

WETTING BALANCE TEST METHOD

Markéta Dyntarová

Master Degree Programme (2), FEEC VUT

E-mail: xdynta00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Starý

E-mail: stary@feec.vutbr.cz

Abstract: This article discusses part of my thesis „Flux Selection for Wave Soldering“. The part of it focuses on wetting balance test method. This method measures the wetting balance curves (dependence of the wetting force on time). This article contains a theoretical description of the wetting balance test method. It describes the calculation of the wetting force and buoyancy force. It also deals with the course of measurement, correction of the zero axis and evaluation of the measured values.

Keywords: Flux, wave soldering, wetting balance test method, wetting force, buoyancy force, wetting balance curve

1 ÚVOD

Tento článek je zaměřen na metodu smáčecích vah, což je jedna z metod, díky které je možné vybrat vhodné tavidlo pro strojní pájení vlnou ve firmě HC electronics. Tato firma v současné době využívá pro strojní pájení na vlně tavidlo, které je v tomto článku označené číslem 3. S tímto tavidlem jsou celkem spokojeni, ale protože je tavidlo už poměrně staré, tak je cílem mé diplomové práce otestovat novější tavidla, s kterými by měli stejné či dokonce lepší výsledky za přijatelnou cenu. Bylo vybráno 6 tavidel od různých dodavatelů. Tavidla jsou v tomto článku označena pouze číslicí, nejsou podrobněji rozebírána z důvodu anonymity. Vybraná tavidla splňují požadavky firmy HC electronics. Jsou na alkoholové bázi, sušinu mají max. 3,5 %, jsou vhodné pro pájení vlnou a mohou se použít jak pro olovnatou, tak i bezolovnatou pájecí slitinu.

2 METODA SMÁČECÍCH VAH

Pomocí této metody je možné posuzovat relativní aktivitu kapalných tavidel za použití smáčecích vah. Součástí smáčecích vah je temperovaná nádoba s pájecí slitinou, mikrováhy, držák na vzorek, ponořovací systém, řídicí jednotka, snímač a převodník. Naměřené data jsou zaznamenávána do počítače [2].

Tato metoda spočívá v tom, že se ponoří zkušební vzorek vývodu součástky nejprve do tavidla, následně se přebytečné tavidlo nechá vsáknout do čistého filtračního papíru. Takto připravený vzorek se zavěsí na citlivé mikrováhy, ponoří se do roztavené pájky a po určité době se vzorek opět vytáhne. Během tohoto procesu se měří rovnovážná smáčecí síla F , pro kterou platí:

$$F = F_w - F_{vzt}, \quad (2.1)$$

kde F_w je síla smáčecí (N) a F_{vzt} je síla vztahová (N). Smáčecí síla se vypočítá podle vztahu:

$$F_w = \gamma \cdot p \cdot \cos \theta, \quad (2.2)$$

kde γ je povrchové napětí roztavené pájky pod tavidlem ($N \cdot m^{-1}$), p je obvod vzorku (mm), θ je smáčecí úhel mezi vzorkem a pájkou (m^3). Všechny hodnoty pro výpočet rovnovážné smáčecí síly jsou konstantní až na smáčecí úhel, který se mění v závislosti na smočení vzorku. Během ponoření

na vzorek působí vztlačková síla F_{vzt} , která vzorek z roztavené pájky vytlačuje. Pro vztlačkovou sílu F_{vzt} platí:

$$F_{vzt} = g \cdot \rho \cdot V, \quad (2.3)$$

kde g je gravitační zrychlení ($m \cdot s^{-2}$), ρ je hustota pájky ($kg \cdot m^{-3}$) a V je objem ponořené části vzorku (m^3) [1].

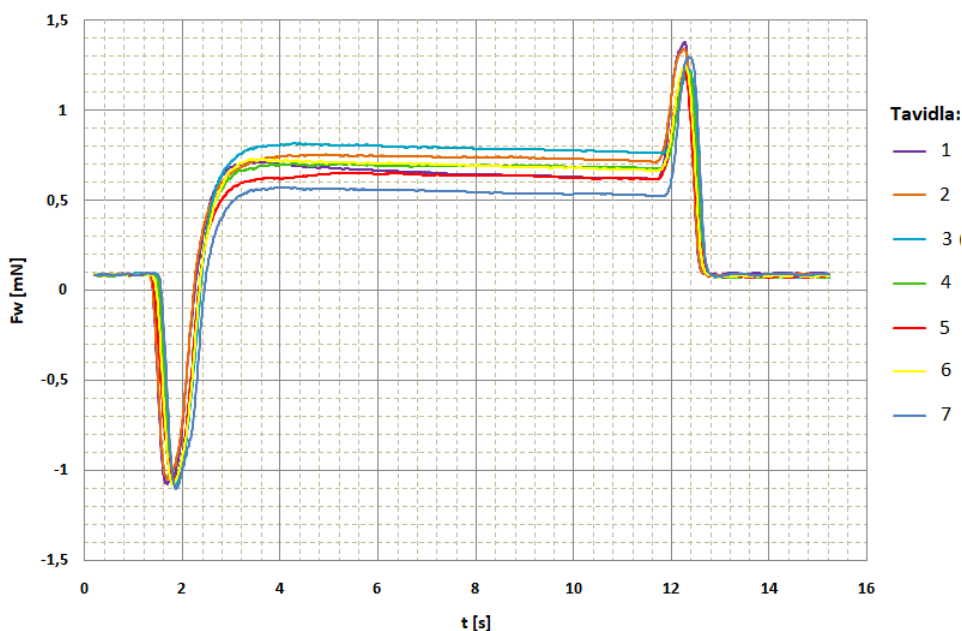
Výsledkem měření smáčecích vah je smáčecí křivka, což je závislost smáčecí síly na čase. Aby bylo možné získat z naměřených hodnot smáčecí sílu, tak je nutné k naměřené rovnovážné smáčecí síle F přičíst sílu vztlačkovou F_{vzt} . Důvodem je korekce podle ponořeného objemu vzorku do pájky, protože pokud se změní hloubka ponoru, či průměr ponořeného vzorku, tak se také změní síla vytlačující vzorek z pájky. Podle normy IPC-TM-650 je nutné, aby byla vypočítaná vztlačková síla použita ke korekci nulové osy. Tato oprava je požadována pro získání správných hodnot doby smáčení a smáčecí síly [1] [2].

