

Literatura

1. Ptáček, L. a kol.: Nauka o materiálu I, CERM s.r.o, Brno, 2001, str. 445 - 447
2. Pluhař, J. a kol.: Nauka o materiálech, SNTL, Praha, 1989, str. 213 - 221
3. Doležal, P., Pacal, B.: Hodnocení mikrotvrdomosti struktur materiálů – dostupné na:
<http://imse.fme.vutbr.cz/images/umvi/opory/hmsm/index.htm>
4. Novotná, E.: Zkoušení materiálů a výrobků – dostupné na:
<http://imse.fme.vutbr.cz/images/umvi/opory/zmv/Index.html>
5. Veles, P.: Mechanické vlastnosti a zkoušení kovů, SNTL, Praha, 1985, str. 297 – 320
6. Normy ČSN EN, Kovové materiály, zkouška tvrdosti podle Brinella, Vickerse, Rockwella, převod hodnot tvrdosti

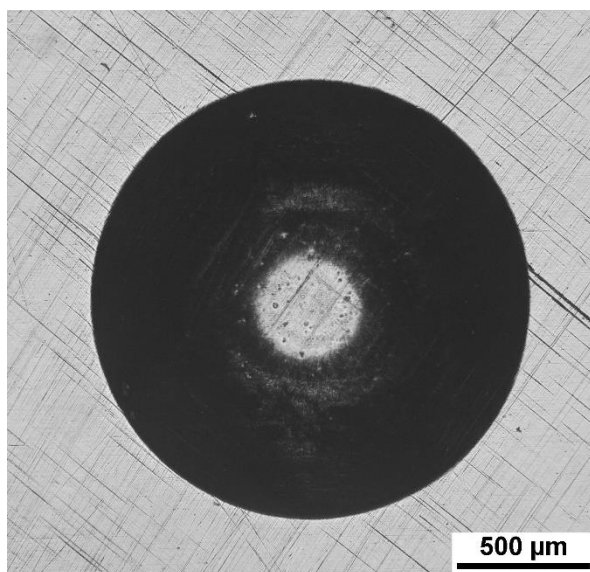
NEZBYTNÉ ZNALOSTI

Definice tvrdosti materiálu, na čem závisí a s jakými dalšími mechanickými vlastnostmi souvisí. Používané stupnice tvrdosti. Rozdělení metod měření tvrdosti, principy a odlišnosti jednotlivých metod. Principy a specifika měření mikrotvrdomosti a nanotvrdomosti. Pružnost, pevnost, plasticita, houževnatost, modul pružnosti, Elastická a plastická deformace, mechanismy zpevnění polykrystalu.

Úkoly k řešení

1. Definujte tvrdost materiálu, rozdělte zkoušky tvrdosti.
2. a) Popište zkoušku tvrdosti podle Brinella, uveďte typy používaných indentorů (tvar, materiál, rozměry), rozsah zátěžné síly a dobu zatěžování. Jaké jsou přednosti této metody?
b) Metodou dle Brinella určete tvrdost vzorků z oceli a ze slitiny hliníku. Číslo tvrdosti stanovte výpočtem a poté ho zkontrolujte odečtem z tabulek.

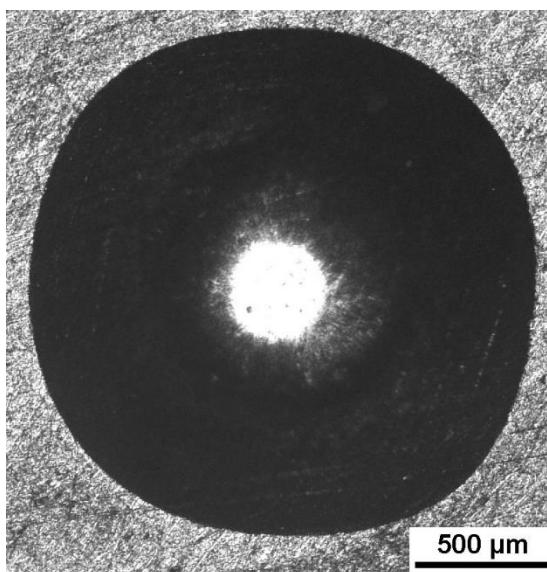
ocel 12061.6



Indentor: kulička z tvrdokovu, \varnothing 5mm

Zatížení: 7355 N (750 kp)

