Использование солнечных установок для обеспечения тепловой и электрической энергией автономного потребителя является одним из перспективных направлений ресурсо- и энергосбережения не только для территории Крыма, но и для большинства регионов Украины [2]. Для увеличения эффективности использования солнечных установок целесообразно использовать комбинированные теплофотоэлектрические коллекторы с одновременной выработкой тепловой и электрической энергии [3], в данной работе впервые рассмотрена возможность оснащения этими установками кровельного покрытия в большом городе.

Использование теплофотоэлектрических солнечных установок в коммунальном хозяйстве может значительно сократить экономические ресурсы при оснащении жилых домов солнечными тепловыми и фотоэлектрическими установками [4].

#### **Постановка цели и задач научного исследования**

Для экономии кровельных материалов при разработке проектов и строительстве автономных энергосберегающих домов крышу здания целесообразно совмещать с геосистемой для нагрева теплоносителя с возможностью установки фотоэлементов для выработки электрической энергии [4].

Целью исследования является проведение технико-экономического анализа использования теплофотоэлектрических установок с учетом увеличения их эффективности использования при одновременной выработке с комбинированной приемной поверхностью тепловой и электрической энергии.

### Результаты исследований

В настоящее время в Крыму действуют 4 солнечные электростанции общей мощностью более 220 МВт (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

#### Действующие солнечные станции в Крыму

№ п/п	Наименование электростанции	Установленная мощность, МВт	Занимаемая площадь, га	Затраты земли, га/МВт
1	Родниковое	7,5	9...10	1,33
2	Митяево	31,5	38...40	1,3
3	Охотниково	80	100...110	1,4
4	Перово	105	125...130	1,3
5	Все станции	224	272...290	1,32

Согласно энергетическим планам, в ближайшей перспективе мощности сетевых солнечных электростанций по всей территории Крыма могут составить более 900 МВт. Запланированные установленные мощности ветровых электростанций, которые могут быть построены в ближайшие годы на Крымском полуострове, составляют более 1000 МВт [2]. Учитывая, что суммарная мощность всех ветровых и солнечных крымских электростанций, построенных в Крыму в ближайшие годы, может превышать 2000 МВт, можно говорить, что Крым вполне способен не только самостоятельно обеспечивать себя электрической энергией, но и поставлять ее в другие регионы Украины. Это притом, что еще несколько лет назад 96 % электроэнергии поставлялось на полуостров из южных регионов Украины.

Согласно Комплексной программе развития АР Крым, оснащение тепловыми гелиоустановками индивидуальных потребителей является также одной из перспективных задач [5]. Для совмещенной работы солнечных электрических и тепловых установок предлагается использовать разработанный автором теплофотоэлектрический гелиоколлектор (рис. 1) [6].

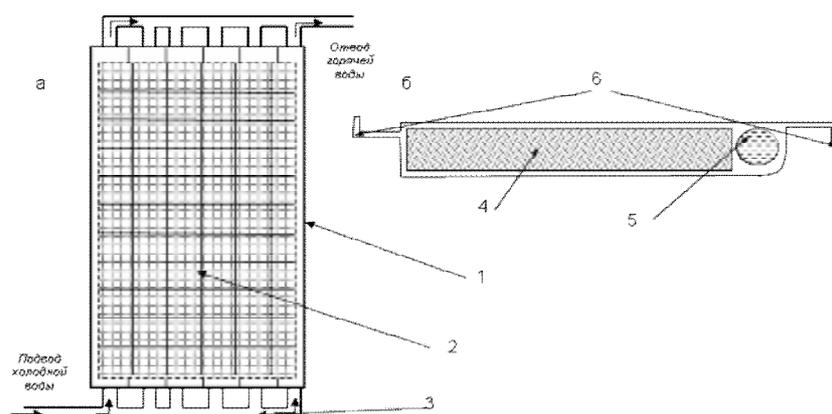


Рис. 1. Теплофотоэлектрический гелиоколлектор: а – приемная поверхность, б – разрез отдельного элемента профиля

На рис. 1 следующие обозначения: 1 – приемная металлическая пластина абсорбера; 2 – кремниевые фотопреобразователи; 3 – трубки для подвода и отвода теплоносителя; 4 – канал для воздуха или теплоаккумулирующего материала; 5 – канал для жидкого теплоносителя; 6 – крепежные элементы профиля (технологические ребра).

