

Energia słoneczna jako źródło ciepła

# Ciepło ze Słońca



Dr Włodzimierz Smolec jest pracownikiem Instytutu Inżynierii Chemicznej PAN w Gliwicach. Prowadzi prace z zakresu kolektorów słonecznych służących do podgrzewania powietrza. Jest autorem książki „Fototermiczna konwersja energii słonecznej” (2000 r.)

**WŁODZIMIERZ SMOLEC**  
Instytut Inżynierii Chemicznej, Gliwice  
Polska Akademia Nauk  
wsmol@iich.gliwice.pl

**Globalne ocieplenie, coraz szybciej rosnące ceny energii, zanieczyszczenie powietrza... Problemy te mogłyby być mniejsze, gdybyśmy lepiej wykorzystywali energię dostarczaną przez Słońce**

Dla upowszechnienia wykorzystania energii promieniowania słonecznego zasadnicze znaczenie ma cena uzyskiwanego z niego ciepła użytkowego. Strumień energii niesionej przez promieniowanie słoneczne jest stosunkowo niewielki ( $1367 \text{ W/m}^2$  poza atmosferą ziemską), dlatego aby ilości uzyskiwanego ciepła miały znaczenie praktyczne, przetwarzające ją na ciepło instalacje muszą być duże. Wciąż jednak światowe zapotrzebowanie na energię wynosi rocznie 939 MWh, czyli około 16 000 razy mniej niż ilość energii słonecznej,

która dociera w ciągu roku na powierzchnię Ziemi. Celem badań prowadzonych nad wykorzystaniem energii promieniowania słonecznego jest przy tym nie tylko obniżenie kosztów uzyskania ciepła użytkowego, ale również ograniczenie zapotrzebowania na energię (nie tylko cieplną). Warto też podkreślić, że każda kilowatogodzina energii elektrycznej wyprodukowana ze Słońca pozwala uniknąć emisji 0,8–1 kg dwutlenku węgla.

## Absorber najważniejszy

Oparte na kolektorach słonecznych instalacje słoneczne służące do podgrzewania wody do celów sanitarnych zobaczyć można już w wielu miejscach w Polsce. Najważniejszym elementem kolektora jest absorber pochłaniający promieniowanie i przetwarzający je na ciepło. Najczęściej jest on wykonany z blachy. Powstające w absorberze ciepło odbiera ciecz robocza przepływająca rurkami, które są do niego przymocowane. Przepływ cieczy wymuszony jest przez pompę obiegową. Przed utratą ciepła absorber chroniony jest przez szybę, którą jest osłonięty od góry, a od dołu i z bo-



Grajemy.com

W instalacjach, które mają być użytkowane przez cały rok, stosuje się ciecz roboczą odbierającą ciepło od absorbera o niskiej temperaturze krzepnięcia



http://www.ekoenergia.org

**Kolektory słoneczne stosuje się nie tylko w krajach położonych w ciepłej strefie klimatycznej. Często spotyka się je w dbających o wykorzystanie odnawialnych źródeł energii krajach alpejskich**

ków jest typowa izolacja cieplna. Jednak ani szyba, ani izolacja cieplna nie eliminują całkowicie strat ciepła. Absorber traci ciepło na rzecz szyby przez promieniowanie oraz przez przewodzenie i konwekcję w warstwie powietrza znajdującej się między nimi, a szyba oddaje je do otoczenia. Od dołu i z boków absorber traci ciepło w wyniku przewodzenia przez izolację cieplną. Powierzchnia absorbera wynosi zwykle ok. 2 m<sup>2</sup>. Kolektory łączone są w zestawy. Typowa temperatura pracy kolektorów wynosi ok. 40–60°C.

