

Panele amorficzne – czym są?

Wybór typu paneli fotowoltaicznych jest najczęściej kompromisem pomiędzy budżetem inwestora, jego oczekiwaniami oraz istniejącymi warunkami technicznymi. Wymagające uwzględnienia parametry to m.in. sprawność paneli, ich trwałość i moc generowana z dostępnej powierzchni. Równie ważne są miejsce montażu i orientacja względem Słońca. Czym są panele fotowoltaiczne amorficzne, jakie mają wady i zalety? Kiedy warto rozważyć ich wykorzystanie? Zapraszamy do lektury.

SPIS TREŚCI

[Wstęp](#)

[Jak działają panele fotowoltaiczne?](#)

[Rodzaje krzemowych ogniw fotowoltaicznych](#)

[Panele fotowoltaiczne amorficzne – wady i zalety](#)

[Zastosowanie paneli amorficznych w fotowoltaice](#)

[Panele amorficzne – podsumowanie](#)

Wstęp

Pozyskiwanie energii elektrycznej za pomocą instalacji fotowoltaicznych to obecnie najbardziej ekologiczna i przyjazna środowisku naturalnemu technologia. Nie emituje zanieczyszczeń i hałasu, zaś energia wykorzystana do wyprodukowania paneli zwraca się po około dwóch latach działania instalacji. Zaletą elektrowni słonecznych jest również ich nieskomplikowanie, prawie bezobsługowa praca.

Za przetworzenie energii promieniowania słonecznego w prąd elektryczny odpowiadają panele fotowoltaiczne. Ich kluczowym elementem są materiały półprzewodnikowe, o właściwościach oscylujących pomiędzy izolatorami a doskonale przewodzącymi prąd metalami. Cechą charakterystyczną półprzewodników jest silna zależność przewodnictwa elektrycznego od warunków zewnętrznych, takich jak temperatura czy poziom promieniowania słonecznego. W odróżnieniu od metali przewodnictwo półprzewodników rośnie ze wzrostem temperatury. Jednym z półprzewodników o najszerszym spektrum

zastosowania w elektronice, w tym na potrzeby wytwarzania paneli fotowoltaicznych, jest krzemem.

Jak działają panele fotowoltaiczne?

Panel fotowoltaiczny to zbiór połączonych szeregowo, zespolonych aluminiową ramą kilkudziesięciu ogniw światłoczułych w formie cienkiej, krzemowej płytki. Poddaje się ją procesom technologicznym, obejmującym m.in. pokrycie jednej strony cienką warstwą fosforu, drugiej zaś pierwiastkami XIII grupy układu okresowego (np. glinem). Dodatek tego pierwszego powoduje pojawienia się dodatkowych elektronów swobodnych w powłoce krystalicznej i powstanie złącza naładowanego ujemnie typu n (negative). Dodatek pierwiastków XIII grupy natomiast sprawia, że otrzymujemy złącze typu p (positive) - poprzez pojawienie się w sieci krystalicznej „dziur” o ładunku dodatnim. Zetknięcie się tych dwóch przeciwnych biegunów wytwarza pole elektryczne, określane jako bariera potencjałów (złącze p-n). Padający na powierzchnię ogniwa foton światła uwalnia elektron który poprzez łącze p-n przedostaje się do powierzchni n, skąd za pomocą sieci ścieżek przedostaje się poza ogniwo. Proces ten nosi nazwę efektu fotowoltaicznego, którego efektem jest wytwarzanie prądu elektrycznego.

Rodzaje krzemowych ogniw fotowoltaicznych

Na rynku dostępne są różne ogniwa fotowoltaiczne na bazie krzemu. Różnią się one głównie rodzajem tego materiału, a co za tym idzie kolorem, strukturą, trwałością i wydajnością. Różne są również ich ceny, co wynika ze stopnia skomplikowania i pracochłonności procesu wytwarzania krzemowych kryształów. Według tego kryterium możemy wyróżnić:

- **Ogniwa monokrystaliczne** – płytki zwane „waflami” cięte są laserowo z bloku monokryształu w formie walca. Jest on wytwarzany metodą Czochralskiego ze stopionego piasku krzemowego z dodatkiem boru. Wytworzone na ich bazie ogniwa cechuje najwyższa sprawność, ale też najwyższa cena.
- **Ogniwa polikrystaliczne** – wytwarzane są w procesie Siemens'a ze zmielonego krzemu, który jest topiony i odlewany w formie bloku złożonego z niehomogenicznych kryształów o średnicy od kilku milimetrów do kilku

centymetrów. Granice pomiędzy kryształami pogarszają sprawność ogniwa w porównaniu do ogniw z krzemu monokrystalicznego. Ogniwa mono- i polikrystaliczne zaliczane są do tzw. ogniw I generacji.