На рис. 2 приведены фотографии гелиопрофилей, исследованных автором в Севастопольском национальном университете ядерной энергии и промышленности. Экспериментальные исследования показали [3], что удельные тепловые характеристики гелиопрофиля и комбинированного теплофотоэлектрического профиля практически одинаковы и составляют по тепловой мощности около  $0,7 \text{ кВт/м}^2$ . При использовании плоского солнечного концентратора тепловая мощность увеличивается до  $0,9 \text{ кВт/м}^2$ . При этом теплофотоэлектрический профиль вырабатывает еще и электрическую энергию, его удельная электрическая мощность составляет до  $0,15 \text{ кВт/м}^2$ , а при использовании плоского солнечного концентратора доходит до  $0,225 \text{ кВт/м}^2$ .



Рис. 2. Тепловой гелиопрофиль (слева), теплофотоэлектрический гелиопрофиль (по центру), теплофотоэлектрический гелиопрофиль с концентратором (справа)

При использовании комбинированного гелиопрофиля, в отличие от установки теплового коллектора и фотоэлектрических батарей, при той же мощности получается значительный экономический эффект [7]. В табл. 2 приведены технико-экономические характеристики теплофотоэлектрической установки в сравнении с гелиопрофилем и фотоэлектрической установкой.

Т а б л и ц а 2

Технико-экономические характеристики солнечных установок

Солнечные установки	Характеристики установок				
	Цена за $1 \text{ м}^2$ установки, грн	Удельная тепловая мощность, $\text{Вт/м}^2$	Удельная электрическая мощность, $\text{Вт/м}^2$	Удельная суммарная мощность, $\text{Вт/м}^2$	Цена за $1 \text{ Вт}$ суммарной мощности, грн
Промышленный гелиопрофиль	1700	700	–	700	2,43
Промышленные гелиопрофиль и фотоэлектрическая установка	4700	700	150	850	5,53
Теплофотоэлектрическая установка	3200	700	150	850	3,76

Как видно из табл. 2, стоимость за 1 Вт установленной мощности при использовании комбинированного гелиопрофиля вместо фотоэлектрических модулей и тепловых профилей сокращается почти на 50 %.

### Использование практических результатов

Для проведения технико-экономического анализа эффективности использования солнечных установок на территории Крыма была использована модель расчета гелиотехнических мощностей [8]. Модель была успешно применена для расчета технического потенциала комбинированных солнечных теплофотоэлектрических установок, расположенных на крышах города Симферополя.

На графиках, изображенных на рис. 3 и 4, показаны технический потенциал и теоретические мощностные характеристики теплофотоэлектрических установок, работающих круглогодично на крышах г. Симферополя.

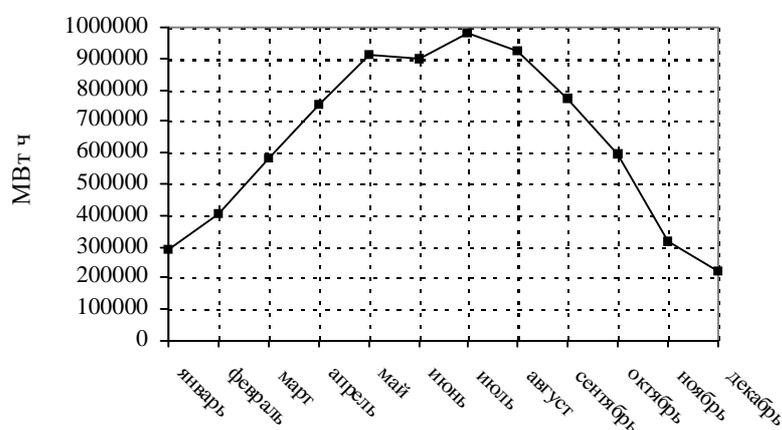


Рис. 3. Технически возможный потенциал солнечной энергии для всех крыш зданий Симферополя, работающих круглогодично, при оптимальном угле наклона приемных поверхностей