### Ograniczanie strat

Promieniowanie słoneczne padające na szybę jest przez nią częściowo odbijane i absorbowane, w związku z czym nie cały strumień promieniowania dociera do absorbera. Straty promieniowania spowodowane odbiciem zmniejsza się, pokrywając powierzchnię szyby cienkimi warstwami przezroczystego materiału, którego współczynnik załamania światła jest mniejszy od współczynnika załamania szkła. Pożądanymi właściwościami charakteryzującymi się porowate warstwy krzemionki czy tlenku glinu. Grubość takich warstw nie przekracza długości fali promieniowania słonecznego.

Promieniowanie słoneczne odbite od szyb pokrytych cienkimi warstwami krzemionki i tlenku tytanu w wyniku interferencji staje się barwne. Co więcej, szyby takie mogą cechować się równocześnie wysoką przenikalnością dla promieniowania. Dzięki użyciu takich szyb w kolektorach znajdują one szersze zastosowanie. Okazuje się, że wbudowane w południowe fasady budynków kolektory są atrakcyjne dla ich mieszkańców i dla architektów.

Zmniejszenie absorpcji promieniowania słonecznego w szybach wymaga innych za-

biegów. Typowe szkło używane do produkcji szyb zawiera domieszkę tlenków żelaza, silnie absorbujących promieniowanie słoneczne. By zmniejszyć straty promieniowania spowodowane absorpcją w szkłe, obecnie używa się szyb wykonanych ze szkła niezawierającego żelaza.

Dalszy wzrost sprawności kolektorów płaskich można osiągnąć, praktycznie eliminując przepływ ciepła przez konwekcję w warstwie powietrza wypełniającej przestrzeń między absorberem a szybą. Osiąga się to w wyniku zastosowania tzw. przezroczystej izolacji cieplnej. Izolacja taka może być wykonana z tworzyw sztucznych i złożona jest zwykle z cienkościennych, podłużnych komórek. Budową przypomina plaster pszczele. Izolacja może być utworzona również ze szklanych kapilar. Jest wtedy odporna na działanie wyższych temperatur. Kapilary umieszczone są między dwiema szybami, które zapewniają izolacji niezbędną sztywność. Zamknięte w powstałych komórkach powietrze jest praktycznie nieruchome i przepływ ciepła przez takie materiały zachodzi przez przewodzenie i przez promieniowanie.

Większą sprawność pozwalają osiągnąć tzw. kolektory próżniowe, w których zostało usunięte powietrze z przestrzeni pomiędzy absorberem a osłoną przezroczystą (stąd nazwa: kolektor próżniowy). Selektowny absorber umieszczony jest w szklanej rurze próżniowej o długości ok. 2 m i średnicy ok. 7 cm. Ciepło generujące się w absorberze odbierane jest za pomocą przymocowanej do niego tzw. rury cieplnej, która oddaje je następnie wodzie użytkowej. Rura cieplna to zamknięty odcinek rury metalowej częściowo wypełnionej cieczą roboczą, która pod wpływem ciepła dopływającego z absorbera zmienia się w parę.

## Energia słoneczna jako źródło ciepła

Pokrycie selektywne w wysokim stopniu pochłania promieniowanie słoneczne w tym zakresie długości fal, w jakim niesie ono najwięcej energii, a równocześnie w małym stopniu wypromieniowuje energię w zakresie długości fal promieniowania cieplnego



Grzejemy.com

Część rury cieplnej przylegająca do absorbera nosi nazwę parownika. Rura próżniowa pochylona jest do poziomu. Pary cieczy unoszą się do górnej części rury cieplnej, która omywana jest z zewnątrz przez wodę użytkową, i skraplają się. Ta część rury cieplnej to tzw. skraplacz. Skroplona para spływa pod działaniem grawitacji do parownika.

