

Vlastnosti materiálu

Rozdělení vlastností :

Abychom mohli správně a hospodárně použít materiál, musíme dobře znát jeho vlastnosti (některé typické vlastnosti přímo určují jeho použití např. el. Vodivost, pevnost, magnetické vlastnosti)

Základní rozdělení vlastností :

Fyzikální – těmito vlastnosti se zabývá fyzika a patří sem např. teplota tání, délková a objemová roztažnost, tepelná vodivost atd.

Chemické – těmito vlastnostmi se zabývá chemie a patří sem např. **žáruvzdornost** – je to schopnost materiálu odolávat žáru a **žárupevnost** – schopnost materiálu dlouhodobě přenášet větší namáhání za vyšších teplot

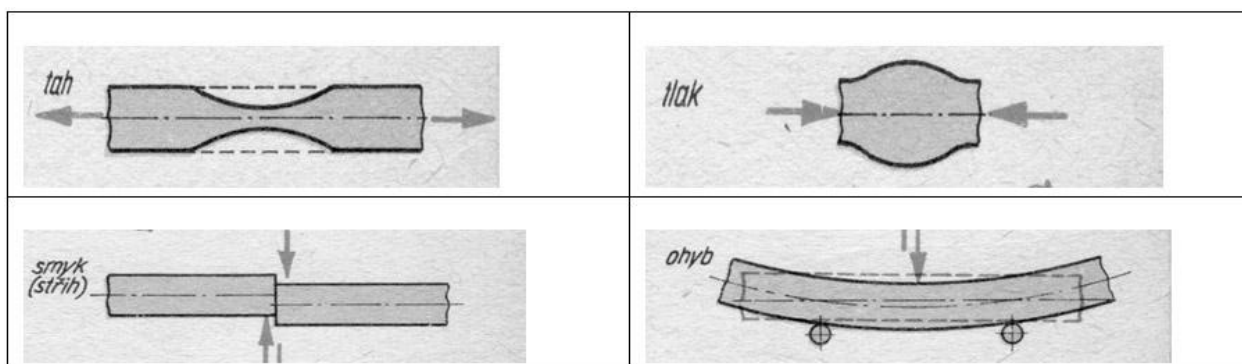
Mechanické – jsou vlastnosti, které musí mít materiál, který musí odolávat jednomu ze způsobu namáhání (tah, tlak, ohyb, krut, stříh)

Technologické – jsou vlastnosti, které musí mít materiál vhodný ke zpracování např. slévateľnost, tvárnost, svařitelnost, obrobiteľnost a odolnost proti opotřebení

Mechanické vlastnosti

Materiály jsou při zpracování vystaveny různému způsobu namáhání jako je **tah, tlak, ohyb, krut stříh**. Aby materiál mohl odolávat těmto namáháním musí mít určité vlastnosti jako je **pevnost, tvrdost, pružnost**, které řadíme mezi nejdůležitější mechanické vlastnosti. Podle způsobu působení zatěžující síly rozdělujeme zkoušky pevnosti na **zkoušky pevnosti v tahu, tlaku, ohybu, krutu a stříhu (smyku)**.

