



Ára: 400,- Ft

Technika

tudományos, műszaki fejlesztési és kereskedelmi folyóirat

Háromdimenziós precizitás



Az utánozhatatlan Tempo-vetés

Vaderstad Kft.
2475 Kápolnásnyék,
Összekötő út 1.
+36 22/709-000
infohu@vaderstad.com
www.vaderstad.com/hu

Ádám Tamás +36 20/242-02-15
Lempel László +36 20/965-47-42
Kovács Gábor +36 20/523-32-42
Fábián Péter +36 20/472-89-20
Máté Csaba +36 20/455-42-96
Tolnai Péter +36 20/237-07-70



Ahol a gazdálkodás kezdődik



AMAZONE



Kitüntetések a gazdakongresszuson

Gzadkongresszust szervezett a Magyar Gazdakörök és Gazdaszövetkezetek Szövetsége és a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara március 5-én, Budapesten. Az eseményen adták át a 2020-ban és 2021-ben megítélt, a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara által alapított Darányi Ignác-, illetve Károlyi Sándor-díjakat, amire eddig a járvány miatt nem került sor.

A Darányi Ignác-díjat három évente egy személynek, a Károlyi Sándor-díjat évente három személynek ítéli oda az agrárium, a mezőgazdaság, az élelmiszeripar vagy a vidékfejlesztés területén végzett kimagasló tevékenységért.

Károlyi Sándor-díjban részesült **dr. Birkás Márta**, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem egyetemi tanára. Tudományos munkássága középpontjában a talajminőség javítása, valamint a talaj káros hatásokkal szembeni védelme áll. Módszereit napjainkra több millió hektáron vezették be hazánkban, eredményeit nemzetközi szinten elismerik.

Károlyi Sándor-díjat vehetett át **dr. Nagy István** agrárminiszter, aki a magyar gazdákat, a magyar vidéket, valamint az élelmiszeripar szereplőit a gazdatársadalommal és az azt képviselő szervezetekkel folyamatosan együttműködve, elhivatottan szolgálja, fáradhatatlanul segíti, támogatja. Tevékenységét 2014-2018



között a Földművelésügyi Minisztérium parlamenti államtitkáráként, illetve 2018-tól agrárminiszterként végzi. Dr. Nagy István a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemért Alapítvány Kuratóriumának tagja.

Károlyi Sándor-díjban részesült továbbá **dr. Balogh Zoltán**, a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara Komárom-Esztergom megyei szervezetének elnöke, **dr. Jávor András** egyetemi tanár, a Debreceni Egyetem professzora, rektori főtanácsadója, **Keresztes János**, a Zala Völgye

Gzadakör elnöke és **dr. Mikó Zoltán**, a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara Választottbíróságának elnöke.

Posztumusz Darányi Ignác-díjat kapott **Kispál Ferenc**, aki a Magosz alelnöke és a NAK Csongrád megyei elnöke volt. Hosszú és eredményes pályafutását mindvégig a magyar gazdák szolgálata jellemezte. A Magosz alelnökeként és Csongrád megyei elnökeként határozottan kiállt a gazdatársak érdekeiért.

MT

TARTALOM (kivonat)

Napkollektorok teljesítményének fokozása szelektív bevonatokkal (Víg Piroska – Ajeena M. Ahmed – Farkas István)	2
Faapríték-készítés és nyersedékzúzás felsőfokon (Dr. Hajdú József)	12
A megújuló energiaforrások kiegyenlítése (Dr. Tóth László – Dr. Schrempf Norbert)	16
A gyepgazdálkodás speciális gépei (Dr. Hajdú József)	21
A mezőgazdaság teljesítménye (1. rész) (Erdeiné Dr. Késmárki-Gally Szilvia – Lehoczki Zsuzsanna)	38

INHALTSVERZEICHNIS (Auszug)

Verbesserung der Leistung von Solarkollektoren durch selective Beschichtungen (P. Víg – A. M. Ajeena – I. Farkas)	2
Hacken und Zerkleinern von Holz auf höchstem Niveau (J. Hajdú)	12
Bilanzierung erneuerbarer Energiequellen (L. Tóth – N. Schrempf)	16
Spezialmaschinen für die Rasenpflege (J. Hajdú)	21
Leistung des Ungarische Landwirtschaft (Teil 1) (Sz. Erdeiné Dr. Késmárki-Gally – Zs. Lehoczki)	38

CONTENTS (outline)

Performance enhancement of solar collectors with selective coatings (P. Víg – A. M. Ajeena – I. Farkas)	2
Making wood chips and shredding branches at the highest level (J. Hajdú)	12
Balancing renewable energy sources (L. Tóth – N. Schrempf)	16
Special machinery for grassland farming (J. Hajdú)	21
Performance of the agricultural sector (part 1) (Sz. Erdeiné Dr. Késmárki-Gally – Zs. Lehoczki)	38

MEZŐGAZDASÁGI TECHNIKA

LANDTECHNIK

AGRICULTURAL ENGINEERING

Tudományos, műszaki-fejlesztési és kereskedelmi folyóirat

Főszerkesztő:

Dr. Tóth László

Főszerkesztő-helyettes:

Pálinkás Gábor

Szerkesztőbizottság:

Dr. Szendrői Péter elnök

Dr. Beke János

Dr. Birkás Márta

Dr. Fenyvesi László

Dr. Hajdú József

Harsányi Zsolt

Dr. Kátai László

Dr. Keszthelyi-Szabó Gábor

Dr. Neményi Miklós

Pálinkás Gábor

Dr. Szabó István

Szabó Levente

Dr. Tóth László

Korrekter:

Richteriné Rubes Zsuzsanna

Szerkesztőség:

2100 Gödöllő, Tessedik S.u.4.

Tel.: (70) 379-4632; (70) 318-9568

E-mail: mgitech@hu.inter.net

Web: www.mgitech.hu

Kiadó:

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Dr. Gyuricza Csaba rektor

2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.

Szerkesztőség:

MATE Műszaki Intézet

Dr. Szabó István intézetigazgató

Előfizetésben terjeszti a

Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága

1008 Budapest, Orczy tér 1.

Előfizethető

a www.mgitech.hu weboldalon az

„Előfizetés” menüpontban

E-mailen: hirlapelofigetes@posta.hu

További információ: (1) 767-8262

Előfizetési díj 1 évre: 4800 Ft

Nyomdai munkák:

Szent István Egyetemi Kiadó és Üzemeltető

Nonprofit Kft. közreműködésével

Multiszolg Bt. – Vác

Nyomdavezető: Kajtor István

Index: 25 569

HU ISSN 0026 1890

A Mezőgazdasági Technika a MEGOSZ írott média-partnere.

Napkollektorok teljesítményének fokozása szelektív bevonatokkal

Víg Piroska – Ajeena M. Ahmed – Farkas István

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

A napkollektorok olyan aktív napenergia-hasznosító eszközök, amelyek a Nap hő-energiáját hasznosítják. A segítségükkel nyert hő fűtésre, víz vagy levegő melegítéséhez, helyiségfűtéshez, valamint egyéb ipari és mezőgazdasági célokra használható, pl. szárítás. Széleskörű felhasználása az alacsony és közepes hőmérsékletigényű alkalmazásoknál az optimális. A hatékonyságot növelő fejlesztések folyamatosan zajlanak. Ez a tanulmány a szelektív bevonatokkal történő hatásfoknövelés lehetőségeiről ad áttekintést. A bemutatásra kerülő ismeretek a kollektorok mellett napelemek (PV) és a fotovillamos/termikus hibrid kollektorok (PV/T) szelektív bevonatokkal történő teljesítménynövelésénél is felhasználhatók. A cikk áttekinti a bevonattípusokat, főbb jellemzőiket, működésüket, és betekintést nyújt a bevonatok előállításához használt gyártási technológiákba. Részletezésre kerül néhány szelektív bevonattal megvalósult fejlesztés és ezek alkalmazása során a hatékonyság javulásában tapasztalt eredmények.

Bevezetés

A hagyományos energiaforrások, a fosszilis tüzelőanyagok használata károsítja a Föld légkörét, ami olyan súlyos problémákhoz vezet, mint a globális felmelegedés, a savas esők és a környezetszennyezés. Szerencsére az utóbbi időben a megújulóenergia-technológia nagy figyelmet élvez, az alkalmazások elterjedését mind háztartási, mind ipari méretekben támogatásokkal is segítik. A megújuló energia legfontosabb forrása a Nap. A napenergia a világ folyamatosan növekvő energiaszükséglete szempontjából elengedhetetlen megújuló energiaforrás. A napkollektor és a napelem a napenergiás rendszerek energiaátalakítói. A tanulmány elsősorban a napkollektorral foglalkozik, ami a napkollektoros rendszer legfontosabb eleme. Ennek minél nagyobb hatásfokkal történő működése igen fontos a rendszer hatékonysága szempontjából. Az 1. ábra egy síkkollektor fő részeit mutatja.

A napkollektorok teljesítményét befolyásoló elsődleges tényezők a napkollektor nem kellően hatékony optikai viselkedése és a hőveszteségek. A hőmérsékletviszonyoktól

független optikai veszteségek, az üvegorrítás visszaverése és elnyelése, és az abszorber lemez visszaverése. A hőveszteségek, melyek arányosak a kollektor és a környezet közötti hőmérséklet-különbséggel, az abszorber lemez sugárzási vesztesége, a kollektor házban lévő levegő áramlása miatt létrejövő konvektív hőveszteség és a kollektorház hőszigetelésén hővezetéssel történő hőveszteség.

A nemzetközi szabványok szerint elfogadott összefüggés a kollektor hatásfokának meghatározására a következő:

$$\eta = \eta_0 - a_1 \frac{\Delta T}{G} - a_2 \frac{\Delta T^2}{G}$$

ahol:

η – a kollektor hatásfoka, [-]

η_0 – a kollektor optikai hatásfoka, [-]

a_1 – az elsőfokú hőveszteségi együttható, [W/(m²K)]

a_2 – a másodfokú hőveszteségi együttható, [W/(m²K²)]

ΔT – hőmérséklet különbség $\Delta T = (t_{\text{kol}} - t_{\text{lev}})$, [K]

t_{kol} – kollektor közepes hőmérséklete

$t_{\text{kol}} = (t_{\text{ki}} + t_{\text{be}})/2$, [K]

t_{ki} – a kollektorból kilépő közeg hőmérséklete, [K]

t_{be} – a kollektorba belépő közeg hőmérséklete, [K]

t_{lev} – a környezeti levegő hőmérséklete, [K]

G – a kollektor felületére érkező globális nap-sugárzás, [W/m²].