Badania nad kolektorami słonecznymi przynoszą oczekiwane rezultaty. W warunkach klimatycznych Grecji, w porównaniu z rokiem 1980, koszty inwestycyjne instalacji do podgrzewania wody zmalały o blisko 20%, ilość ciepła uzyskiwanego z jednostki powierzchni kolektora wzrosła o ponad 50%, a koszt ciepła zmalał o ok. 45%. Wbrew pozorom nie najgorsze warunki do bezpośredniego wykorzystania słonecznej energii ma również Polska. Roczna suma energii promieniowania słonecznego na płaszczyźnie poziomej jest oczywiście różna w poszczególnych regionach naszego kraju i waha się od 900 do 1200 kWh/m<sup>2</sup>.

W analogiczny sposób jak kolektory cieczowe działają kolektory do podgrzewania powietrza. Najprostszy absorber wykonany jest z płaskiej blachy. Podgrzewane powietrze przepływa kanałem utworzonym przez dolną powierzchnię absorbera oraz tylną i boczne ściany kolektora. Przepływ wymuszony jest

przez wentylator. Powietrze jako czynnik roboczy ma znacznie gorsze właściwości niż ciecz. W związku z tym opracowano różne metody intensyfikujące przepływ ciepła z absorbera do podgrzewanego powietrza. Bez nich sprawność kolektorów powietrznych byłaby niska. Największym użytkownikiem kolektorów do podgrzewania powietrza jest rolnictwo. Kolektory wykorzystywane są w suszarnictwie produktów rolniczych, przechwalnictwie warzyw i owoców, w szklarniach i tunelach do ogrzewania gleby.

### Mniej energii w budownictwie

Stosunkowo często, choć jeszcze nie w Polsce, kolektory powietrzne wykorzystywane są do dogrzewania budynków szkolnych. Budynki szkolne użytkowane są tylko w porze dziennej. W związku z tym nie ma potrzeby magazynowania ciepła uzyskiwanego w kolektorach o tej porze dnia w celu wykorzystania go w godzinach wieczornych i nocnych.

Instalacje ogrzewania słonecznego oparte na kolektorach cieczowych budowane w naszej strefie klimatycznej z myślą o zaspokojeniu zapotrzebowania na ciepło przez cały rok mają obecnie charakter doświadczalny. Koszt ich jest wysoki z uwagi na konieczność użycia dużej liczby kolektorów. Niezbędna jest

ponadto budowa tzw. gruntowych magazynów ciepła, w których w porze letniej magazynuje się ciepło uzyskiwane w kolektorach, po to by odzyskiwać je jesienią i zimą. Do magazynowania ciepła wykorzystuje się zwykle warstwy gruntu położone na głębokości ponad 8 m. Odbiór ciepła zmagazynowanego w gruncie wymaga użycia pompy ciepła. Pompy ciepła wykorzystywane są również do odzyskiwania ciepła odpadowego. Ciepło odpadowe odbierane jest ze zużytego powietrza usuwanego z wnętrza budynku przez układ wentylacyjny oraz ze zużytej wody przed odprowadzeniem jej do kanalizacji.

Z powodu wysokich kosztów instalacji grzewczych przeznaczonych do ogrzewania przez cały sezon grzewczy stosowane są inne, tańsze metody dogrzewania mieszkań. Ich celem nie jest całkowite, lecz częściowe pokrywanie zapotrzebowania na ciepło. Do tego celu służą, obok kolektorów powietrznych, tzw. bierne instalacje ogrzewania słonecznego. Działanie takich instalacji polega na tym, że niektóre ściany budynku (wewnętrzne, zewnętrzne oraz stropy) wykorzystywane są do absorbowania promieniowania słonecznego i krótkoterminowego (kilkugodzinnego) magazynowania generującego się na ich powierzchni ciepła. Oddawanie ciepła przez te ściany w godzinach wieczornych i nocnych pozwala w sprzyjających warunkach na dogrzewanie wnętrza budynku. Niektóre z tych instalacji od dawna znane są również u nas. Są to mianowicie atria oraz szklarnie przylegające do południowych ścian frontowych domów.