Obr. Základní způsoby namáhání



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zkoušky pevnosti

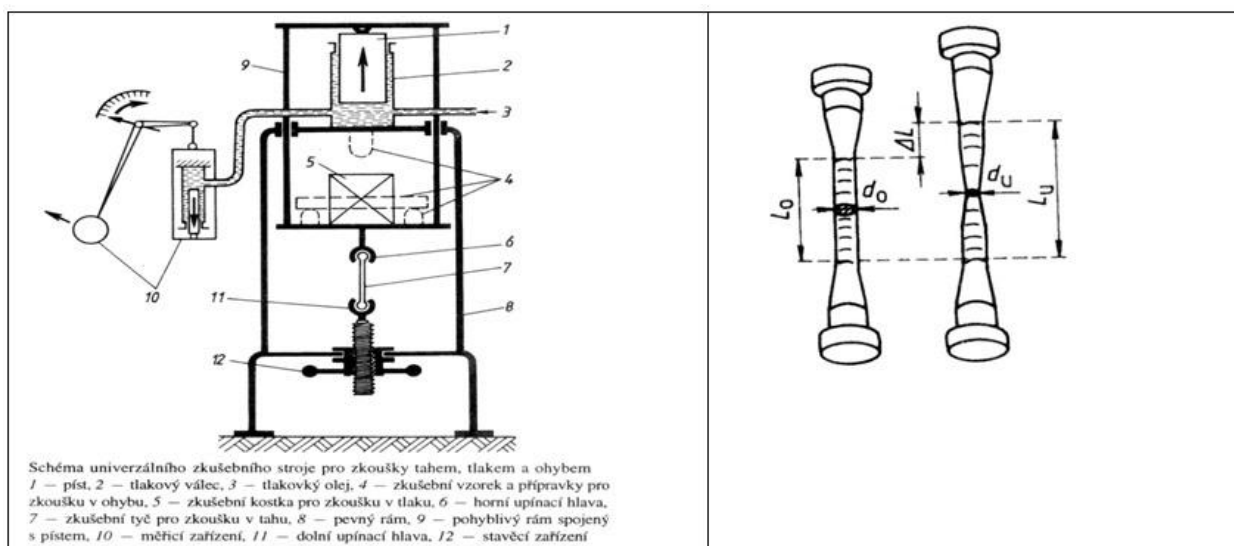
Definice pevnosti : pevnost je schopnost materiálu odolávat mechanickým silám, které se snaží porušit celistvost materiálu.

Zkouška pevnosti v tahu

Tato zkouška patří mezi nejrozšířenější a zjišťujeme jí pevnost v tahu, poměrné prodloužení, tažnost a zúžení. Zkouška se provádí na zkušebních tyčích na trhacích strojích, které v průběhu zkoušky kreslí na mm papír pracovní diagram udávající závislost poměrného prodloužení (ϵ) na napětí (σ).

Obr. trhací stroj

namáhání materiálu na tah



Základní vzorce :

Prosté prodloužení : $\Delta L = L_u - L_0$ (mm)

L_0 původní délka
 L_u konečná délka
 S_0 původní průřez
 S_u konečný průřez

Prosté zúžení : $\Delta S = S_0 - S_u$ (mm)

Poměrné prodloužení : $\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$

Poměrné zúžení : $Z = \frac{\Delta S}{S_0}$

Tažnost : $A = \epsilon \cdot 100$ (%)

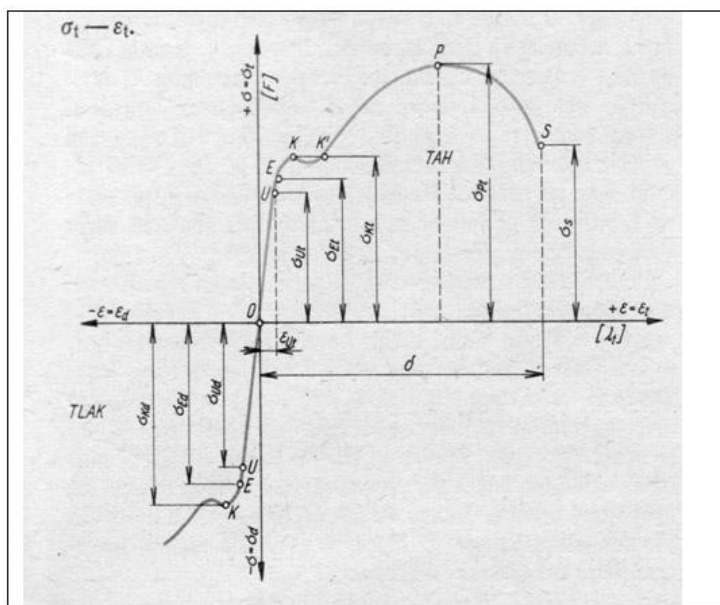
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Kontrakce (zúžení) : $\Psi = Z \cdot 100$ (%)

$$\text{Pevnost : } R_m = \frac{F_{\max}}{S_0} \quad (\text{MPa})$$

Pracovní diagram (pro měkkou uhlíkovou ocel)

Obr. Pracovní diagram



Definice mezí :

σ_{ut} – **mez úměrnosti** : je to mezní napětí, při němž je prodloužení přímo úměrné napětí a platí zde Hookův zákon : $\sigma = E \cdot \varepsilon$ (MPa)

