

OBSAH

- 1 VELIČINY TERMODYNAMICKÝCH DĚJŮ /9
 - 1.1. Základní jednotky soustavy SI /9
 - 1.2 Odvozené veličiny a jejich jednotky /10
 - 1.2.1 Hustota a měrný objem /10
 - 1.2.2 Síla /10
 - 1.2.3 Tlak, napětí /10
 - 1.2.4 Energie, práce /11
 - 1.2.5 Výkon /11
 - 1.3 Převody anglosaských jednotek na metrické /12
 - 1.4 Předpony k označování násobků a zlomků měrových jednotek /12
 - 1.5 Řecká abeceda /12

- 2 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI /13
 - 2.1 Hustota a měrný objem /13
 - 1.2.1 Hustota a měrný objem /10
 - 2.2 Modul pružnosti /15
 - 2.2.1 Modul pružnosti v tahu /15
 - 2.2.2 Modul pružnosti ve smyku /15
 - 2.2.3 Vliv jednotlivých parametrů na moduly pružnosti /16
 - 2.3 Teplotní a tepelné vlastnosti /17
 - 2.3.1 Teplota tavení /17
 - 2.3.2 Teplota varu /18
 - 2.3.3 Měrná tepelná kapacita /18
 - 2.3.4 Měrné skupenské teplo /19
 - 2.3.5 Teplotní roztažnost /20
 - 2.3.6 Tepelná vodivost /20
 - 2.4 Elektrické vlastnosti /22
 - 2.4.1 Statická elektřina /22
 - 2.4.2 Elektrická vodivost /22
 - 2.4.3 Elektrický odpor /24
 - 2.5 Magnetické vlastnosti /26
 - 2.5.1 Magnetické pole vodičů /26
 - 2.5.2 Magnetické indukční čáry /26
 - 2.5.3 Magnetická indukce /27
 - 2.5.4 Magnetické pole atomů /28
 - 2.5.5 Permeabilita /29
 - 2.5.6 Chování látek v magnetickém poli /29
 - 2.5.7 Feromagnetická doménová struktura /30
 - 2.5.8 Feromagnetické materiály /32
 - 2.5.9 Magnetizační křivky /32
 - 2.5.10 Magnetostrikce /34
 - 2.5.11 Magnetická anizotropie /35
 - 2.5.12 Ztráty při střídavé magnetizaci /37
 - 2.6 Termoelektřina /38

- 3 MECHANICKÉ VLASTNOSTI /40
 - 3.1 Statická zkouška tahem /40
 - 3.1.1 Zkušební tyče /40
 - 3.1.2 Pracovní diagram /42
 - 3.1.3 Výpočet základních normalizovaných parametrů /46
 - 3.1.3.1 Smluvní tahový diagram /46
 - 3.1.3.2 Hookův zákon a modul pružnosti /47
 - 3.1.3.3 Mez kluzu /49
 - 3.1.3.4 Mez pevnosti /49
 - 3.1.3.5 Tažnost /49
 - 3.1.3.6 Kontrakce /51
 - 3.1.3.7 Deformační práce a houževnatost /52
 - 3.1.3.8 Vliv velikosti zrna na mechanické hodnoty /52
 - 3.1.3.9 Zkušební rychlost zatěžování /52
 - 3.1.3.10 Příklady výpočtu mechanických hodnot /54

- 3.2 Zkoušky tvrdosti /55
 - 3.2.1 Zkouška tvrdosti podle Brinella /55
 - 3.2.2 Zkouška tvrdosti podle Rockwella /5677
 - 3.2.3 Zkouška tvrdosti podle Vickerse /58
 - 3.2.4 Zkouška tvrdosti odrazem /59
 - 3.2.5 Zhodnocení různých metod měření tvrdosti /59
- 3.3 Tečení /60
- 3.4 Relaxace /62
- 3.5 Odolnost proti rázu /63
 - 3.5.1 Zkouška rázem v ohybu podle Charpyho /63
 - 3.5.2 Instrumentovaná rázová zkouška v ohybu podle Charpyho /65
 - 3.5.3 Vliv teploty a velikosti nárazové práce na hodnotu přechodové teploty /66
 - 3.5.4 Ostatní vlivy na velikost nárazové práce a hodnotu přechodové teploty /68
 - 3.5.5 Zhodnocení zkoušky rázem /69
- 3.6 Únava /70
 - 3.6.1 Únavové lomy /70
 - 3.6.2 Zkušební tyče /72
 - 3.6.3 Zatěžování zkušebních tyčí /72
 - 3.6.4 Mez únavy /74
 - 3.6.5 Vliv statického předpětí na mez únavy /75
 - 3.6.6 Ostatní vlivy na hodnotu meze únavy /75

