

ДРУГА И ТРЕЋА ГЕНЕРАЦИЈА ПРЕДЊИХ СТАКАЛА

THE SECOND AND THIRD GENERATION FRONT GLASSES

Весна Трифуновић-Драгишић, Ива Деспотовић, Бојан Милошевић
Висока грађевинско геодетска школа, Београд

АПСТРАКТ

Како конкуренција постаје све већа и већа, произвођачи ФН модула су приморани да се истакну тиме што ће побољшати погодности производа и перформансе везане за ефикасност. Док је у почетку сва пажња била усмерена на технологију ћелија, врло је вероватно да ће у будућности све компоненте модула постати подједнако важне. Антирефлексни (неодбојни) слој представља само почетак еволуције. Текстурирано стакло значајно повећава производњу енергије- све до 7%-, а специфичне карактеристике производа их чине погодним за примену код аеродромских зграда.

Кључне речи: ФН модул, перформансе, ефикасност...

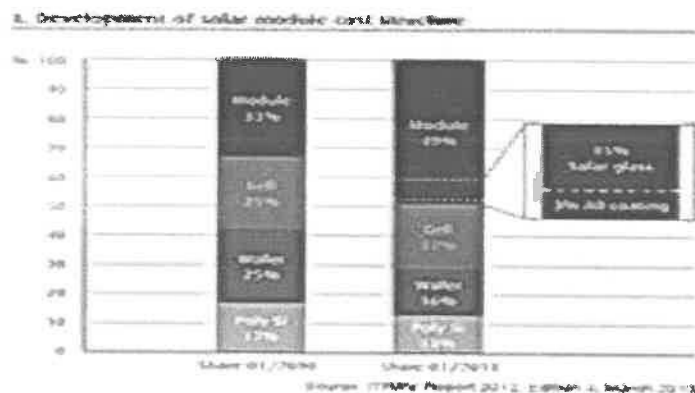
ABSTRACT

Competition is becoming more and more intensive. PV module manufacturers are forced to differentiate themselves by creating better product benefits and performance in terms of efficiency. While, in the beginning, the attention was focused on cell technology, it is very plausible that all model components will become equally important in the future. Anti-reflective coating (ARC) presents only the beginning of this evolution. Deeply textured front glasses significantly increase output- up to 7%- and their specific product characteristics make them suitable for airport buildings applications.

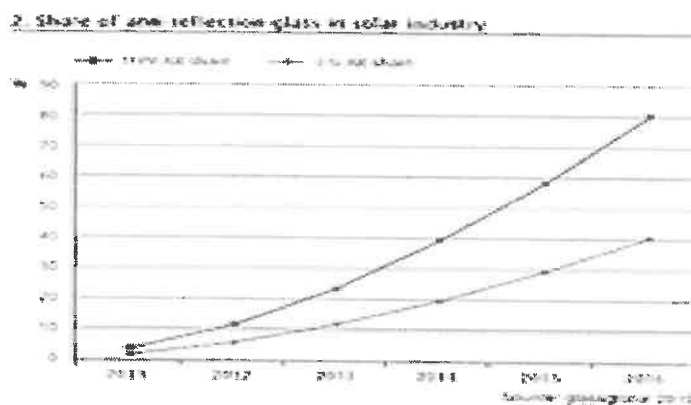
Keywords: PV module, performance, efficiency...