σ_{Et} – **mez pružnosti** : je to mezní napětí, které po odtížení (odlehčení) nevyvolává trvalé deformace

σ_{Kt} (**Re**) – **mez kluzu** : je to nejmenší napětí, při němž nastávají podstatné trvalé deformace, které někdy dočasně pokračují, aniž se zvyšuje napětí

σ_{Pt} (**Rm**) – **mez pevnosti** : je maximální napětí, které materiál ještě snese. Je to poměr největší zatěžující síly k původnímu průřezu

S – je napětí, při kterém dojde k přetržení materiálu, toto napětí je menší než mez pevnosti v tahu



evropský
sociální
fond v ČR



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zkouška pevnosti v tlaku

Probíhá stejně jako v tahu, akorát zatěžující síly působí proti sobě. Pracovní diagram u houževnatých materiálů vykazuje stejnou mez kluzu v tlaku jako u tahu. Za mezí kluzu má křivka odlišný tvar, bude chybět koncový bod S, protože se neporuší mez pevnosti (stlačováním velmi měkkých materiálů vznikne placka). Při stlačování křehkých materiálů jako je například litina vznikne v pracovním diagramu pouze mez pevnosti, která je až čtyřnásobně větší než mez pevnosti v tahu.

Zkoušky tvrdosti

Definice tvrdosti : je to odpor, který klade materiál proti vnikání cizího tělesa. Tvrdost zjišťujeme těmito základními zkouškami :
- vrypovými
- vnikacími
- odrazovými

Zkoušky vrypové

Používají se převážně pro tvrdé a křehké materiály. Patří sem :

1. Zkouška podle Mohse (HMo) – zjišťuje tvrdost materiálu podle stupnice tvrdosti, kdy děláme vrypy do zkoušeného materiálu a vzorky používáme vždy od nejtvrdších po nejméně tvrdé. (masek, kamenná sůl, vápenec, křemec, apatit, živec, křemen, topas, korund, diamant).

2. Zkouška podle Martense (HMA) – spočívá v přitlačování kuželového diamantového hrotu měnitelným tlakem na leštěný povrch tak dlouho, dokud neprovedeme vryp široký 0,01 mm. Mírou tvrdosti je síla, kterou potřebujeme k vytvoření vrypu.

Zkoušky vnikací

Jsou to nejpoužívanější zkoušky. U těchto zkoušek vtlačujeme do zkoušeného materiálu velmi tvrdé těleso a měřítkem tvrdosti je velikost vzniklého vtisku. Nejznámější vnikací zkoušky jsou :

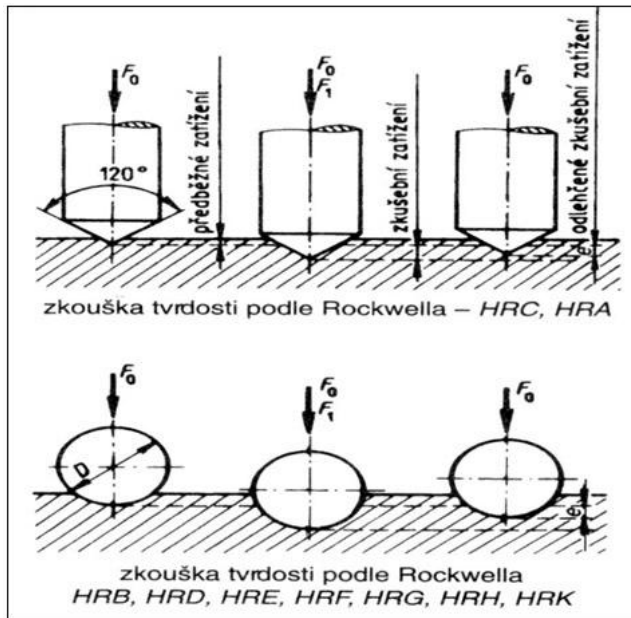
1. Rockwellova zkouška (HRC) – zjišťuje se na Rockwellově tvrdoměru jako rozdíl hloubky vtisku diamantového kužele mezi dvěma stupni zatížení