- **Ogniwa amorficzne** – nazywane są również cienkowarstwowymi i zaliczane do ogniw II generacji. W procesie technologicznym cienka warstwa alotropowego krzemu (0,5-1 μm) nanoszona jest na szkło lub inne podłoże. Ich wytworzenie jest szybkie i tanie, ze względu na niewielką ilość wykorzystanego półprzewodnika i niskie zużycie energii w procesie produkcyjnym. Wadą jest stosunkowo niska sprawność ogniw.

Panele fotowoltaiczne amorficzne – wady i zalety

W przeciwieństwie do paneli mono- i polikrystalicznych, które składają się z zespołu połączonych szeregowo ogniw, cały panel amorficzny jest pojedynczym ogniwem fotowoltaicznym. Krzem amorficzny (a-Si) to odmiana alotropowa – w odróżnieniu od mono- i polikrystalicznego jego atomy nie są uporządkowane w krystaliczną strukturę. W procesie wytwarzania ogniw amorficznych krzemu poddawany jest procesowi dyfuzji (samorzutnego przenikania cząsteczek) z wodorem a następnie nanoszony (napylany) na podłoże w postaci szkła lub tworzywa sztucznego.

Poziom pochłaniania światła słonecznego przez panele amorficzne jest nawet 40-krotnie (!) wyższy niż w przypadku paneli polikrystalicznych. Dlatego też warstwa grubości 1 μm potrafi zaabsorbować do 90% docierającej do niej energii. Na niski koszt wytworzenia tego typu paneli wpływa niewielkie zużycie krzemu (którego koszt stanowi ok. połowy kosztu wytworzenia paneli mono- i polikrystalicznych), niski koszt podłoża na który są nanoszone oraz stosunkowo niska temperatura procesu technologicznego, czyli oszczędność energii. Znacznie lepiej niż panele mono- i polikrystaliczne znoszą wysokie temperatury pracy przy mocnym nasłonecznieniu.

Niestety, panel amorficzny ma również istotne wady. Pierwszą z nich jest występowanie tzw. efektu degradacyjnego Staeblera-Wrońskiego, czyli wzrost konduktywności (przewodnictwa) krzemu wraz z upływem czasu. Może on spowodować spadek efektywności ogniw nawet do 40% wartości początkowej. Efekt Staeblera-Wrońskiego jest odwracalny, wymaga jednak odpowiedniej regeneracji panelu poprzez jego „wygrzewanie”

w określonej temperaturze przez określony czas. Kolejne wady to m.in. szybsza utrata wydajności w porównaniu z panelami pierwszej generacji, niemożność użytkowania z niektórymi typami inwerterów oraz niższa wytrzymałość mechaniczna i żywotność ok. 10 lat. Realna sprawność (zdolność generowania prądu) paneli z krzemu amorficznego w praktyce nie przekracza 10%. Z tego też powodu uzyskanie określonej mocy instalacji wymaga zabudowania nimi znacznie większej powierzchni niż w przypadku paneli mono- i polikrystalicznych.

Zastosowanie paneli amorficznych w fotowoltaice

Panele fotowoltaiczne amorficzne są lekkie, elastyczne oraz dostępne w różnych wersjach kolorystycznych – najczęściej czarnej matowej, ale też brązowej i bordowej. Zainteresują osoby przykładające dużą wagę do estetyki instalacji zamontowanej na dachu lub ścianach budynku.

Ogniwa amorficzne częściej niż w standardowych instalacjach wykorzystuje się w wielkopowierzchniowych farmach fotowoltaicznych, gdzie brak miejsca nie stanowi problemu oraz systemach fotowoltaicznych zintegrowanych z budownictwem (tzw. BIPV - Building Integrated Photovoltaics). Mogą być elementem specjalnie zaprojektowanych fasad, żaluzji, markiz, czy okiennic - pełniących jednocześnie funkcję dekoracyjną oraz pozyskujących promieniowanie świetlne i pozwalających na produkcję prądu. Wartością dodaną takiego rozwiązania jest zwiększenie wyciszenia, izolacji oraz termoregulacji budynku – spowolnienie nagrzewania latem i wychładzania zimą. Tym bardziej, że dzięki swojej lekkości panele amorficzne nie wymagają dodatkowych, wzmocnionych konstrukcji montażowych.

Panele amorficzne – podsumowanie

Panele fotowoltaiczne amorficzne to najtańsze z obecnie dostępnych typów paneli. Cechuje je niska sprawność, nie przekraczająca 10% oraz niższa trwałość niż w przypadku ogniw mono- i polikrystalicznych. Wymagają też większej powierzchni czynnej dla uzyskania określonej mocy instalacji. Ich zaletami są natomiast lekkość, elastyczność i wysoka estetyka. Są mało wrażliwe na wysokie temperatury, które w znikomym stopniu zmniejszają wydajność zasilanej przez nie instalacji. Ogniwa amorficzne lepiej niż mono- i polikrystaliczne pracują też w warunkach zacinienia. Nie nadają się do zasilania

urządzeń o wysokim poborze energii, jednak mogą pełnić funkcję wspomagającą klasyczne źródła zasilania.