A hatékonyság újszerű növelési lehetőségei a szilárdtestfizika, az anyagszerkezettan és a nanotechnológia legújabb eredményeit is hasznosító bevonatok, illetve munkaközegként a speciális hőtárolós nanofolyadékok alkalmazása. A jelen munka a bevonatokra fókuszál.

Hatásfoknövelő bevonatok

A bevonatok alkalmazására két főbb helyen kínálkozik lehetőség. Egyik a kollektor felületén alkalmazható antireflexív, öntisztuló nanotechnológiás bevonatok, melyek két fő típusa a fotokatalitikus vékonyrétegek és a lótszefekketuson alapuló bevonatok.

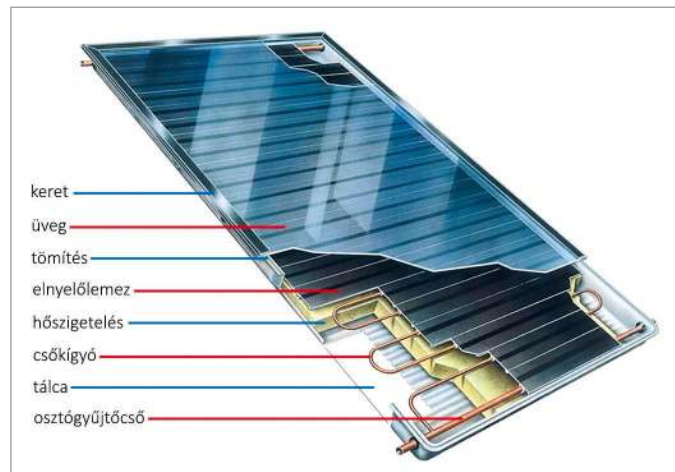
Másik az abszorberfelületen a hatékonyabb termikus hasznosítást megvalósító szelektív bevonatok. Tanulmányunkban ezen legutóbbival foglalkozunk részletesebben.

Szelektív szolár bevonatok

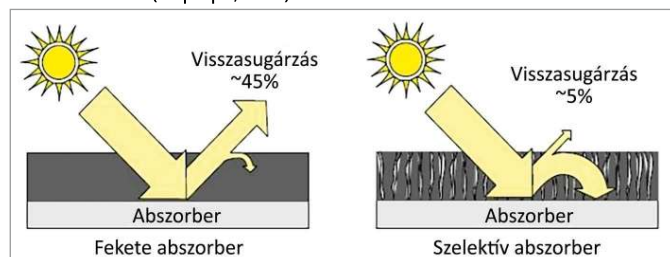
A hatékonyság növelése érdekében alkalmazható bevonatok csökkenthetik a hőveszteséget, és javíthatják a termikus és optikai teljesítményt. A kollektor akkor működik hatékonyan, ha az üvegezéson keresztül a maximális rászó sugárzást elnyeli, és a lehető legkevesebb hőt veszíti felfelé a lefedésen és lefelé a ház hátulján keresztül. A kollektor abszorberlemeze felmelegedés révén veszi át a hőt, amely aztán átadódik a szállítófolyadéknak. A kollektor abszorberének olyan bevonattal kell rendelkeznie, amely nagy abszorpciós képességgel rendelkezik a rövid hullámhosszú sugárzashoz, és kis emissziós képességgel a sugárzás hosszabb hullámhosszaihoz, hogy maximalizálja az összegyűjtött energia mennyiségét és minimalizálja a hőveszteséget.

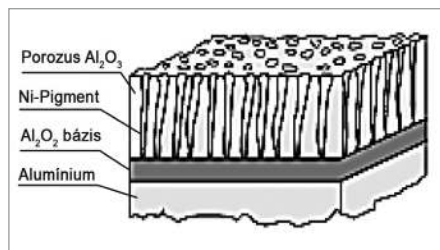
A kollektor felületének elnyelése a felület bevonásához használt anyag típusától és a beesési szögtől függ. A felületek megfelelő bevonásával magas rövidhullámú sugárzást

1. ábra Síkkollektor főbb szerkezeti elemei



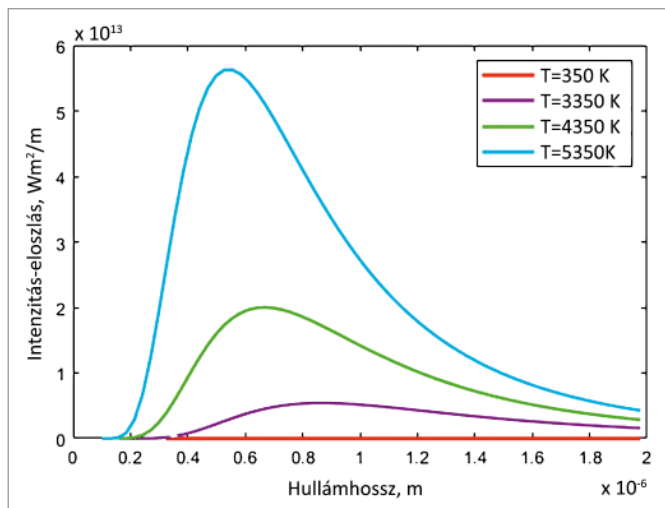
2. ábra Visszasugárzás fekete festékréteges és szelektív bevonatú abszorbereknél (Naplopó, 2022)





