

# TESTING AND MEASURING PROTECT GLASS IN SOLAR CELLS

Oldřich WÁGNER, Master Degree Programme (5)  
Dept. of Electrical and Electronic Technology, FEEC, BUT  
E-mail: xwagne03@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ing. Jiří Vaněk

## ABSTRACT

This document describes methods of testing and measuring protect glass in solar cells. Point of view is measuring spectral characteristic, electrical features of new one and after artificial grow old.

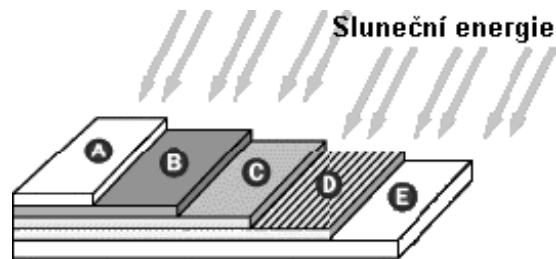
## 1 ÚVOD

Fotovoltaika je velmi dynamické odvětví a patří k perspektivním alternativním zdrojům elektrické energie. Očekává se, že během relativně krátké doby budou fotovoltaické panely vyrábět až desetinu celosvětové spotřeby elektřiny. Největší důraz při zkoumání vlastností solárních článků je kladen na aktivní prvek, čímž je ve většině případů monokrystalický nebo polykrystalický křemík. Předmětem zkoumání je zvýšení účinnosti a životnosti tohoto prvku. Tento projekt by se měl zabývat něčím jiným a to vlivem konstrukce modulu na celkovou účinnost a životnost. Respektive degradačními procesy, které v nich probíhají vlivem stárnutí a klimatickým namáháním.

## 2 ROZBOR

Výsledkem by mělo být stanovení metody měření spektrálních charakteristik a elektrických vlastností ochranných skel solárních modulů a určení vlastností kontaktních fólií mezi ochranným sklem a křemíkovým substrátem. Konstrukce takového modulu je zobrazena na obr. 1. Mezi dvěma ochrannými skly je vložen solární článek, tento kompozit je spojen pomocí laminovacích fólií na bázi Ethylenvinylacetátu nebo Polyvinylbutylaru. Protože moduly jsou ve většině případů vystaveny vnějším klimatickým podmínkám, předpokládáme, že jak u skel, tak hlavně i u laminačních fólií bude v důsledku expozice na slunci docházet ke strukturálním změnám (stárnutí). Stárnutí skla tj. změna z amorfni a krystalickou strukturu je zjištěna až po dlouhé době, řádově několik desítek let, stárnutí laminačních fólií neznáme. Proto bude projekt zaměřen hlavně na ně. Abychom dopředu mohli předpokládat, co se bude s moduly dít, provedeme také umělé stárnutí v klimatické komoře a po tomto stárnutí provedeme opětovné měření spektrálních i elektrických vlastností.

- A - horní ochranné sklo
- B - antireflex. vrstva - laminovací folie
- C - fotovoltaický článek
- D - laminovací folie
- E - spodní ochranné sklo



**Obr. 1:** Složení vrstev v solárním panelu

## 2.1 ZHOTOVENÍ A POPIS MĚŘENÝCH VZORKŮ

Materiál použitý pro laminovací fólie je Ethylenvinylacetát nebo Polyvinylbutylar v různých tloušťkách. Před laminací, která se provádí při teplotě 130°C až 140°C, je nutno folie důkladně vysušit, neboť na vzduchu navlhají a při laminaci pak vytváření bublinky a nerovnosti. Pro měření elektrických vlastností bude jako nosný materiál použit pozinkovný plech rozměrů 100 x 100 x 1,5mm, Pro měření spektrálních charakteristik pak křemičité sklo rozměrů 40 x 40 x 3mm. K měření bylo dodáno 5 druhů fólií, E1, P1a, P1b, P2, P3, lišících se tloušťkou a složením. Pro měření bude použito celkem 15 vzorků pro elektrické a 15 vzorků pro optické měření, aby bylo možno eliminovat případné chyby měření a provést statistické výpočty.