УВОД

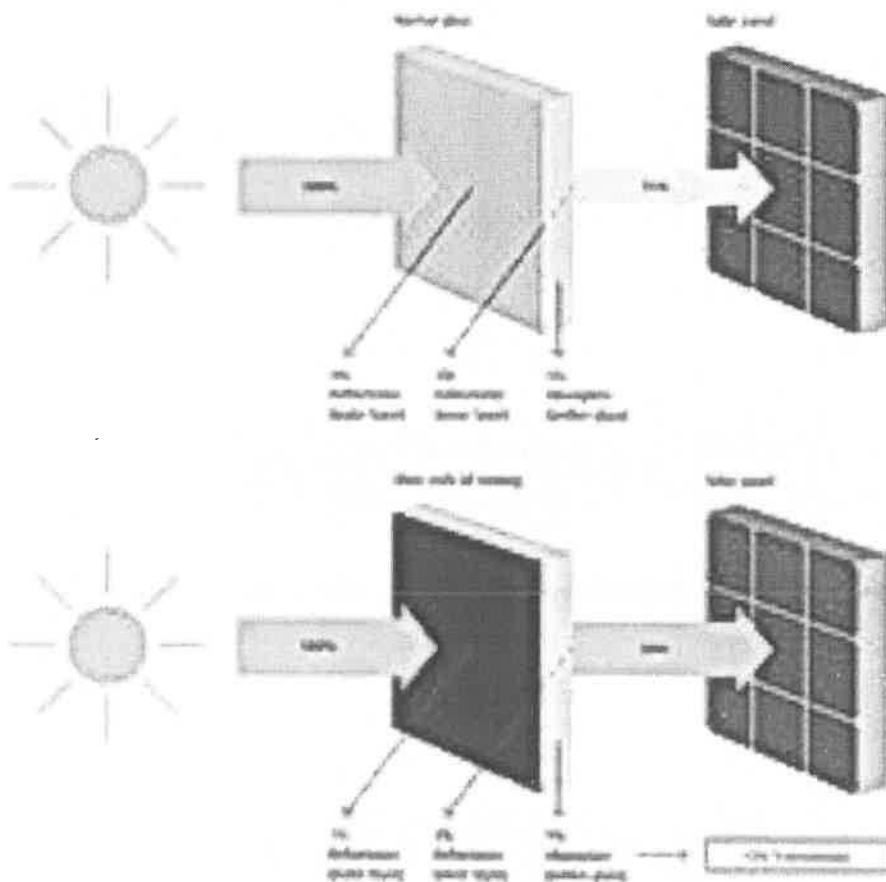
Иако тренутно соларна индустрија доживљава засићење, предвиђа се да ће до 2016. стопа раста бити већа од 20%. На ову стопу раста утиче пре свега брига о заштити животне средине. Тако инетересовање за потенцијал и експанзију соларне енергије расте у многим круговима-политичким, економским и социјалним. Током последње три године структура цене соларних модула се значајно променила. Са самим модулом долазе и додатни трошкови. Соларно стакло и додатни антирефлектујући слој представљају значај фактор приликом одређивања цене. Потражња за антирефлектујућим слојем је све већа, и то је један од најефективнијих начине да се повећа производња енергије и унапреди светлосна прозирност све до 3%. Заправо, очекује се да ће удео соларног стакла са антирефлектујућим слојем да се повећа и до 80% током наредних година. Међутим, типични антирефлектујући слојеви који су данас доступни, углавном су скупи или комплексни, или достижу ограничене резултате када је реч о прозирности.



Слика 1- Развитак структуре соларног модула



Слика 2- Удео антирефлектујућег стакла у соларној индустрији



Слика 3. Сунчево зрачење са нормалним стаклом и соларним панелом, подељена на два дела-мање рефлексије, што доноси више соларне снаге

Технологија танког стакла за соларну примену

Тврдо танко стакло је лако, изузетно флексибилно и јако отпорно-што су идеални услови за примену у соларној индустрији, било да је у питању параболични рефлектор савијен у хладном стању, или стакло-стакло модули.

Лисек енкапулантна техника за стакло-стакло модуле комбинује све предности тврдог танког стакла. Херметичко заливање чини модуле чврстим и отпорним на УВ зрачење. Танко стакло које се поставља са предње и задње стране олакшава инсталацију коришћењем задњег сталка. Ова технологија савршено одговара силиконским, органским соларним ћелијама, као и ћелијама танког филма. Савршена комбинација танког филма, антирефлектујућег слоја и ламелираног филма доводи до веће производње енергије и до 6%. У односу на стандардни модул (72 ћелије, 300Wp), овај модул би произвео за 450kWh више енергије у периоду од 25 година. Век трајања је процењен на више од 4 деценије. Због симетричне

конструкције модула, ћелије су смештене унутар неутралне зоне модула, што их штити од преламања приликом савијања.

