

može biti *signifikantno otklonjene*. Oba se učinka zajedno brinu da OLED bolje svijetli. Film također poboljšava boju. Bez filma boja svjetlosti pri treptaju oka daje lagano drukčiji ton boje. Taj optički učin posljedica je građe OLED-a. S filmom je svjetleća površina homogena i pri treptaju oka. Polikarbonatni sloj omogućuje dobivanje više svjetlosti iz sloja te je pri jednakom širenju svjetlosti dovoljan niži napon, čime se štedi struja, dakle poboljšava energijska učinkovitost. To produljuje životni vijek organskih molekula, a time i svjetlosne diode. Stabilnost tvari emitera jako ovisi o intenzivnosti napona struje tijekom rada. Istodobno otporni polikarbonatni film omogućuje izvanrednu zaštitu za površinske izvore svjetlosti.

Istraživači u *Bayeru* već rade na sljedećoj generaciji filma za OLED-e. Nastoje načiniti još tanji film pa su u laboratoriju uspjeli dobiti debljinu od samo 100 μm , dakle trećinu sadašnje. I zahvaljujući posebnom dodatku prašina se više ne hvata na površinu. Dakle, budućnost rasvjete već je počela u tvrtki *Bayer*, a njezin polikarbonat *Makrolon* zaslužan je da

je svjetlost organskih molekula učinkovitija i jeftinija. Stručnjaci tvrtki *Osrām* i *Bayer MaterialScience* i dalje zajedno rade na učinkovitosti procesa proizvodnje i dobivanju optimalnih materijala i time stvaraju budućnost tankih svjetlosnih ploča.

Potkraj 2009. na tržištu su se pojavile *Osrām*ove rasvjetne ploče *Orbeos*, koje proizvode oko 25 lm/W , što je usporedivo s današnjim halogenim lampama. OLED pripravljen u laboratoriju ima trostruku učinkovitost. Cilj je postići vrijednost od 100 lm/W . Najveća prednost OLED-a bio bi dug vijek trajanja, oko 5 000 sati, dakle oko pet puta više od obične žarulje. Ali i tada OLED svijetli s najmanje polovinom gustoće početne svjetlosti, dok žarulja jednostavno prestane svijetliti. Za sada je OLED *formula 1* među rasvjetom. Još slijedi poboljšanje proizvodnoga lanca te optimiranje materijala. Osim toga, kako LED i OLED rasvjeta treba niže napone, od 3 do 4 volta, bit će potrebno prilagoditi današnju naponsku mrežu od 220 volta za nove izvore svjetlosti.

Suncem oko Zemlje**

Novo pionirsko ostvarenje zrakoplovstva je na vidiku; solarna letjelica vitkih krila s rasponom kao kod *Airbusa A340* letjela je bez prestanka 26 sati (slika 3). Energiju dobiva od oko 12 000 tamnoljubičastih svjetlucavih solarnih ćelija koje opskrbljuju četiri propelera. Prvi noćni let sunčane letjelice *Solar Impulse* u srpnju 2010. u Švicarskoj može biti prekretnica za zrakoplovstvo. Naime, Bertrand Piccard, švicarski pionir zrakoplovstva, inicijator i predsjednik tvrtke *Solar Impulse*, zajedno sa suosnivačem tvrtke Andreom Borschbergom namjerava obletjeti svijet samo sa solarnim pogonom. Zato je inicirao projekt *Solar Impulse* i započeo s izvedbom ispitne letjelice.



SLIKA 3 – Solarna letjelica *Solar Impulse*

Istraživači tvrtke *Bayer MaterialScience* podupiru ovaj projekt razvijajući specijalne mješavine materijala za proizvodnju solarne letjelice. Za to su potrebni i novi materijali, među ostalim poliuretanske pjene u oblogama

kabine, motora i krila. Isto tako, prisutne su polimerne folije i polimeri kojim su obložena sjedala. U idućem modelu solarne letjelice još će se povisiti udio polimernih materijala kako bi se smanjila ukupna masa letjelice.