Podstata (HRC) :
- dotkneme se očištěného povrchu zkoušeného vzorku
- provedeme předběžné zatížení 100 N (tím se zbavíme povrchových nerovností a pružné deformace)
- vyvodíme celkové zatížení 1500 N
- provedeme odlehčení zpět na 100 N a výslednou tvrdost zjistíme přímo na Rockwellově tvrdoměru jako rozdíl mezi dvěma 100N zatíženími

Použití : tato metoda není příliš přesná, proto se používá k rozřídění materiálu na měkké (0 – 32 HRC) a tvrdé (33 – 68 HRC).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. Rockvellova zkouška



2. Brinellova zkouška (HB)

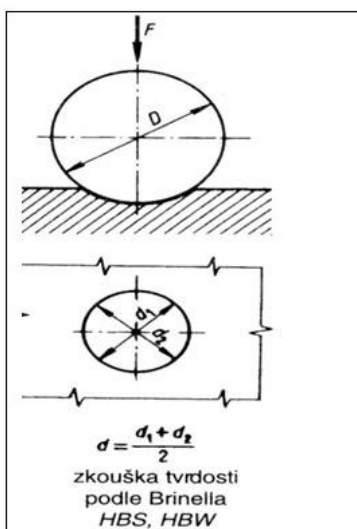
Podstata : spočívá ve vtláčování ocelové nebo spékané kuličky, určitého průměru, určitou silou po určitou dobu do zkoušeného materiálu. Mírou tvrdosti je velikost vtisku, kterou kulička zanechá.

Vzorec pro výpočet HB : $HB = \frac{F}{S \cdot g}$

F.....zatěžující síla (N)
S.....plocha vtisku (mm)
gtíhové zrychlení

Použití : pro zjištění tvrdosti měkkých materiálu

Obr. Brinellova zkouška



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

3. Vickersova zkouška (HV)

Podstata : spočívá ve vtláčování diamantového pravidelného čtyřbokého jehlanu s vrcholovým úhlem 136 do zkoušeného materiálu, určitou silou po určitou dobu. Mírou tvrdosti je velikost chlop vzniklého vtisku.

Vzorec pro výpočet HV :

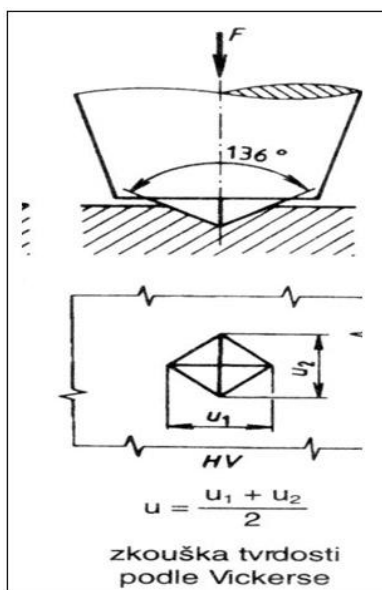
$$HV = \frac{F}{S \cdot g} = 0,189 \cdot \frac{F}{U_{stř}^2}$$

$$U_{stř} = \frac{U_1 + U_2}{2}$$

F zatěžující síla
S plocha vtisku
g tíhové zrychlení
U_{stř} střední úhlopříčka

Použití : pro zjištění tvrdosti u tvrdých materiálů

Obr. Vickersova zkouška



Zkoušky odrazové

1. Shoreho zkouška (HSh)

Podstata : touto metodou zjišťujeme tvrdost z velikosti odskoku závaží spuštěného z určité výšky od zkoušeného materiálu. Mírou tvrdosti je výška odskoku (čím je materiál tvrdší, tím je odskok vyšší). Přístroj na kterém se zkouška provádí se nazývá Shoreův skleroskop.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