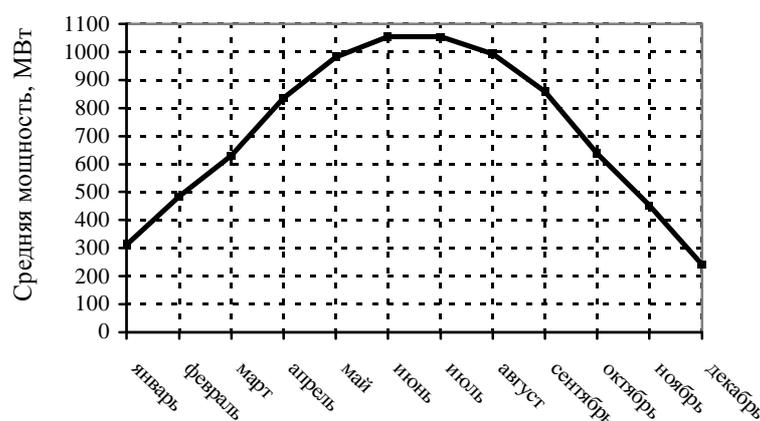


Рис. 4. Технически возможные мощностные характеристики (по месяцам) для теплофотоэлектрических установок, расположенных на всех крышах зданий (г. Симферополь)

Как видно из графиков, мощность теплофотоэлектрических установок в летние месяцы составляет более 1000 МВт. При этом, согласно табл. 2, можно показать, что

суммарная электрическая мощность всех солнечных установок будет составлять около 150 МВт, а тепловая - около 700 МВт. Таких мощностей вполне хватит для обеспечения города.

По данным управления статистики, в АР Крым был проведен анализ и посчитана годовая экономия средств при использовании теплофотоэлектрических установок в рекреационном комплексе Крыма (по ценам на топливо (газ, уголь, жидкое топливо) на 2010 год) [7].

Согласно анализу, суммарная экономия средств  $C_{эф}$  за 2010 год составляет

$$C_{эф} = NP_{cp} K_{cp,эф}, \quad (1)$$

где  $N$  – количество здравниц в регионе;  $P_{cp}$  – средняя мощность ТФСУ для отдельной здравницы;  $K_{cp,эф}$  – средний мощностный коэффициент экономической эффективности, который показывает экономию средств за год на 1 кВт мощности солнечных установок.

Согласно расчетам, при переводе рекреационных объектов на солнечную энергию средний мощностный коэффициент экономической эффективности составляет

$$K_{cp} = \frac{C_{эф}}{NP_{cp}} = 288 \text{ грн}/(\text{кВт} \cdot \text{год}) \cdot \quad (2)$$

Используя данные работы [7], по формулам (1) и (2) можно рассчитать коэффициент экономической эффективности на  $1 \text{ м}^2$  площади рабочей поверхности теплофотоэлектрической установки, внедряемой на рекреационных объектах:

$$K_{эф} = K_{cp,эф} P_{уд} = 288 \text{ грн}/(\text{кВт} \cdot \text{год}) \cdot 0,75 \text{ кВт}/\text{м}^2 = 216 \text{ грн}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (3)$$

где  $K_{эф}$  – коэффициент экономической эффективности в расчете на  $1 \text{ м}^2$  площади ТФУ, а  $0,75 \text{ кВт}$  - суммарная теплоэлектрическая мощность с  $1 \text{ м}^2$  рабочей поверхности комбинированной установки.

При комплексном подходе к переводу объектов рекреационного комплекса на энергосберегающие технологии расчетные экономические оценки позволяют сделать вывод о значительном экономическом эффекте в суммарном балансе энергопотребления Крыма [7].