Овом техником се стварају модули који не захтевају никакве рамове, што их чини погодним за монтирање са задњим сталком. Такође, лако стакло које се користи, чини модуле лаганим у поређењу са конвенционалним. Тако долазимо до једноставнијих и приступачнијих конструкција.

Дебљина танког стакла је максимално 0.9mm и без ваљкастих таласа. Лагана конструкција показује високи ниво отпорности и флексибилности (снага растезања је већа од 120N/mm²).

Пећ у којима се ствара овакво стакло представља врхунац технологије. Овај систем олакшава учвршћивање танког стакла са мономалним оптичким деформацијама. Стакло се транспортује у пећ системом ваздушног јастука. Тако таласи од ваљка, који настају због керамичког ваљка који се користи у конвенционалним хоризонталним пећима, не постоје. Овакви таласи не могу да се створе на површини стакла, јер стакло не бива додирнуто током процеса учвршћивања. Додатно, ова пећ не троши пуно енергије, високог је квалитета и ефикасности и ствара нови стандард у овом пољу.

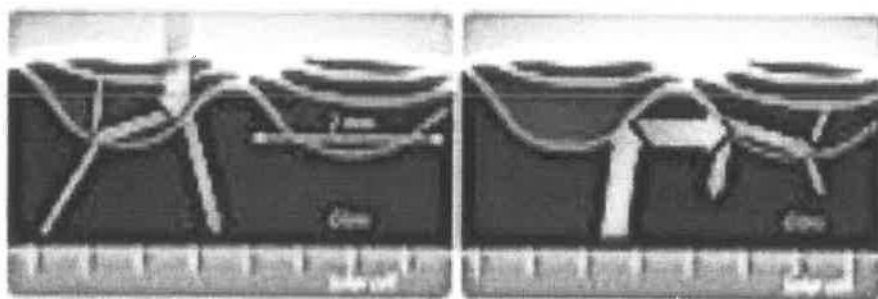
Такмичење произвођача фотонапонских модула

Такмичење у овом сектору постаје све јаче. Ово проморава произвођаче фотонапонских модула да се истичу тако што ће ојачати добре стране производа и додати боље перформансе везане за ефикасност. Док се пажња до сада усмеравала у технологију ћелија, врло је вероватно да ће у будућности, све компоненте овог модула учествовати у овом такмичењу. Анти рефлектујући слој је само почетак револуције. Не само што текстурирана предња стакла обећавају значајан пораст у стварању енергије све до 7% већ га и његове карактеристике чине подобним за коришћење на аеродромима.

Фотонапонско тржиште у свету тренутно достиже врхунац. Тржишта која су у почетку била јако развијена као што је Немачка, са инсталираних 7.4 GW (2010. године), доживљавају пад потражње. Тржишта у Америци, Италији, Француској и Енглеској, која су обећавала, далеко заостају. И тако, док се потражња смањује, а производни капацитет произвођача у првој половини године непрестано расте, индустрија тренутно срља ка сценарију прекомерне производње, у којем ће непродати производи морати да остану у магацинима. Иако је циклична потражња нормална појава у неком другим пољима, она представља значајан проблем у фотонапонској индустрији због драматичног смањења цена коју доживљавају соларни модули и компоненте. Истицање путем

карактеристика и сервисирања производа ствара најбоље услове за јачање позиције на тржишту. Цена модула је и даље најважнији аспект диференцијације.

До сада су се многи произвођачи фокусирали на технологију ћелија као покретача веће ефикасности и повећане производње, али вреди погледати и остале компоненте модула. Док контакти, енкапсуланти и њихове фолије, разводне кутије, и облик оквира нуде слабији потенцијал за смањење цене и повећање производње, један други пресудни део модула добија све више на важности- то је предње стакло. Оно је посебно интересантно због тога што су различите прераде материјала биле развијене у последњих неколико година, што је довело до драматичног бољитка.