Al slitina 6061-T6



Indentor: kulička z tvrdokovu, \varnothing 5mm

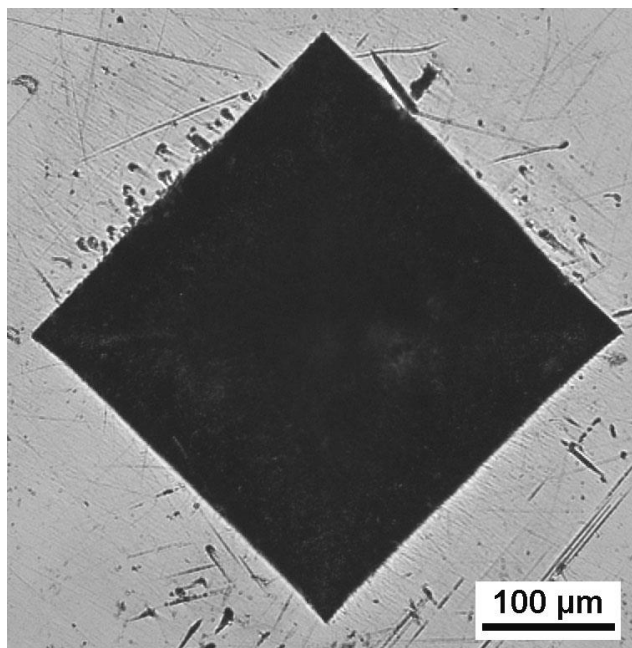
Zatížení: 2452 N (250 kp)

Výpočet: Tvrdost podle Brinella se určuje podle vztahu $HB = 0.102 * \frac{2 * F}{\pi * D * (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$, kde F je zkušební zatížení v N, D je průměr indentoru a d je aritmetický průměr dvou na sebe kolmých průměrů vtisku d_1 a d_2 (v mm).

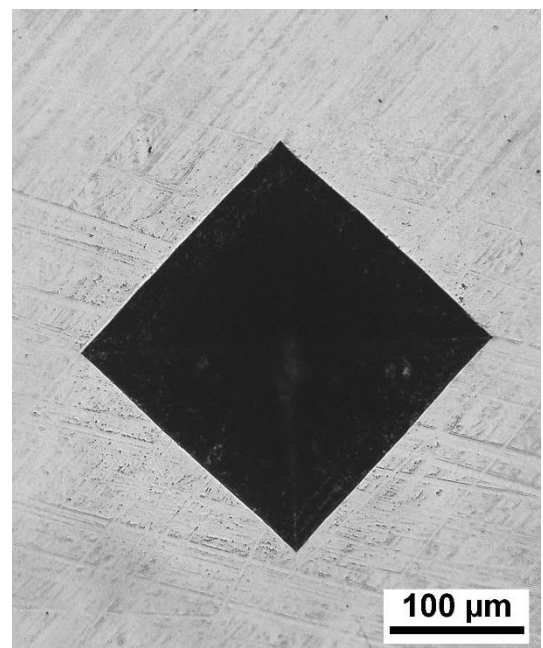
| Materiál | Ocel 12061.6 | | | | | Slitina hliníku 6061-T6 | | | | |
|----------|--------------|-------|-----|----------------|------------------|-------------------------|-------|-----|----------------|------------------|
| Měření | d_1 | d_2 | d | HBW Výpočet | HBW z tabulky | d_1 | d_2 | d | HBW výpočet | HBW z tabulky |
| 1 | | | | | | | | | | |

3. a) Popište zkoušku tvrdosti podle Vickerse, uveďte typy používaných indentorů (tvar, materiál, rozměry), rozsah zátěžné síly a dobu zatěžování. Jaké jsou přednosti této metody?
- b) Metodou dle Vickerse určete tvrdost dvou zakalených ocelí. Číslo tvrdosti stanovte výpočtem a poté ho zkontrolujte odečtem z tabulek.

ocel 15130.4



ocel 19083.4



Zatížení: bylo v obou případech stejné, a to 294N (30 kp).