Taj novi prototip letjelice *HB-SIB* treba još dodatno optimirati. Za pogon je potrebna količina energije usporediva s energijom potrebnom za motorkotač. Ako bi sve išlo prema planu, letjelica bi bila spremna za let oko svijeta 2013. godine. Već ove godine planirana je gradnja solarnih ćelija. One se sastoje od sendvič-konstrukcije, koju čine epoksidne smole ojačane ugljičnim vlaknima između kojih je pjenasta jezgra ili sačasta struktura.

Istraživači tvrtke *Bayer MaterialScience*, kako bi učinili materijal još stabilnijim, ojačavaju epoksidnu smolu sačasto umreženim ugljikovim atomima, ugljikovim nanocjevčicama (e. *carbon nanotubes*, CNT), poznatima pod trgovačkim nazivom *Baytubes*. One znatno poboljšavaju mehanička svojstva materijala, što snižuje ukupnu masu letjelice. Nanotehnička rješenja odlučujuća su za uspjeh ovog projekta jer razvoj inovativnoga, lakog materijala omogućuje sniženje potrošnje energije.

Materijal ojačan nanocjevčicama nudi još jednu prednost: nije toplinski rastezljiv. Letjelica mora svladavati velike temperaturne razlike. Na visini od oko 12 000 metara temperatura je oko $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Noću solarna letjelica radi uštede energije leti na visini od oko 1 500 metara, a to znači da temperature mogu biti i do $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Takve temperaturne razlike mogu biti kobne pri kombinaciji materijala vrlo različitih vrijednosti toplinske rastezljivosti. To može dovesti do stvaranja napuklina i loma konstrukcije.

Daljnja prednost nanocjevčica pri izvedbi solarne letjelice je energijska učinkovitost. Njihovom primjenom poboljšana je kapacitet litijeve baterije jer ugljikove nanocjevčice provode struju bolje nego grafit, koji je uobičajen materijal u baterijama. Uspjeh na ovom području omogućio bi i prodor na druga područja, npr. pri izvedbi električnih automobila. Osim toga, ugljikove nanocjevčice čine stabilnijima metalne spojne elemente i vijke. Aluminij ojačan nanocjevčicama već je uspješno ispitan na brdskim biciklima.

**www.research.bayer.de/sonnenflieger

Bayerovi istraživači materijala rade i na ploči pilotske kabine. Ona se sastoji od dva visoko prozirna sloja polikarbonatnog filma (*Makrofol*) između kojih je zračni jastuk. Kako se na hladnoći ondje brzo skuplja vlaga i otežava vidljivost, graditelji letjelice potražili su alternativu, a to bi mogla biti kompaktna ploča od polikarbonata, *Makrolona*, koja ima neznatno veću masu.

Radi se i na pronalaženju pogodnog oslojavanja kako bi se poboljšala svojstva tekstila, a to se odnosi i na odjeću za pilote. Isto tako, još treba poboljšati konstrukciju pilotova sjedala; za sada je to tvrd okvir koji se ne može prilagođavati, što je za pilote, koji bi u njemu trebali provoditi dosta vremena, pravi izazov.

Predviđeni put oko svijeta trebao bi trajati 25 dana i noći uz putnu brzinu od oko 70 km/h. Za sada se još traži partner za razvoj laganoga, ali udobnijeg sjedala. Istraživači tvrtke *Bayer MaterialScience* intenzivno rade na pogodnim mekanim pjenušama ili folijama za napuhivanje, koje bi odvodile vlagu.

Uspje li put oko svijeta solarnom letjelicom, to neće biti velik uspjeh samo za tvrtku *Solar Impulse* već i događaj koji ohrabruje za budućnost s obnovljivom energijom.