### Przezroczysta izolacja

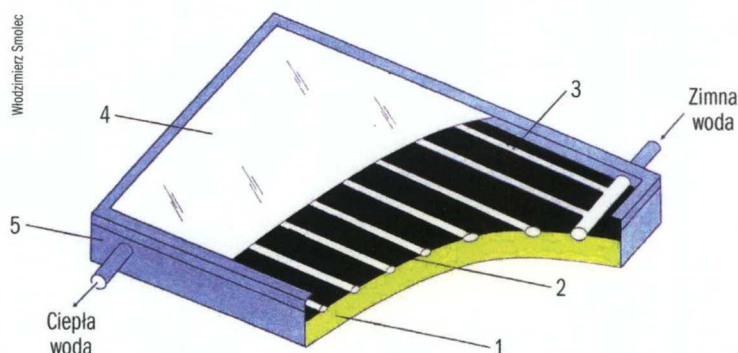
Ograniczenie zużycia tradycyjnych paliw do ogrzewania można również osiągnąć przy zastosowaniu wspomnianych wcześniej przezroczystych izolacji cieplnych. Przezroczysta izolacja cieplna umożliwia z jednej strony ograniczenie strat ciepła z budynku, a z drugiej – wykorzystanie promieniowania słonecznego do ogrzewania. Stosowane w budownictwie typowe izolacje mają grubość 25–30 cm, a ich przenikalność dla promieniowania słonecznego wynosi ponad 50%. Przezroczystą izolację cieplną zamocowuje się na południowej ścianie frontowej budynku. Pokryta izolacją i pomalowana na ciemny kolor powierzchnia budynku absorbuje promieniowanie słoneczne. Generujące się na tej powierzchni ciepło dzięki izolacji nie jest tracone do o-

czenia, ale wnika w głąb ściany, która staje się krótkoterminowym magazynem ciepła. Po pewnym czasie ciepło przenika do powierzchni wewnętrznej ściany i zaczyna ogrzewać wnętrze budynku. Gdy zachodzi obawa przed przegrzaniem budynku w porze letniej, wówczas zostawia się szczelinę powietrzną między izolacją cieplną a ścianą. Cyrkulujące przez szczelinę powietrze z otoczenia zapobiega przegrzewaniu budynku.

### Lepsze technologie

Prowadzone w ciągu ostatnich 30 lat badania przyniosły ogromny postęp w technologiach wykorzystania tego odnawialnego źródła energii. Osiągnięty został znaczny spadek kosztów uzyskiwanego ciepła użytkowego i zwiększyły się możliwości zastosowania otrzymanych wyników. Badania prowadzi coraz więcej ośrodków naukowych, a liczba publikacji dynamicznie rośnie. Głównym czynnikiem stymulującym rozwój badań na tym polu jest to, że wykorzystanie energii słonecznej nie wiąże się z emisją dwutlenku węgla. Można sądzić, że niedawny, wzrost cen ropy naftowej sprawi, iż badania nad wykorzystaniem energii słonecznej i innych odnawialnych źródeł energii doznają kolejnego bodźca do rozwoju, podobnego do tego, jakim był wzrost cen ropy w latach 70.

**Schemat typowego kolektora płaskiego:**  
**1 - izolacja cieplna,**  
**2 - absorber,**  
**3 - rurki z przepływającą cieczą roboczą,**  
**4 - szyba,**  
**5 - obudowa.**  
 Strzałki wskazują kierunek przepływu cieczy roboczej



### Chcesz wiedzieć więcej?

- Wong I.L., Eames P.C., Perera R.S. (2007). A review of transparent insulation systems and the evaluation of payback period for buildings applications. *Solar Energy*, 81, 1058.
- Chavez-Galan J., Almanza R. (2007). Solar filters based on iron oxides as efficient windows for energy savings. *Solar Energy*, 81, 13.
- Galloway T. (2004). *Solar house. A guide for the solar designer*. Amsterdam: Elsevier.
- Santamouris M. (Red.). (2003). *Solar thermal technologies for buildings*. London: James&James Ltd.