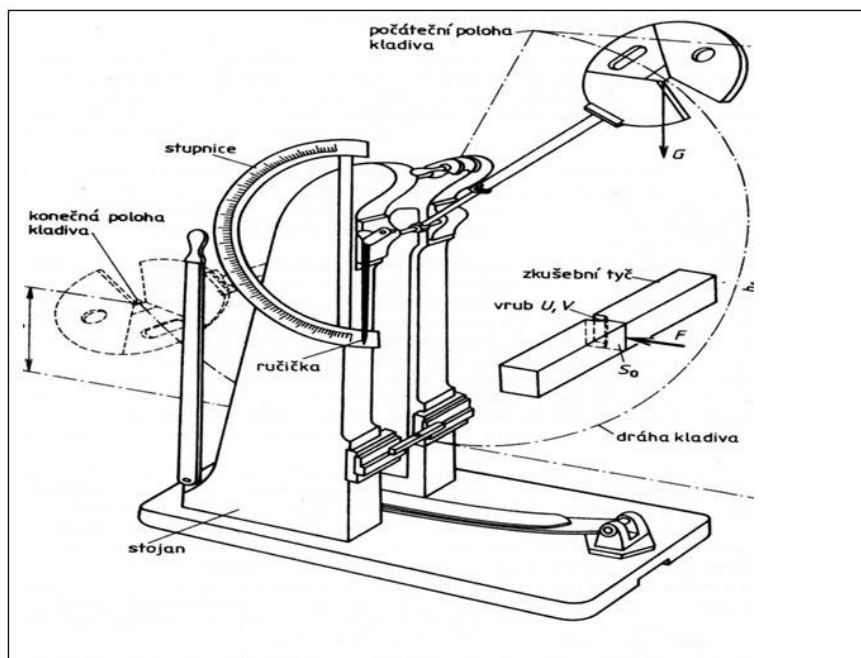
Zkouška vrubové houževnatosti

Definice houževnatosti : houževnatost je schopnost materiálu odolávat rázům. Opakem houževnatosti je křehkost.

Podstata : těžké kladivo, otočné kolem své osy se zdvihne do určité výšky a upevní se do výchozí polohy. Po uvolnění kladiva z výchozí polohy se kladivo pohybuje po kruhové dráze, narazí na zkoušený vzorek (tyč s vrubem), přerazí ji a vykývne se do konečné polohy. Tato poloha je vždy nižší než poloha výchozí. Práce, která se spotřebovala k přeražení zkoušeného vzorku se nazývá spotřebovaná nárazová práce A_r .

Definice vrubové houževnatosti : je to podíl nárazové práce A_r a původního nejmenšího průřezu v místě vrubu.

Obr. Zkouška vrubové houževnatosti



A_r nárazová práce
 G tíha kladiva
 H výchozí výška kladiva
 h konečná poloha kladiva
 S_0 nejmenší plocha vzorku

Vzorce : $A_r = G \cdot (H - h) \quad (J)$

$$KC_{U(V)} = \frac{A_r}{S_0} \quad (J/cm^2)$$

Použití: pro tepelně zpracované oceli, svary, plasty určené k lisování

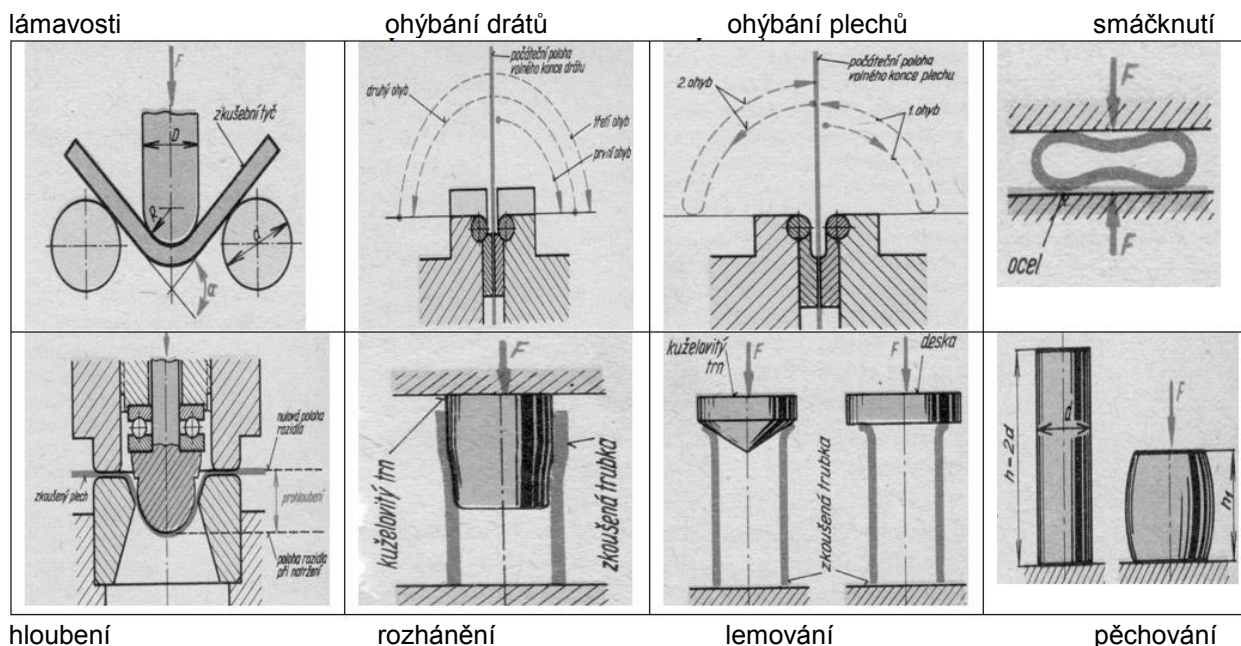
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Technologické vlastnosti