3 MĚŘENÍ SMÁČECÍCH KŘIVEK

Měření smáčecích křivek bylo provedeno na testovacích vzorcích nejpoužívanějších nemagnetických kontaktů součástek ve firmě HC electronics. Vzorek měl válcovitý tvar o poloměru $r = 0,35 \cdot 10^{-3} m$. Pájecí slitina byla použita SN100C od firmy Balver Zinn z důvodu testování v podobných materiálových podmínkách jako na pájecí vlně v HC electronics.

Hustota pájecí slitiny při teplotě $250 \text{ }^\circ\text{C}$ byla $\rho = 7400 \text{ } kg \cdot m^{-3}$. Bylo měřeno sedm tavidel. Do pájecí slitiny udržované na $250 \text{ }^\circ\text{C}$ byl ponořován vzorek do hloubky $3 \text{ } mm$, rychlostí $10 \text{ } mm \cdot s^{-1}$. Pro každé tavidlo bylo naměřeno 12 smáčecích křivek (závislost rovnovážné smáčecí síly F na čase), protože vícenásobné měření smáčivosti pro každý typ tavidla vede k objektivnějším výsledkům a to tak, že se následně zprůměrují v jednu výslednou smáčecí křivku.

Graf závislosti smáčecí síly na čase



Obrázek 1: Výsledné smáčecí křivky

Dle normy IPC-TM-650 u každé výsledné smáčecí křivky byla provedena korekce nulové osy (k rovnovážné smáčecí síle byla připočtena síla vztlaková). Konečným výsledkem měření je závislost smáčecí síly na čase pro jednotlivá tavidla (viz obrázek 1). Z grafu byly odečteny maximální smáčecí síly F_{MAX} a čas $t_{2/3}$, kdy smáčecí síla dosáhla dvou třetin F_{MAX} . Byl vypočítán poměr $F_{MAX} / t_{2/3}$, který udává kvalitu smáčení. Odečtené hodnoty z grafu a vypočítané hodnoty jsou uvedeny v tabulce (viz tabulka 1).

Výpočet objemu ponořené části vzorku do pájky:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot v = \pi \cdot 0,00035^2 \cdot 0,003 = 1,155 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 \quad (3.1)$$

Výpočet vztlakové síly:

$$F_{vzt} = g \cdot \rho \cdot V = 9,81 \cdot 7400 \cdot 1,155 \cdot 10^{-9} = 8,385 \cdot 10^{-5} \text{ N} \quad (3.2)$$

Tavidlo	F_{MAX} [mN]	$t_{2/3}$ [s]	$F_{MAX}/t_{2/3}$ [mN/s]
1	0,700	1,140	0,614
2	0,750	1,250	0,600
3	0,800	1,320	0,606
4	0,690	1,000	0,690
5	0,650	1,300	0,500
6	0,710	1,250	0,568
7	0,580	1,300	0,446

Tabulka 1: Odečtené hodnoty ze smáčecích křivek a vypočítané hodnoty

4 ZÁVĚR

Cílem tohoto článku bylo čtenáře seznámit s jednou metodikou zkoušek z mé diplomové práce, která se zaměřuje na výběr vhodného tavidla pro firmu HC electronics. Jedná se o metodu smáčecích vah, díky které bylo možné zjistit smáčivost pájecí slitiny při použití testovaných tavidel (tedy posoudit relativní aktivitu tavidel). Teoretická i praktická zkouška je podrobně popsána výše. Z výsledného grafu závislosti smáčecí síly na čase je možné říci, že největší smáčecí sílu F_{MAX} měla tavidla 3, 2 a 6. Z vypočítaného poměru $F_{MAX} / t_{2/3}$, který je uveden v tabulce (viz tabulka 1), tavidla 3, 4, 1 zajistila nejlepší smáčení.

Mezi další metodiky byl zařazen test na měděné zrcadlo, pro zjištění agresivity vybraných tavidel. Dále byl měřen povrchový izolační odpor na testovacích kupónech. Nakonec díky všem metodikám zkoušek byla vybrána tavidla 4 a 6, která budou následně testována ve firmě HC electronics.

PODĚKOVÁNÍ

Publikace vznikla za finanční podpory projektu specifického výzkumu na VUT (projekt č. FEKT-S-17-4595, Materiály a technologie pro elektrotechniku III).

REFERENCE

- [1] STARÝ, Jiří a Petr DVOŘÁK. MMOT laboratorní cvičení. VUT Brno, 2014
- [2] IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL: Wetting Balance Method. In: IPC [online]. [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <https://www.ipc.org/TM/2.4.14.2A.pdf>