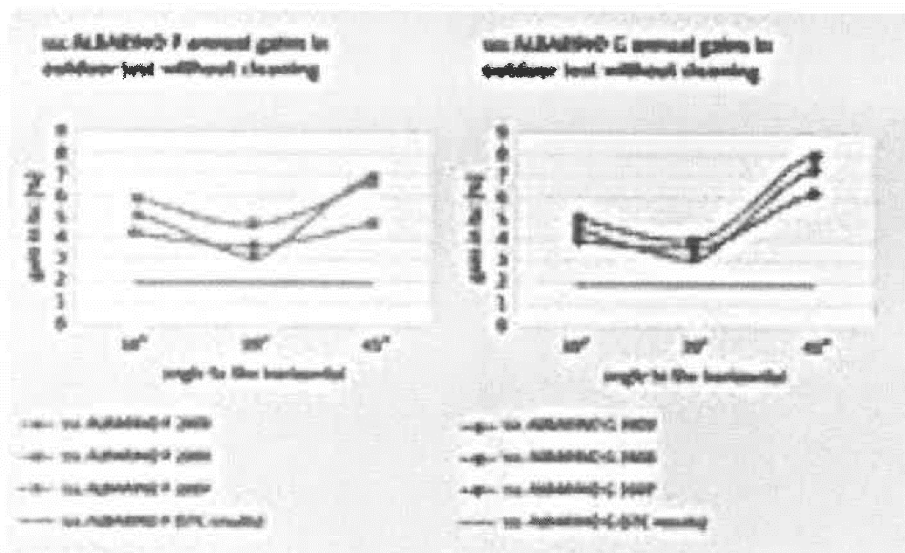
Слика 4- Дубоко тесктурирано стакло има ефекат геометријског заробљавања светлости која повећава производњу енергије

У атмосфери наглашеног тржишног надметања, фотонапонски произвођачи су усвојили правило које каже да се производ треба истицати својим специфичним карактеристикама. До сада се углавном истицала цена и порекло модула. Али, данас се произвођачи све више фокусирају на дизајн и визуелне аспекте, као и на прилагодљивост модула како би могли да се користа и другим секторима. Истраживања показују да су главни аргументи који на крају превагну- цена, ефикасност и производни капацитет. Доказано је да се коришћењем антирефлектујућег или дубоко тестурираног предњег стакла достиже пораст производње и до 7% (у kWh/kWp), у зависности од подешавања система. Дубоко тестурирано стакло је до сада показало најбоље резултате, кроз коришћење ефеката геометријског хватача светла и због повећане контроле температур, јер има већу површину простора, и тако се по први пут створио производ који ће корисницима чији су кровови окренути ка истоку или западу, пружити удобан ниво нагомилавања енергије.

Главна мана код технологије стварања дубоко тестурираних стакала јесте висока цена производње специјалних предњих стакала. Иако тренутно постоји вишак изузетно белих соларних стакала, и висок ниво конкуренције када је реч о цени, и даље је потребно спровести

озбиљно испитивање ситуације. Независни институт „ИСФХ“ у Хамлену, у Немачкој, је спровео истрагу о ефектима дубоко текстурираног предњег стакла на снагу модула, и установила је просечан пораст добити од 5.4 % када су модули били постављени под углом од тачно 30 степени и окренути директно ка југу. Истраживачи су открили да је пораст производње настао услед коришћења дубоко текстурираних стакала много значајниј у случајевима где су модули инсталирани у севернијим деловима тржишта због оптималне експлоатације индиректних сунчевих зракова. Повећана производња, и то више од 7.5%, се показала и у лабораторији и током практичне примене. У потоњем случају, температурни ефекти модула су довели до пораста ефикасности за додатних 0.5%, због веће површине дубоко текстурираног предњег стакла у односу на нормална предња стакла. Међутим овакви резултати се тешко могу добити у лабораторији, пошто се код оваквих тестова не могу симулирати нити температурни пораст модула, нити ефекти хлађења услед ветра.

Тако су доказане две очигледне предности када је реч о ефикасности фотонапонских панела са текстурираним предњим стаклом- утицај на температурау модула и коришћење индиректних сунчевих зракова у односу на оне панеле са антирефлектујућим стаклом. Компаративне процене су показале да вишак новца који се уложи у специјална стакла за соларне модуле, брзо бива надокнађен. Још једна добра страна текстурираног стакла је смањење „заслепљујућег ефекта“ који иначе настаје због сјајног стакла нормалних модула. Ово је нарочито важно када су у питању густо насељени простори, саобраћајне петље, или аеродроми. Како је коришћење соларних панела забрањено на аеродромима у многим земљама због могуће опасности коју проузрокује заслепљујући ефекат, коришћење овог стакла може да започне развитак новог тржишта- специјални модула са дубоко текстурираним стаклом. Овакви модули би такође спречили настанак свађе с комшијом коме сметају заслепљујући ефекти изазвани соларним панелима.