Jsou to vlastnosti, které souvisí se zpracováním materiálu. Patří sem :

1. **Tvárnost** – je to schopnost materiálu, změnit trvale svůj tvar působením vnějších sil, aniž by došlo k porušení celistvosti materiálu. Tvárnost zjišťujeme pomocí zkoušek za studena nebo tepla (zkouška lámavosti, ohýbáním, hloubením), které jsou uvedeny v ČSN
2. **Svařitelnost** – je schopnost materiálu vytvořit nerozebíratelné spojení požadované jakosti jedním ze způsobu svařování. Obtížná svařitelnost se projevuje nečistým, málo pevným svarem, nebo zkřehnutím materiálu v okolí svaru. U oceli se svařitelnost určuje podle množství uhlíku. Do 0,25 % C jsou dobře svařitelné, nad 0,5% C jsou nevhodné pro svařování. Svařitelnost zjišťujeme pomocí zkoušek, které jsou zahrnuty v ČSN a rozdělují svařitelnost do 4 skupin : zaručená, podmíněně zaručená, dobrá a obtížná
3. **Slévatelnost** – je schopnost materiálu litím zcela vyplnit předem vytvořenou formu, která má tvar budoucího výrobku tzv. odlitku. Materiál určený k lití musí mít tyto vlastnosti : dobrou tekutost, nesmí tvořit bubliny a musí mít malou smrštitelnost. Slévatelnost materiálu se určuje pomocí zkoušek, které jsou zahrnuty v ČSN.
4. **Obrobitelnost** – je vlastnost, která nám ukazuje jak se chová materiál při obrábění. Obrobitelnost posuzujeme podle toho jak snadno lze oddělit třísku, jak se chová tříska vzhledem k nástroji (jestli dochází k ulpívání třísky na nástroji) a na velikosti řezného odporu. Obrobitelnost zkoušíme normalizovaným nástrojem na měřicích suportech ,při různých rychlostech a stejných řezných podmínkách.
5. **Odolnost proti opotřebení** – je vlastnost, kterou musí mít materiál u něhož požadujeme rozměrovou stálost. Opotřebení je nežádoucí oddělování miniaturních částíček materiálu, k němuž dochází na povrchu součástí strojů, přístrojů, nástrojů působením tření mezi tuhými tělesy nebo mezi pevnou látkou a kapalinou. Zkoušky se dělají podle různých metod na speciálních zkušebních strojích a přizpůsobují se podmínkám provozu.

Obr. základní zkoušky tvárnosti





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otázky a úkoly :

1. Vysvětlíte proč je potřeba znát vlastnosti materiálu ?
2. Co rozumíte pod pojmem: pevnost, tvrdost, houževnatost ?
3. Jaké znáte způsoby namáhání a dokážete je znázornit ?
4. Uveďte praktické příklady jednotlivých způsobů namáhání.
5. Popište tahovou zkoušku a její průběh znázorníte v diagramu závislosti poměrného prodloužení na napětí.
6. Popište a znázorníte zkoušky tvrdosti HB, HRC, HV.
7. Popište a znázorníte zkoušku vrubové houževnatosti.
8. Co rozumíte pod pojmem slévatelnost, tvárnost, svařitelnost, obrobiteľnosť a odolnosť proti opotrebení ?