## 2.2 MĚŘENÍ SPEKTRÁLNÍCH VLASTNOSTÍ

K měření spektrálních charakteristik bude použit spektrofotometr. Tento přístroj pracuje tak, že vyhodnocuje poměrnou spektrální propustnost měřených vzorků.

Svazek monochromatického světla je usměrněn šterbinou a prochází přes vzorek na detektor. Jako detektor je použita fotonka. Ta dodává proud, který je přímo úměrný dopadajícímu zářivému světelnému toku  $\Phi$  a spektrální citlivosti fotonky. Při měření poměrné spektrální citlivosti vzorku T se měří poměr zářivého toku  $\Phi_M$ , který prochází přes měřený vzorek a zářivý tok  $\Phi_V$ , který je měřen bez vzorku.

$$T = \frac{\Phi_M}{\Phi_V}$$

Z poměrných útlumů měřených na různých vlnových délkách pak sestojíme spektrální charakteristiku.[3]

## 2.3 MĚŘENÍ ELEKTRICKÝCH VLASTNOSTÍ

Úkolem tohoto projektu je zjistit povrchovou a objemovou rezistivitu, permitivitu a ztrátový činitel  $\tan \delta$  laminovací folie a změnu těchto parametrů po umělém klimatickém stárnutí. K měření statické rezistivity bude použit přístroj Megaohmetr IM6 firmy Radiometr

s vhodným elektrodovým systémem. Aby byly moduly shledány jako bezpečné, musí být izolační odpor nejméně  $50\text{M}\Omega$ . Pro měření permitivity a ztrátové činitele  $\text{tg } \delta$  bude použit přístroj Hewlett Packard 4284A. Předpokládaný rozsah kmitočtů použitý pro měření 50 Hz až 30 MHz. Měření bude prováděno u všech vzorků před i po umělém stárnutí, aby bylo možno porovnat elektrické změny vzniklé v laminační fólii.

## **2.4 UMĚLÉ STÁRNUTÍ**

Stárnutí je definováno jako nevratné změny vlastností v důsledku působení jednoho nebo více ovlivňujících faktorů. Rychlost stárnutí tj. životnost může být ovlivněna namáháním elektrickým, mechanickým a tepelným, vlivy prostředí nebo jejich kombinací. Pro fotovoltaické panely je nejdůležitější namáhání tepelné. Tepelné stárnutí je souhrn fyzikálních a chemických změn v kombinaci s termomechanickými vlivy.[4]

## **3 POSTUP MĚŘENÍ**

V prvním týdnu měsíce Dubna 2004 by na vyrobených vzorcích měly být měřeny spektrální charakteristiky pomocí výše zmíněného spektrofotometru v rozsahu  $3,5 - 1,1 \mu\text{m}$ . Po doměření spektrálních vlastností budou měřeny elektrické vlastnosti. Toto měření rezistivity by mělo trvat asi týden. V dalším kroku se vzorky podrobí stárnutí v klimatické komoře, kde na ně budou působit tepelné rázy v kombinaci se změnou vlhkosti. Toto stárnutí bude trvat přibližně 1 měsíc s tím, že maximální proluka mezi jednotlivými cykly může být 3 dny. Poté se provede opět měření spektrálních a elektrických vlastností. Výsledky budou graficky a statisticky zpracovány.

## **4 VÝSLEDKY A DALŠÍ ZKOUŠKY**

Praktické výsledky měření zatím nejsou k dispozici, protože vzorky ještě nejsou dokončeny. Měření se uskuteční v okamžiku, kdy bude kompletní soubor vzorků, abychom mohli dodržet statistickou návaznost. Po ukončení tohoto projektu, bude následovat komplexní soubor zkoušek fotovoltaických modulů, který je přesně popsán a definován v normě ČSN EN 61215.

## **5 ZÁVĚR**

Projekt je zaměřen na konstrukčně vyspělejší moduly, které bude možno použít přímo jako skleněnou desku tvořící část pláště budovy, nebo při dodržení rozměrů ji použít místo okeních tabulek.

## **LITERATURA**

[1] [www.solartec.cz](http://www.solartec.cz)

[2] Ing. Břetislav Mikel: Optoelektronika dokument PDF

[3] Ing. Helena Polsterová, CSc.: Spolehlivost v elektrotechnice. 2002 dokument PDF