### Выводы

При сезонном переводе рекреационных объектов с потребления традиционных топлив на солнечную энергию, без учета ежегодного повышения цен на энергоносители, годовая экономия средств по здравницам АР Крым может составлять 65 млн грн (в ценах на энергоносители 2010 года).

Оплата за потребленное топливо на каждый киловатт мощности работающей котельной рекреационного комплекса на традиционных энергоносителях составляет 290 грн в год, при внедрении теплофотоэлектрических установок эта сумма составляет возможную экономию средств. Соответственно на каждом квадратном метре площади рабочей поверхности теплофотоэлектрической установки экономия средств за год может составлять около 220 грн.

Использование солнечной энергии – это экономически перспективно и выгодно, так как «зеленый тариф» на электроэнергию, выработанную на солнечных электростанциях, составляет  $5,25 \text{ грн}/(\text{кВт} \cdot \text{ч})$ .

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В КРИМУ

**В.В. Кувшинов**

Описані перспективи розвитку сонячної енергетики в Криму. Пропонується використання тепло-фотоелектричних установок у комунальному секторі м. Сімферополя. Показано економічний ефект від їх упродовження. Пропонується повномасштабне впровадження сонячних установок у курортно-рекреаційному комплексі АР Крим.

## PROSPECTS of SUN ENERGY DEVELOPMENT in the CRIMEA

**V. Kuvshinov**

The prospects of the sun energy development in the Crimea are described. The use of heat-photo-electric plants in the Simferopol' communal sector is suggested. The economic effect as a result of their installation is shown. The full-scale introduction of the sun plants in the AR Crimea' cure-recreation complex is suggested.

### Список использованных источников:

1. Директива 2001/77 ЕС щодо реалізації електроенергії, отриманої з ВДЕ, внутрішньому ринку електроенергії // Інформаційно-аналітичний довідник енергозбереження в регіонах // Бюлетень «Альтернативна енергетика». – К.: Держкоменергозбереження, 2003. – С. 101 - 107.
2. Кудря С.О. Использование теплофотоэлектрического профиля для индивидуального потребителя / С.О. Кудря // XIII Між нар. конф. “Відновлювана енергетика XXI століття”, Крим, с.м.т. Миколаївка, 12 – 16 вересня: тези допов. – АР Крим, 2011. – С. 90 - 93.
3. Кувшинов В.В. Разработка комбинированной солнечной установки для автономного потребителя / В.В. Кувшинов, В.О. Сафонов // Відновлювана енергетика. – 2010. – № 4 (23). – С. 27 - 33.
4. Пат. RU2258874 Российская Федерация. Солнечный коллектор / В.В. Страшко, В.Ю. Подлепич, Д.В. Безощенко, заявитель и патентообладатель: В.В. Страшко, В.Ю. Подлепич, Д.В. Безощенко. – заявл. 07.04.03; опубл. 16.10.03. – № 2258874, Бюл. № 15.
5. Плакида В.Т. Комплексная программа поможет максимально использовать уникальный энергетический потенциал Крыма / В.Т. Плакида // Крымстройиндустрия, энергосбережение: Специализир. журнал для строителей, архитекторов и дизайнеров. – Симферополь, 2009. – № 3 (4). – С. 4 - 5.
6. Пат. 49078 Україна; МПК Н 01 L 31/00. Фототермоперетворювач сонячної енергії / Кувшинов В.В., Сафонов В.О., Башта А.І.; заявник і патентовласник Кувшинов В.В. – № u 2009 12291; заявл. 30.11.09; опубл. 12.04.10, Бюл. № 7.
7. Башта А.И. Економічне обґрунтування використання геліопрофіля для автономної енергозбережної будови / А.И. Башта, В.В. Кувшинов // Вісник соціально-економічних досліджень. – Одеса, 2011. – С. 12 - 16.
8. Бобра Т.В. Модель расчета энергоэффективности использования гелиосистем на крышах зданий городов / Т.В. Бобра, В.О. Яценков // Солнечная энергетика для устойчивого развития Крыма. – Симферополь, 2009. – С. 234 - 245.

Надійшла до редакції 11.03.2013 р.