3. ábra
Példa szelektív
bevonat szerkezetére

4. ábra
Az emisszió
intenzitásának
hullámhossztól való
függése különböző
hőmérsékleteken



elnyelő és alacsony hosszuhullámú emissziós értékekkel rendelkező felületek alakíthatók ki. A 2. ábra egy szelektív bevonat nélküli, fekete festékréteggel rendelkező réz abszorber és egy szelektív bevonattal rendelkező réz abszorber elnyelési viszonyait mutatja.

A legtöbb szelektív bevonatos felület általában egy vékony, erősen abszorbens, porózus felső rétegből áll, amely viszonylag jól átereszt a napsugárzást, de nem engedi ki a felületről visszaverődő hosszuhullámú hősugárzást, és azt az alsó réteg felé visszavezeti. Egy szelektív bevonat rétegeire mutat példát a 3. ábra. A szelektív bevonatok jellemző vastagsága néhány μm .

A szelektív bevonatok elengedhetetlenek, ha a kollektor felületi hőmérséklete magasabb, mint a környezeti levegő hőmérséklete. Egy hatékony napkollektornak hatékonyan el kell nyelnie a beeső napsugárzást, hőenergiává kell alakítania, és a hőt a hőhordozó közegben kell tartania úgy, hogy közben a folyamat minden lépése alacsony veszteséggel valósuljon meg.

A napsugárzást elnyelő felület többféle tervezési koncepció és fizikai mechanizmus segítségével alakítható ki. Ipari méretekben a szelektív abszorbereket főként galvanizálással, eloxálással, párologtatással vagy porlasztással készítik. A szelektív bevonatok alkalmazásának célja, hogy több hatékonyságnövelő tulajdonságot érjenek el egyidejűleg, például jobb áteresztőképességet, tükröződésmenetséget, korrózió- vagy oxidációállóságot. A kollektorok hatékonyságát növelő szelektív bevonatok iránt nagy az igény.

Abszorberlemezként hagyományosan réz- vagy ma már ritkábban alumíniumlemezeket használnak. Az abszorberlemez anyagának hővezető képessége, tartóssága és ára azonban olyan tényezők, amelyeket az alkalmazás megválasztásánál figyelembe kell venni.

Szelektív szolár bevonatok működési elve

A nem szelektív bevonatok optikai tulajdonságai, így pl. az abszorpció, az emisszió és a sugárzás visszaverőképesség spektrálisan állandók. Nem szelektív bevonat a szokásos fekete festék, amelyet az abszorberek felületére felvívva a bevonat növeli az összes abszorpciót és emissziót. A szoláris szelektív bevonatok viszont eltérő abszorpciós és emissziós képességgel rendelkeznek a különböző spektrális tartományokban. Ezért az optikai tulajdonságok a spektrális jellemzőktől függenek.

A hőmérsékleti sugárzás általános törvényének megfogalmazása Max Planck nevéhez kapcsolódik, aki a klasszikus fizikától merőben eltérő, új hipotézist alkalmazott, miszerint a

sugárzás energiája nem vehet fel folytonos értékeket, hanem E energiaadagokból tevődik össze:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

ahol:

$h=6,67 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ a Planck állandó, c a fénysebesség, λ pedig a sugárzás hullámhossza.

Erre a hipotézisre alapozva került megfogalmazásra a Planck-féle sugárzási törvény, miszerint a hullámhossztól függő spektrális eloszlásfüggvény a következő alakú:

$$I'(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

ahol:

$k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ a Boltzmann állandó és T a Kelvin-skálán mért hőmérséklet.

A függvény alapján adódó intenzitás-eloszlásokat mutatja különböző hőmérsékleteken a 4. ábra. A Nap sugárzásának eloszlása leginkább a legmagasabb hőmérsékletű görbének felel meg, ahol az emissziós spektrum maximuma a látható fény tartományába esik ($\sim 550 \text{ nm}$). Az abszorber hőmérséklete kb. 350 K , így ezen hőmérséklethez tartozó sugárzásgörbének megfelelően sugároz. A görbéjének maximuma az infravörös tartományba esik ($\sim 840 \text{ nm}$). A maximumokhoz tartozó különböző hullámhosszak miatt egy szoláris szelektív bevonat lehetővé teszi a Napból érkező sugárzás átáramlását a bevonaton, miközben blokkolja a hosszabb hullámhosszú kisugárzást. (Az abszorber görbéjén a csúcs azért nem figyelhető meg, mert a maximum 6 nagyságrenddel kisebb, mint a Napé.)