4 TVAŘITELNOST ZASTUDENA /79

- 4.1 Tvařitelnost zastudena plechů a pásů /79
 - 4.1.2 Anizotropie mechanických vlastností /80
 - 4.1.2.1 Plastická (normálová) anizotropie /80
 - 4.1.2.2 Plošná anizotropie mechanických vlastností /82
 - 4.1.3 Deformační zpevnění /83
 - 4.1.4 Koeficient rychlostní citlivosti přetvárného odporu /85
 - 4.1.5 Mezní přetvoření /87
 - 4.1.6 Kriterium zásoby tvařitelnosti zastudena kovových materiálů /89
 - 4.1.6.1 Výpočet práce W_{ZT} u materiálu s nevýraznou mezí kluzu /90
 - 4.1.6.2 Výpočet velikosti W_{ZT} u materiálu s výraznou mezí kluzu /90
 - 4.1.6.3 Výpočet kritéria zásoby tvařitelnost /91
 - 4.1.7 Zkouška plechů a pásů hloubením podle Erichsena /91
 - 4.1.8 Zkouška plechů a pásů kalíškovací zkouškou /93
 - 4.1.9 Zkoušky plechů a drátů střídavým ohybem /94
- 4.2 Zkoušky drátů, tyčí a trubek zastudena /94
 - 4.2.1 Zkouška ohybem /94
 - 4.2.2 Zkouška drátů kroucením /95
 - 4.2.3 Zkouška trubek rozšiřováním /96
 - 4.2.4 Zkouška trubek lemováním /96
 - 4.2.5 Zkouška trubek smáčknutím /96
 - 4.2.6 Zkouška trubek ohybem /97
- 4.3 Zkouška pěchováním /97

5 DEFĚKTOSKOPICKÉ ZKOUŠKY /98

- 5.1 Defektoskopické zkoušky povrchových vad /98
 - 5.1.1 Vizuální kontrola /98
 - 5.1.2 Zkoušky kapilární /98
 - 5.1.3 Zkoušky magnetoinduktivní a elektroinduktivní /99
 - 5.1.3.1 Metoda rozptylových magnetických toků /99
 - 5.1.3.2 Metoda vířivých proudů /101
- 5.2 Defektoskopické zkoušky vnitřních vad /101
 - 5.2.1 Zkoušky ultrazvukem /101
 - 5.2.1.1 Odrazová metoda /102
 - 5.2.1.2 Průchodová metoda /102
 - 5.2.1.3 Rezonanční metoda /103

- 5.2.2 Zkoušky pronikavým zářením /103
 - 5.2.2.1 Zkouška rentgenovým zářením /103
 - 5.2.2.2 Zkouška zářením γ /104 /108

6 KOROZE /105

- 6.1 Chemická koroze /105
 - 6.1.1 Vliv plynného oxidačního prostředí /106
 - 6.1.2 Vliv plynného redukčního prostředí /107
 - 6.1.3 Vliv speciálního prostředí /108
 - 6.1.4 Ochranné atmosféry /108
 - 6.1.4.1 Exotermické atmosféry /113
 - 6.1.4.2 Endotermické atmosféry /109
 - 6.1.4.3 Vodík, dusík a dusiko-vodíkové atmosféry /109
 - 6.1.4.4 Směrná složení ochranných atmosfér /110
 - 6.1.4.5 Vakuum /110
- 6.2 Elektrochemická koroze /111
- 6.3 Korozní produkty /113
- 6.4 Formy chemických a elektrochemických korozi /114
 - 6.4.1 Rovnoměrná koroze /114
 - 6.4.2 Místní koroze /116
 - 6.4.3 Galvanická koroze /116
 - 6.4.4 Štěrbinová koroze /116
 - 6.4.5 Bodová koroze /116
 - 6.4.6 Selektivní koroze /117
 - 6.4.7 Interkrystalická a transkrystalická koroze /118
 - 6.4.8 Nožová koroze /119
 - 6.4.9 Vodíková koroze /119
 - 6.4.10 Půdní koroze /119
 - 6.4.11 Korozní únava /119
 - 6.4.12 Opotřebení /120
 - 6.4.12.1 Adhezivní opotřebení /120
 - 6.4.12.2 Abrazivní opotřebení /121
 - 6.4.12.3 Erozivní opotřebení /121
 - 6.4.12.4 Kavitační opotřebení /122
 - 6.4.12.5 Únavové opotřebení /122
 - 6.4.12.6 Vibrační opotřebení /122
 - 6.4.13 Koroze bludnými proudy /123
- 6.5 Ochrana proti korozi /124
 - 6.5.1 Ochrana legováním /124
 - 6.5.2 Ochrana úpravou korozního prostředí /125
 - 6.5.3 Elektrochemická ochrana /125
 - 6.5.3.1 Katodická ochrana /125
 - 6.5.3.2 Anodická ochrana /126
 - 6.5.4 Ochrana povlaky /126
 - 6.5.5 Ochrana proti korozi konstrukčními úpravami /128