Слика 5- Тест на отвореном показује како добит енергије на годишњем нивоу зависи од угла између панела и хоризонтале. Чишћење има минимални утицај.

Тест на отвореном је такође показао да чишћење модула са текстурираним стаклом тече без проблема, и није ни мање ни више непријатно од чишћења глатких модела. Значајна предност ове врсте површина, које стакло добија коришћењем текстурираних металних ваљака, је та да јако дуго трају. Антирефлектујући слој је или испрсан или премазан по стаклу, позициониран процесом вакуумирања, или понекад угравирани. Научници се већ труде да пронађу начин којим ће сјединити дубоко текстурирано стакло и антирефлектујући слој. У томе лежи будућност соларних стакала- дубоко текстурирана површина стакла са додатим антирефлектујућим слојем. Први тестови у лабораторијама су били успешни, и очекује се да ће оваква технологија бити спремна за масовну производњу у року од неколико година.

Процена модела:

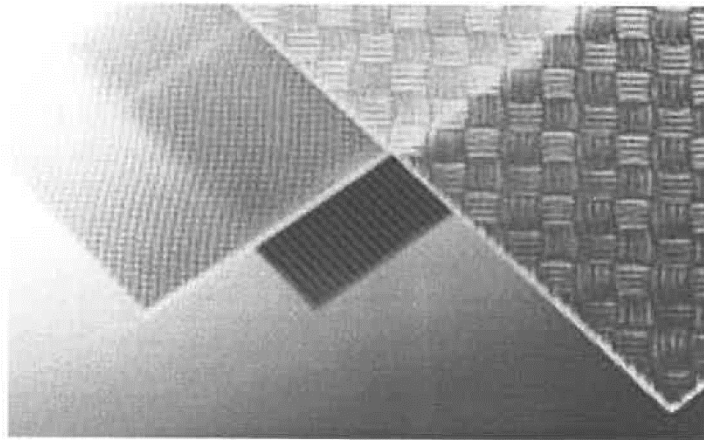
- База-150W/m²
- Предвиђања-7% релативног повећања производње на 750kWh/kWp због не баш идеалних услова инсталирања +7.9kWh (годишње)
- Резултати-+2.15 евра по метру квадратном годишње; више од 20 година трајања= +43.00 евра по метру квадратном

Функционалне и естетске добити

Добре стране соларних стакала треће генерације могу бити подељене на две групе. На једној страни су функционалне добити, које стварају повећану ефикасност и, самим тим, до веће

производње оперативног система. Са друге стране, ту су визуелне добити, иако су оне од мањег значаја. Поред више од 7% ефикасности, чак и када је подешавање неповољно, температурни ефекти и дужи век трајања доводи до повећане функционалности текстурираног предњег стакла. Почетна истраживања тржишта су показала да специјалисти и корисници примећују друге, случајне добити од унапређене структурне површине, што даје дозволу да се ови модули користе у другим пољима.

Ови примери показују да постоји и даље негирано тржиште и простор за оптимизацију производње коју произвођачи могу да искористе. Коришћењем функционалних предњих стакала је нарочито примамљиво у главном сектору који почиње да испољава прве знаке засићења. Добити које нуди трећа генерација предњих стакала повећавају ефикасност и нуде посебне тржишне карактеристике у овом сектору. Поред Немачке, Француско тржиште које је усавршено за изградњу интегрисаног фотоанпона, као и мање сунчани региони у Енглеској и Скандинавији, где би могло да се искористи оптимална количина индиректних сунчевих зракова, сви они могу да пуно добију од коришћења текстурираних соларних предњих стакала.