A bevonatok előállítása

Számos technikát fejlesztettek ki vékonyrétegek, bevonatok előállításához. A rétegleválasztási eljárások két alapvető kategóriája a kémiai (CVD) és fizikai elvű (PVD) leválasztás. Ezek mellett a plazmaszórásos és a szol-gél bevonatok előállítását tekintjük át.

A kémiai elvű leválasztás lényege, hogy a gázfázisba juttatott anyag kémiai reakció eredményeképpen egy hordozó felületére válik ki, melyen rétegbevonatot képez. A folyamat során a felületen elnyelődött atomok reakcióba lépnek pl. pirolízis, oxidáció, redukció vagy hidrolízis során. Erre mutat példát az 5. ábra.

Fizikai elvű leválasztásnál pedig a kezdetben szilárd vagy folyékony halmazállapotban levő anyagot (forrásfelület atomjai) gőzfázisba juttatják, mely aztán egy kívánt hordozó felületén újra szilárd állapotba jut. A porlasztás megvalósítása vákuumpárologtatással (magas hőmérsékleten elgőzöléssel) vagy vákuumporlasztással (részcsekényalábbal bombázva) történhet. Ez utóbira mutat példát a 6. ábra. A részecskéket a forrásfelület (target) és a hordozó (szubsztrát) közötti elektromágneses mező gyorsítja. A vákuum itt 10^{-5} Pa -nál kisebb nyomást jelent.

Gyakran alkalmazott eljárás a plazmaszórásos bevonatok előállítása, melynek során a szórás eljárással elektromos ív gyújtja meg a plazmagázt a szórópisztolyban közel 15000°C -os ionizált plazmasugarat hozva létre. Ez viszi magával a réteget alkotó részecskéket (7. ábra).

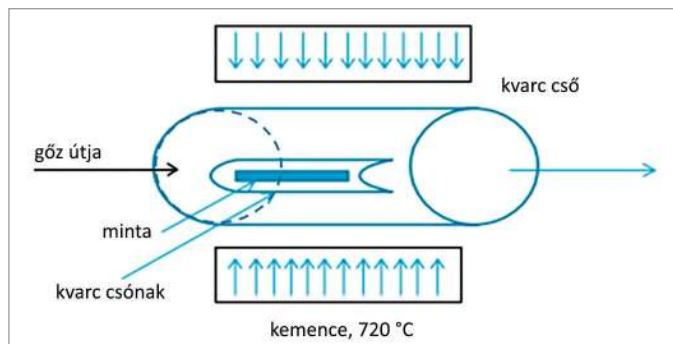
A szol-gél eljárás egy nedveskémiai folyamat, melynek során valamilyen fém- vagy fémaloxid prekursor anyag oldatából indulnak ki, melynek hidrolízisével és polikondenzációjával jön létre az ún. prekursor szol. Ennek gélesedésével alakul ki a kívánt anyag végső szerkezete, bevonat esetén a bemeztett hordozón (8. ábra). Az eljárás előnye az egyéb eljárásokkal szemben, hogy egyszerűbb, olcsóbb, jó homogenitást biztosít, és a bevonat tulajdonságai a kísérleti paraméterek módosításával befolyásolhatók, ezáltal széles határok között, tervezetten változtatható a kialakítandó anyagok szerkezete és tulajdonságai, Albert (2015).

A bevonatok típusai, jellemzőik

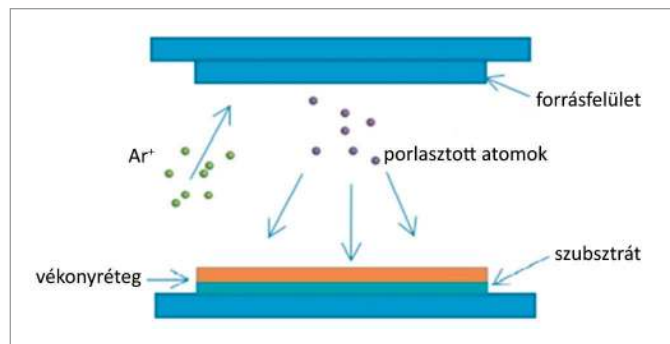
A szoláris szelektív bevonatok hat fő csoportba sorolhatók, ezeket sematikusan a 9. ábra mutatja be.

a) Intrinsic abszorber

A belső abszorberbevonatok optikailag kevésbé hatékonyak, de szerkezetileg stabilabb anyagok főként átmeneti fémekben és olyan félvezetőkben találhatók, mint az Al_2O_3 , Fe_3O_4 , fém MoO_3 -dal szennyezett Mo és W, Si-, B- adalékokat tartalmazó CaF_2 . Azok az atomi pályák, amelyekhez az átmenetifém-ionok tartoznak – üres pályáikkal – lehetővé teszik az elektronok könnyebb befogását vegyértékpályáikra.