7 SVĚTELNÁ METALOGRAFIE /159

- 7.1 Povrch a jeho vlastnosti /129
 - 7.1.1 Struktura povrchu /129
 - 7.1.2 Fyzikální vlastnosti povrchu /129
 - 7.1.3 Geometrické a mechanické vlastnosti povrchu /130
 - 7.1.4 Chemické vlastnosti povrchu /130

- 7.2 Příprava vzorků /130
 - 7.2.1 Odebírání vzorků /130
 - 7.2.2 Příprava vzorků /131
 - 7.2.3 Obrábění vzorků /131
 - 7.2.4 Leštění vzorků /131
 - 7.2.4.1 Mechanické leštění /131
 - 7.2.4.2 Elektrolytické leštění /132
 - 7.2.4.3 Chemické leštění /132
- 7.3 Zviditelnění struktury /132
 - 7.3.1 Vyvolávání makrostruktury /132
 - 7.3.2 Vyvolávání mikrostruktury /133
- 7.4 Optický mikroskop /133
 - 7.4.1 Popis mikroskopu /133
 - 7.4.2 Objektiv a okulár /134
 - 7.4.3 Apertura /134
 - 7.4.4 Zvětšení a rozlišovací schopnost mikroskopu /135
- 7.5 Způsoby pozorování vzorků /135
 - 7.5.1 Pozorování ve světlém poli /136
 - 7.5.2 Pozorování v tmavém poli /136
- 7.6 Velikost zrna /136

Literatura /139

ÚVOD

Rozvojem naší civilizace vzrůstaly nároky na znalost vlastností kovových materiálů. Došlo k rozvoji vědních disciplin, zejména fyziky a chemie, které kovové vlastnosti intenzivně studovaly, neboť vznikala společenská potřeba nových a čím dál složitějších výrobků a technologií. Postupně docházelo k třídění vlastností, které jsou v této publikaci rozděleny na vlastnosti fyzikální, mechanické, technologické a chemické.

Mechanickými vlastnostmi se zabývá i fyzika pevné fáze. Přesto jsou tyto mechanické vlastnosti od fyzikálních odděleny, protože nabyly důležitosti po vybudování nauky o pružnosti a pevnosti. Spolu pak s touto vědní disciplinou slouží pro inženýrské výpočty konstrukcí namáhaných externě působícími silami. Skripta se zabývají jen základními mechanickými vlastnostmi a s nimi spojenými zkouškami.

Výrobci měli vždy snahu zjistit vhodnost zpracovávaného materiálu pro daný výrobek dříve, než se zavede zvolenou technologií do sériové výroby. K tomu slouží technologické zkoušky, které lépe než mechanické zkoušky tuto skutečnost vystihují, protože přesněji určují kritická místa výrobku, kde může dojít k jeho porušení.

Chemické vlastnosti jsou ponejvíce spojeny s korozí kovových materiálů, která existuje prakticky všude. V souvislosti s ní popisují skripta účinky jejich jednotlivých druhů na materiály.

Defektoskopické zkoušky pak popisují způsoby nedestruktivní kontroly vnitřních i povrchových vad hotových výrobků.

Závěrem skript je uvedena Světelná mikroskopie, jejímž účelem je snadnější pochopení způsobů přípravy a vyhodnocování vzorků struktur za použití světelného mikroskopu.

Všechny uvedené vlastnosti spolu s jejich zkouškami tvoří ve skriptech samostatné uzavřené kapitoly a mohou se studovat nezávisle na sobě.