Ljepljive trake budućnosti***

Tesa je najpoznatija marka ljepljivih traka u Njemačkoj. Samoljepljivi proizvodi za kućanstvo, a među njima ljepljiva traka, čine samo trećinu proizvodnje. Tvrtka, naime, proizvodi još važnija ljepljiva za automobilsku industriju, gradnju automobila, elektroniku i tisak. Robert Gereke, predsjednik *Uprave*, objašnjava kako će ljepljive trake funkcionirati u budućnosti kao vodilice, nosači svjetlosti ili to može biti nešto od jednostavnih LCD ploča do flastera koji sadržavaju lijekove.

Tvrtka *Tesa* ima diljem svijeta oko 3 800 zaposlenih, od toga 1 700 u Njemačkoj. Oko 5 % dobiti investira se u istraživanje i razvoj novih proizvoda na kojem uglavnom rade kemičari, ali i strojarški inženjeri koji upravo u tome vide svoju budućnost. Kriza iz 2009. ostavila je trag jer je dobit u tom periodu pala za 13 %.

Ubrzo će ova tvrtka iz Hamburga proizvoditi ljepljive trake koje neće imati samo funkciju lijepljenja. To će uspjeti zahvaljujući novom postupku ekstrudiranja akrilata (ACX postupak), kojim je moguće načiniti ljepljive trake bez otapala. S pomoću toga postupka moguće je pripremiti ljepljivo od različitih polimera. Tim polimernim mješavinama mogu se postići u osnovi različita svojstva, pa čak načiniti i ljepljiva traka kojoj se može isključiti sila lijepljenja.

Trik pri tom postupku je izdvajanje otapala odmah nakon polimerizacije, dakle prije miješanja akrilata s komponentama važnim za svojstva lijepljenja i oslojavanje nosača. Do sada su se sve faze odvijale uz dodatak otapala koje se uklanjalo sušenjem tek u zadnjoj fazi. Nedostatak, umješavanje dodataka jedva da je bilo moguće zbog toga što se nisu ravnomjerno raspodijelili u smjesi koja je sadržavala otapalo. Osim toga, trošilo se jako puno otapala, a dodatni je trošak stvaralo potrebno pročišćavanje otpadnih voda i zraka.

Pri ACX postupku otapalo se rabi samo pri polimerizaciji. Nakon sušenja mogu se umiješati ostale komponente. Moguće je npr. dodati i čvrste tvari kako bi se postigla željena svojstva. Akrilatne ljepljive trake bez otapala mogu biti znatno deblje. Time se povećava sila lijepljenja čak i na lošijim, znači grubim ili masnim površinama.

Patentirani postupak omogućuje ekstra debele trake za permanentno povezivanje vanjskih dijelova automobila, fasadnih elemenata na građevinama i solarnih ćelija u pustinji (slika 4).



SLIKA 4 –Solarne ćelije koje drže ekstra debele akrilatne ljepljive trake

No već danas tvrtka *Tesa* štedi godišnje oko 3 400 t otapala i k tome 2 000 t CO₂ i 9 000 m³ procesne vode, što ima velik ekonomski učinak.

Očuvanje klime i neobnovljivih izvora sirovina nisu jedine prednosti novog postupka. Velik motiv su novi proizvodi. Osim tvrtke *Tesa* postoji velik broj proizvođača jeftinijih ljepljivih traka, pa perspektivu vide upravo u novim proizvodima. ACX omogućuje primjenu tanjih slojeva s većom adhezijskom snagom koja ostaje učinkovita na duga razdoblja čak i na kritičnim površinama. Nova tehnika omogućuje dobivanje traka veće trajnosti, otpornijih na djelovanje topline, kemikalija, UV zračenja i vibracija.

Iako su ljepljive trake s dodatnim svojstvima još velikim dijelom stvar budućnosti, neki se primjeri primjene već vide: takav je mobilni telefon čija se ploča montira s pomoću ljepljive trake. Jedna od specijalnih komponenti optimira istodobno i kvalitetu svjetlosti apsorbirajući rasipanu svjetlost koja inače izlazi na rubovima LCD-a smanjujući time kvalitetu slike.

*** Morgenstern, P.: *Die Klebebänder der Zukunft können mehr als nur kleben*, www.vdi-nachrichten.com/frehling