Výpočet: Tvrdost podle Vickerse se určuje podle vztahu $HV = 0.1891 \frac{F}{d^2}$, kde F je zkušební zatížení [N], $d = (d_1 + d_2) / 2$ je aritmetický průměr délek obou úhlopříček vtisku d_1 a d_2 .

| Materiál | Konstrukční ocel 15130.4 | | | | | Nástrojová ocel 19083.4 | | | | |
|----------|--------------------------|-------|-----|---------------|-----------------|-------------------------|-------|-----|---------------|-----------------|
| Měření | d_1 | d_2 | d | HV Výpočet | HV z tabulky | d_1 | d_2 | d | HV výpočet | HV z tabulky |
| 1 | | | | | | | | | | |

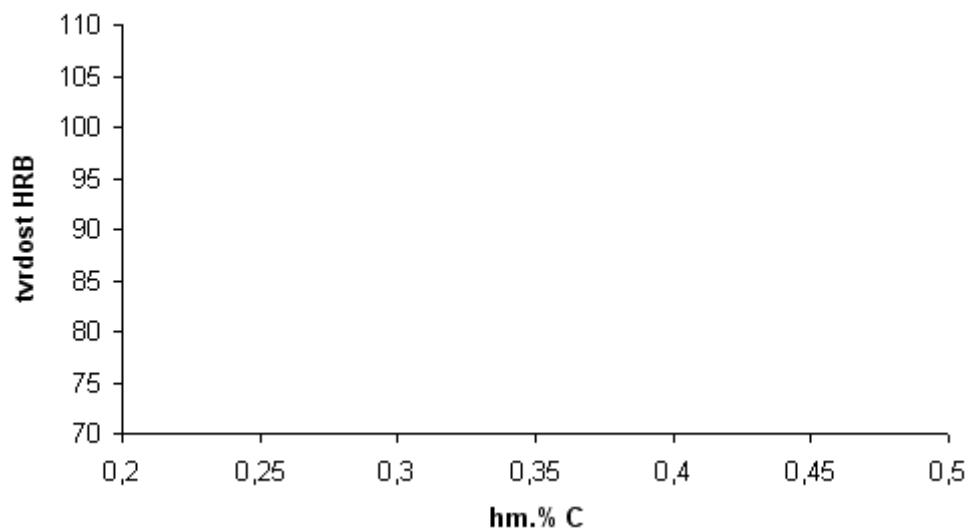
4. a) Popište zkoušku tvrdosti podle Rockwella, uveďte typy používaných indentorů (tvar, materiál, rozměry), rozsah zátěžné síly a dobu zatěžování. Jaké jsou přednosti této metody?

b) Změřte tvrdost vzorků oceli s různým obsahem uhlíku metodou dle Rockwella, stupnice B - HRB.

Dodané vzorky:

- Červené označení 0,25%C
- Žluté označení 0,35%C
- Černé označení 0,45%C

c) Vyjádřete graficky závislost tvrdosti oceli na obsahu uhlíku.



5. Vysvětlete princip některých přenosných metod vhodných pro kontrolu tvrdosti na hotových součástech.

6. Vysvětlete princip zkoušky mikrotvrdosti podle Vickerse.

7. Stanovte přepočty zadané hodnoty tvrdosti HB na HV a HRB u slitin hliníku. Uveďte, kdy lze převodní tabulky tvrdosti použít.

8. Odhadněte mez pevnosti zušlechtěné oceli, u které byla naměřena tvrdost HV. Dále stanovte přepočty této hodnoty tvrdosti HV na HB a HRC.