5. ábra Egy kémiai rétegleválasztás sematikus ábrája



6. ábra Példa fizikai rétegleválasztásra

Bár képes elnyelni a látható fény fotonjait, szoláris felületeken ideális abszorberként módosítás nélkül nem alkalmazható, jól használható azonban többrétegű és kompozit felületek részeként magas hőmérsékletű alkalmazásoknál.

b) Félvezető-fém tandem abszorber

Félvezető-fém tandemek sávszélessége 0,5-1,26 eV, ami miatt rövid hullámhosszú fényt tudnak elnyelni, és a legtöbb ilyen tandem alacsony emissziót mutat a fémréteg miatt. A leggyakrabban használt félvezetők a szilícium, a germánium és az ólom-szulfid. Ezen abszorber problémája, hogy a félvezetőknek nincs hőstabilitásuk magas hőmérsékleten, és hogy nagy a törésmutatójuk, ami jelentős visszaverődést eredményez a határokon. Ezen utóbbi miatt robusztus tükröződésgátló (antireflexív) réteget is kell alkalmazni az ilyen abszorbernél.

c) Többrétegű abszorber

A belső és félvezető abszorber nem hatékonyak magas hőmérsékletű alkalmazásoknál. A többrétegű struktúrák potenciális előnyeik miatt viszont jók, és megbízhatóan használhatók az ilyen alkalmazásokhoz. Többrétegűek azok a hibrid szerkezetek, amelyekben a fémes rétegek dielektrikumokkal váltakoznak. A szigetelők általában jó abszorpcióval rendelkeznek a látható hullámhossz-tartományban, míg a fémrészecskék az infravörös sugárzást is visszaverik. Általában a többrétegű szerkezetek abszorpciós együtthatója nagy, 0,95 körüli, az emissziós együtthatója pedig kicsi, 0,05 körüli még magas hőmérsékleten is, így alkalmazásuk optimális napkollektoroknál.

d) Cermet abszorber

Fontos bevonat a fémek és kerámiák előnyös tulajdonságait ötvöző cermet, ami fémré-

szecskéket kerámia szerkezetekkel kombináló kompozit anyag. Erre mutat példát a 10. ábra. A cermetet nagy hő-, korrózió- és kopásállósága miatt széles körben használják szelektív bevonatoknál.

A cermet-bevonatban lévő fémrészecskék alapvető szerepet játszanak a cermet szilárdságának és optikai tulajdonságainak biztosításában. A határvonalak szétszórják a fémrészecskék sugárzását a fémrészecskék és a szigetelők között. A fémrészecskékből álló cermet olyan tulajdonságokkal rendelkezik, mint egy szigetelőanyag, használható a napsugárzás elnyelésére. A cermet-bevonatok általában jól teljesítenek magas hőmérsékleti körülmények között is.

e) Texturált felületű bevonatok

A texturált felületek sugárzás elnyelésre kiválóan használhatók, többszörös visszaverődéssel valósul meg az elnyelés a tüzserű, dendrites vagy porózus mikroszerkezetek között. A texturált felületek érdekesek, elnyelik a napenergiát, az infravörös tartományban viszont erősen reflektív tükröként működnek. A kibocsátásuk a bevonatok mikroszerkezetének módosításával szabályozható. Ezen texturált bevonatok a mikro- és nanotechnológiai technikák fejlődésével folyamatosan fejlődnek.

f) Szelektív napsugárzást áteresztő bevonat feketetestszerű abszorber

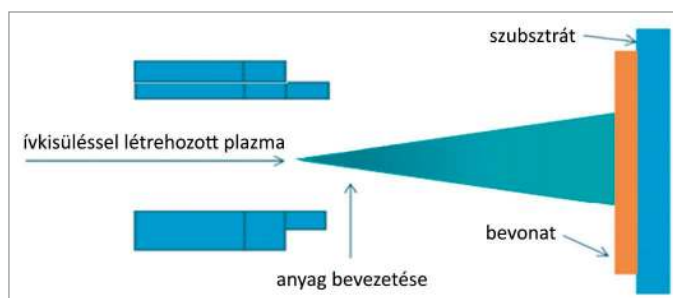
A fekete testen lévő abszorberbevonatokat általában alacsony hőmérsékletű alkalmazásokhoz készítik. A bevonat erősen szennyezett félvezetővel (pl. $\text{SnO}_2\text{:F}$, $\text{SnO}_2\text{:Sb}$, $\text{In}_2\text{SO}_3\text{:Sn}$, ZnO:Al) rendelkezik. Sok alacsony hőmérsékletű alkalmazásnál, mint például az ilyen bevonatos síkkollektorok esetén is, gyakran fekete zomán-

Bevonatok alkalmazása kollektoroknál, hatékonyságuk

A szelektív bevonatok hatékonyan alkalmazhatók mindenféle típusú napkollektoroknál, napelemeknél és PV/T hibrid kollektorok esetén is. Lényegében mindegyik esetben az infravörös kisugárzás szabályozása mellett a Napból érkező sugárzás rövidebb hullámhosszú tartományának minél hatékonyabb elnyelése a cél. A napkollektorok esetében ezt hőenergia nyerésre, míg napelemek esetén egyenáram előállítására használja az átalakító.

