

Laboratorní cvičení z předmětu "Kontrolní a zkušební metody"

Hodnocení tvrdosti plastů kuličkovým tvrdoměrem

Zadání: Proveďte měření tvrdosti vtiskem kuličky u vzorku desky PVC dle postupu uvedeného v ČSN EN ISO 2039-1 a na základě výsledků statistické analýzy rozhodněte, zda hodnota tvrdosti neměkčeného PVC závisí na době vtlačování kuličky.

Postup práce:

1. Seznámení se s normou ČSN EN ISO 2039-1 "Plasty – Stanovení tvrdosti – Část 1: Metoda vtlačováním kuličky".

Podstata zkoušky spočívá ve vtlačení kuličky pod specifikovaným zatížením do povrchu zkušebního tělesa. Plocha povrchu vtlačení se vypočítává z měřené hloubky průniku do materiálu po uplynutí předepsané doby působení zatížení. Vyjadřuje se v newtonech na milimetr čtverečný.

2. Seznámení se s kuličkovým tvrdoměrem a jeho příprava k měření.

Pro měření se používá upravený kuličkový tvrdoměr Rockwell-Rapid, sada závaží a stopky. Měřicí kulička musí být vyrobena z kalené oceli a musí být leštěna. Kulička nesmí po zkoušce vykazovat jakoukoliv deformaci či poškození.

Povrch zkoušených těles musí být hladký, prostý bublin, propadlin, nečistot, prasklin apod. Při opakovaném měření je nutné zabezpečit, aby místa vtlačování měřicí kuličky byla od sebe a stejně tak od okrajů zkušebního tělesa vzdálena minimálně 10 mm.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Samotné měření probíhá tak, že se zkušební těleso umístí na opěrnou desku a otáčením stavěcího kola se přivede do kontaktu s kuličkou vyvozením tzv. počátečního zatížení F_0 , které odpovídá 310 dílkům na stupnici hloubkoměru.

Pak se hloubkoměr vynuluje a vyvodí se zkušební zatížení F_m (pomocí vhodného závaží) spuštěním páky umístěné po straně tvrdoměru. Zatěžování se provádí bez rázu po dobu 2 až 3 sekund. Zkušební zatížení F_m se vybírá z normou předepsaných hodnot tak, aby dosažená hloubka vtlačení ležela v předepsaném rozmezí.

3. Proměření hloubky vtisku kuličky do zkušebních těles pro doby působení zkušebního zatížení 10, 30, 60, 120 a 240 s.

Měření se provádí na třech zkušebních tělesech pro pět sledovaných časů (10, 30, 60, 120 a 240 s). V těchto předepsaných časech měřených od počátku vyvození zkušebního zatížení se na stupnici hloubkoměru odečítá hloubka vtisku v dílcích (1 dílek na stupnici hloubkoměru odpovídá 0,002 mm). POZOR! Ručička hloubkoměru se otáčí protisměru hodinových ručiček. Z důvodů statistické analýzy je vhodné, aby celkový počet měření hloubky vtisku u jednoho zkušebního tělesa nebyl menší než 6. Výsledná tvrdost zkoušeného materiálu se potom vypočte podle uvedených vzorců:

Redukované zkušební zatížení F_r v newtonech se vypočte z následující rovnice:

$$F_r = F_m \times \frac{0,21}{(h - h_r) + 0,21} \quad (1)$$

kde F_m ... je zkušební zatížení v newtonech působící na kuličku,

h_r ... redukovaná hloubka vtlačení (= 0,25 mm),

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

h_1 ... hloubka vtlačení v milimetrech při zkušebním zatížení měřicí kuličky,

h_2 ... deformace zkušebního zařízení v milimetrech při zkušebním zatížení,

h ... hloubka vtlačení v milimetrech po provedení korekce na deformaci rámu ($= h_1 - h_2$)

Hodnota tvrdosti vtlačení kuličky se vypočte z rovnice:

$$H = \frac{1}{5\pi} \times \frac{F_r}{h_r} \quad (2)$$

kde H ... je tvrdost vtlačení kuličky v newtonech na milimetr čtverečný,

F_r ... redukované zkušební zatížení v newtonech,

h_r ... redukovaná hloubka vtlačení,

Výsledky se zaokrouhlují dle pravidel uvedených v příslušné normě a prezentují se ve formě např. $H \ 358 / 30 = 20 \text{ N mm}^{-2}$, kde číselné hodnoty postupně představují zatížení v newtonech, dobu měření v sekundách a naměřenou tvrdost materiálu.

4. Metodou analýzy rozptylu pro experiment s jedním faktorem vyšetřete, zda doba působení zkušebního zatížení má statisticky významný vliv na hodnoty tvrdosti PVC.

Statistické vyhodnocení vlivu času na hloubku vtlačení kuličky do zkoušeného materiálu bude provedenou pomocí analýzy rozptylu (viz. Statistika)

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

5. Výsledky měření znázorněte graficky a vztah mezi tvrdostí a časem vyjádřete vhodným matematickým modelem.

6. Vypracujte zkušební protokol.

Protokol musí obsahovat následující údaje:

- a) odkaz na použitou normu, která byla návodem na provedení a vyhodnocení zkoušky,
- b) typ zkoušeného materiálu,
- c) způsob kondicionace a podmínky provádění zkoušky,
- d) popis, rozměry a způsob přípravy zkušebních těles,
- e) aritmetický průměr a směrodatnou odchylku tvrdosti vypočítané vždy pro určitou dobu vtlačování kuličky,
- f) grafické znázornění závislosti tvrdosti na době vtlačování kuličky,
- g) metodou analýzy rozptylu zjištění, zda doba působení zkušebního zatížení má statisticky významný vliv na hodnoty tvrdosti.

Použitá literatura:

1. ČSN EN ISO 2039-1 "Plasty – Stanovení tvrdosti – Část 1: Metoda vtlačováním kuličky".
2. GRELLMANN, W., SEIDLER, S. *Polymer Testing*. 2nd ed. Munich: Hanser, 2007. 674 p. ISBN 978-1-56990-410-7.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