Слика 6- Француски произвођач Сеинт гобеин солар, је тренутно лидер у производњи дубоко текстурираних предњих стакала. Јединствено предње стакло има облике пирамиде или таласа.

Прва генерација соларног стакла-ова категорија укључује високу чистоћу, нерелефну предња стакла са јако смањеним садржајем гвожђа. Због тога што се код овог стакла смањују компоненте гвожђе-оксида које апсорбују светлост, настаје изузетно бело стакло које рефлектује 4% од светлости коју прими.

Друга генерација соларног стакла представља светло бела нерелефна предња стакла, са антирефлектујућим слојем.

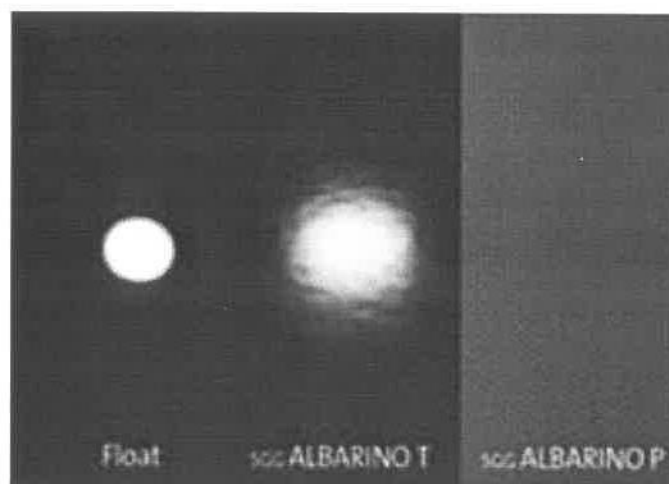
Повећана је стопа протока светлости, а смањено је рефлектовање, иако се 2.5% светлости и даље рефлектује.

Трећа генерација соларног стакла-не само да има низак састав гвожђа и унапређену стопу протока светлости, већ ствара и ефекат „заробљавања светлости“ због текстуриране површине која је или пирамидалног облика или у облику таласа. Геометријска преламања светлости значе да је већина светлости заробљена унутар модула.

Уролано стакло-најважнији типови равног стакла су уролано стакло и текстурирано стакло. Уролано стакло, познато и као изливено стакло, се увија док је још истопљено, садржи мање гвожђе, па је самим тим беље. Ово равно стакло више одговара фотонапонској примени.

Лебдеће стакло-уместо да буде уроловано попут уролованог стакла, оно се извлачи док је још увек помало течено и онда плута у купци од калаја. Због тога што се материјали слабо уједињују, ова стакла су мало чистија, са већом рефлексијом. Међутим, и поред тога, погодно је за фотонапонску примену.

Ефекат заробљавања светлости-овај ефекат се заснива на смањењу рефлексије и геометријском затварању светлости кроз понављана преламања. Више светла је усмерено у стакло површним третирањем, док се преламањем светлости та иста светлост шаље у модул. На овај начин, око 10% више светлости може бити заробљено унутар модула, у зависности од угла и места инсталације.



Слика 7- Нерекфлектујући ефекат је очигледан када се направи директно упоређивање обичног плутајућег стакла (лево), структурираног стакла (десно) и дубоко текстурираног стакла (лево).

ЛИТЕРАТУРА

- "Building Integrated Photovoltaics (BIPV)". wbdg.org. Retrieved 2011-07-26.
buildingsolar.com: Building-Integrated Photovoltaics, Wisconsin Public Service Corporation, accessed: 2007-03-23., 71-77.
- Designing with solar power – a source book for building integrated photovoltaics (BIPV), editors : Deoprasad & Mark Snow, 10-14.
- Eiffert, Patrina; Kiss, Gregory J. (2000). Building-Integrated Photovoltaic Designs for Commercial and Institutional Structures: A Source Book for Architect. pp. 59. ISBN 9781428918047. pp. 60–61.
- Solar Architecture – strategies visions concepts, Christian Schittich (Ed.)
Henemann, Andreas (2008-11-29). "BIPV: Built- in Solar Energy". Renewable Energy Focus (Science Direct) 9 (6): 14, 16–19. doi:10.1016/S1471-0846(08)70179-3.