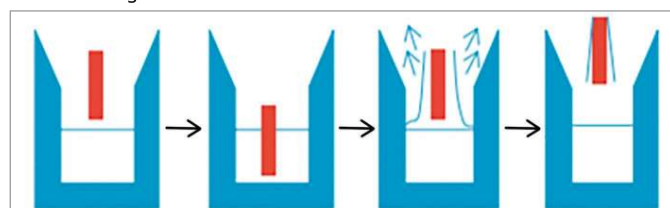
A kollektorok segítségével nyert hő a használatimelegvíz-előállítás és fűtéstámasztás mellett hatékonyan alkalmazható medencék, növényházak fűtésére, aszalásnál, szárítási folyamatoknál stb.. Az elmúlt évtizedekben sok tanulmány foglalkozott a kollektorok hatékonyságának bevonatokkal történő növelésével. A használatban lévő kollektorok kb. 90%-a szelektív bevonatos abszorberű, napjainkban az ipari módon készülő kollektorok mindegyike ilyen, Tóth (2016). Kollektorok házilag is viszonylag könnyen készíthetők, a nagyobb hatásfok elérése érdekében azonban érdemes jól megválasztani az alapanyagokat és a kialakítást. Ehhez mutatunk be néhány, a szelektív bevonatok tanulmányozása során nyert eredményt, ami jól használható saját kivitelezésű kollektor abszorberének készítésénél.

Alami és Aokal (2018) matematikai modellel és kísérleti vizsgálatokkal tanulmányozták a polimer-szén nanocsőbevonat hatékonyságát síkkollektoros vízmelegítő rendszerénél. Azt tapasztalták, hogy az abszorbernél átlátszó bevonatként alkalmazott rétegben a polimerhez hozzáadott szén nanocső az optikai tulajdonságok javítása mellett elősegítette a polimer hatékonyabb hővezetését is.



7. ábra Plazmaszórásos bevonat készítése

8. ábra Szol-gél bevonat kialakítása



Cindrella (2007) három különböző síkkollektor hőteljesítményét vizsgálta három különböző bevonattal (fekete festett bevonat, fekete króm bevonat és szénbevonat). Az energiaelnyelések összehasonlítása során megállapította, hogy a szénnel bevont abszorber termikus hatásfoka 13%-kal, a fekete krómozott abszorberé pedig 11,3%-kal volt magasabb az ASHRAE szabvány szerint tesztelve a fekete festett bevonathoz viszonyítva.

Kim és társai (2016) az abszorbernél a nikkelfekete nikkelfekete bevonatokat vizsgálták. Megállapították, hogy a fényes nikkelfekete nikkelfekete bevonat hőteljesítményben felülmúlja a réz-oxid és a nitrogénnel adalékolt titán-oxid bevonatot. A hátoldali hővesztéseget nikkelfekete bevonattal csökkentették, így ez a megoldás a teljes hőteljesítmény jelentős javulását eredményezte.

Lizama és társai (2019) síkkollektor grafénbevonatú abszorberének hőelnyelő képességét vizsgálták. A réz-oxid burkolatot először ammóniával kezelték, majd három grafén bevonatréteggel látták el. A kialakított vékonyréteg a mérések szerint 69,4%-kal növelte a hőelnyelést.

Mastai és társai (2002) az abszorber felületére felvitt fekete festékbe adagolt különböző mennyiségű CuO nanorészecskék hatását tanulmányozták síkkollektornál. Eredményeik szerint a kollektor termikus hatásfoka 4 térfogatszázalék réz-oxidot tartalmazó fekete festék alkalmazása esetén 4%-kal javult.

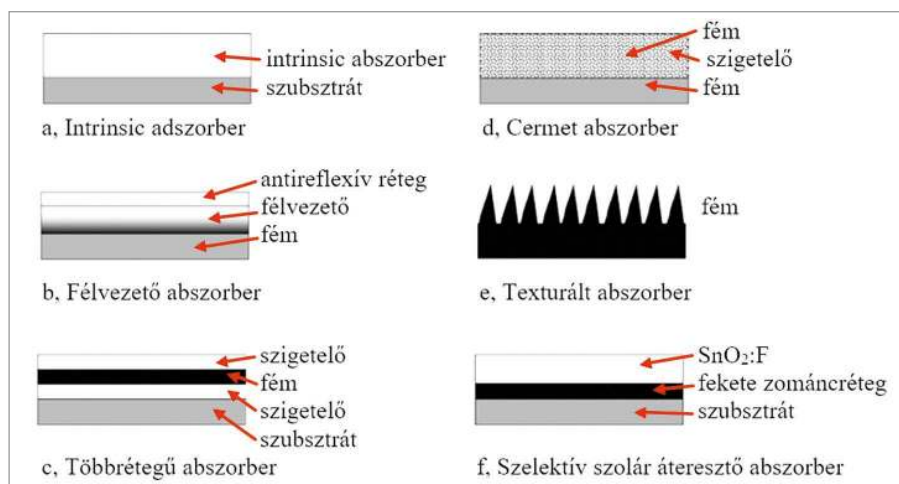
Roro és társai (2012) C/NiO nanokompozit bevonatát készítették el szol-gél módszerrel alumínium szubsztrátum leválasztással. Beszámoltak arról, hogy a bevonatuk alkalmazása során 100 °C hőmérsékleten az abszorber abszorpciója 85%, az emisszió pedig 5% értékű volt.

Sakhaei és Valipour (2020) új alternatívát dolgozott ki a napkollektorok abszorberének szilícium-szén nanoanyag kompozit bevonattal történő ellátására. Bevonatuk alkalmazásával az abszorber elnyelőképessége jelentősen javult.

Összegzés, következtetések

A tanulmányunk a napkollektoros rendszerek kollektorának hatékonysága javítására összpontosított. Megállapíthatjuk, hogy a kollektor abszorberlemezének különböző szelektív bevonattal történő ellátása fontos kutatási terület. Hatékony fejlesztésekkel találkozunk magának a bevonatnak az anyagára, szerkezetére vonatkozóan, illetve a felvitelének módja kapcsán. Az áttekintett tanulmányok alapján az alábbi következtetések fogalmazhatók meg:

- Az abszorberlemez anyagának hővezető képessége számottevően befolyásolja a kollektorok hatásfokát. Abszorberként acél helyett alumíniumot használva 7%-kal nőtt a vizsgált kollektor hatásfoka, és további 3% javulás volt tapasztalható, ha alumínium helyett rezet használtak alapelemként.
- A szelektív bevonatok növelik a rövid hullámhosszú abszorpciót és csökkentik a hosszú hullámhosszú emissziót, így növelik a kollektorok optikai és termikus hatásfokát.



9. ábra Szelektív abszorberek metszetei

– Az abszorber anyagának megválasztása mellett a bevonat vastagsága és a bevonat típusa is lényegesen befolyásolja a szoláris teljesítményt.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Stipendium Hungaricum Program és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Tudományi Doktori Iskola támogatásával valósult meg.

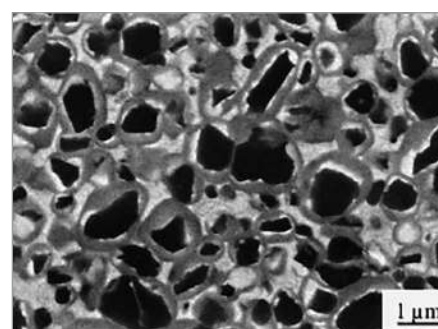
Summary

Flat plate solar collectors are devices used to capture solar thermal energy and use it for heating applications such as water heating, space heating, and other industrial and agricultural uses. FPSC is widely known used in low- and medium-temperature applications, and they are constantly evolving in terms of increased efficiency. This study presents an overview of solar selective absorber coatings used to improve the performance of flat plate solar collectors, presents solar selective absorber coatings such as intrinsic, semiconductor metal tandem, multilayer interference stacks, textured surface, cermet, and selective solar transmitting for use on absorber plate in solar thermal collectors. A brief insight into common types of manufacturing techniques used for coatings has also presented. This review additionally highlights some of the previous studies based on the solar selective absorber coatings and their importance for improving the efficiency of this collector.

Lektorálta: Dr. Tóth László prof. emeritus

Felhasznált irodalom

- [1] Alami, A.H., Aokal, K. (2018), Enhancement of spectral absorption of solar thermal collectors by bulk graphene addition via high-pressure graphite blasting, *Energy Conversion and Management*, 156, pp. 757-764.
- [2] Albert E. (2015), Mezopórusos szol-gél bevonatok: előállítás, jellemzés, alkalmazás, PhD értekezés, BME, Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék
- [3] Cindrella, L. (2007), The real utility ranges of the solar selective coatings, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 91, pp. 1898-1901.



10. ábra SEM-mikroszkópos felvétel Ti(C,N)-TiN-Co-WC cermetről

- [4] Kim, S., Kissick, J., Spence, S., Boyle, C. (2016), Design, analysis and performance of a polymer-carbon nanotubes based economic solar collector, *Solar Energy*, 134, pp. 251-263.
- [5] Lizama-Tzec, F.I., Herrera-Zamora, D.M., Arés-Muzio, O., Gómez-Espinoza, V.H., Santos-González, I., Cetina-Dorantes, M., Vega-Poot, A.G., García-Valladares, O., Oskam, G. (2019), Electrodeposition of selective coatings based on black nickel for flat-plate solar water heaters, *Solar Energy*, 194, pp. 302-310.
- [6] Mastai, Y., Polarz, S., Antonietti, M. (2002), Silica-carbon nanocomposites – A new concept for the design of solar absorbers, *Advanced Functional Materials*, 12, pp. 197-202.
- [7] Naplopó tudástár (2022): www.naplopo.hu/tudastar/szakcikkeink-hasznos-irasaink/29-a-napkollektorokkal-hasznosithato-napenergia-mennyisege
- [8] Roro, K.T., Tile, N., Forbes, A. (2012), Preparation and characterization of carbon/nickel oxide nanocomposite coatings for solar absorber applications, *Applied Surface Science*, 258, pp. 7174-7180.
- [9] Sakhaei, S.A., Valipour, M.S. (2020), Investigation on the effect of different coated absorber plates on the thermal efficiency of the flat-plate solar collector, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 140, pp. 1597-1610.
- [10] Tóth L. (2016), Hagyományos és megújuló energiarendszerek, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, <https://agrarium7.hu/cikkek/684-korszeru-napkollektorok>