

Obsah

Předmluva /8

10 Technologické vlastnosti /9

10.1 Anizotropie mechanických vlastností /9

10.2 Tvařitelnost pásů a plechů zastudena /10

10.2.1 Normálová anizotropie /10

10.2.2 Plošná anizotropie /12

10.2.3 Deformační zpevnění /13

10.2.4 Technologické zkoušky plechů a pásů /15

10.2.4.1 Kritéria tvařitelnosti využívající zkoušku tahem /15

10.2.4.2 Kritérium zásoby plasticity /16

10.2.4.3 Experimentální diagramy mezních přetvoření /18

10.2.4.4 Teoretické diagramy mezních přetvoření /20

10.2.4.5 Koeficient využití plasticity /22

10.2.4.6 Zkouška tvařitelnosti podle Erichsena /23

10.2.4.7 Kalíškovací zkouška /24

10.2.4.8 Zkouška střídavým ohybem /25

10.3 Tvařitelnost drátů, tyčí a trubek zastudena /26

10.3.1 Zkouška lámavosti /26

10.3.2 Zkouška drátů kroucením a střídavým ohybem /26

10.3.3 Zkouška pýcháním /27

10.3.4 Zkouška trubek rozháněním /27

10.3.5 Zkouška trubek lemováním /27

10.3.6 Zkouška trubek smáčknutím /28

10.4 Tvařitelnost zatepla /28

10.5 Slévatelnost /29

10.5.1 Zabíhavost /29

10.5.2 Smrštění /30

10.6 Svařitelnost /30

10.7 Opotřebení /31

10.7.1 Adhezivní opotřebení /32

10.7.2 Abrazivní opotřebení /33

10.7.3 Erozivní opotřebení /33

10.7.4 Kavitační opotřebení /34

10.7.5 Únavové opotřebení /34

10.7.6 Vibrační opotřebení /35

11 Defektoskopické zkoušky /36

11.1 Defektoskopické zkoušky vnitřních vad /36

11.1.1 Zkoušky ultrazvukem /36

11.1.2 Zkoušky zářením /38

11.2 Defektoskopické zkoušky povrchových vad /39

11.2.1 Zkoušky magnetické a elektroindukční /39

11.2.2 Zkoušky kapilární /41

12 Fyzikální vlastnosti /42

- 12.1 Hustota a měrný objem /42
- 12.2 Modul pružnosti /43
- 12.3 Teplota tavení /43
- 12.4 Měrné skupenské teplo tavení /43
- 12.5 Měrné teplo /44
- 12.6 Teplotní roztažnost /45
- 12.7 Tepelná vodivost /45
- 12.8 Elektrická vodivost a elektrický odpor /47
 - 12.8.1 Statická elektřina /47
 - 12.8.2 Elektrická vodivost /47
 - 12.8.3 Elektrický odpor /49
- 12.9 Magnetické vlastnosti /51
 - 12.9.1 Magnetické pole a jeho intenzita /51
 - 12.9.2 Magnetický moment /53
 - 12.9.3 Magnetická indukce a permeabilita /54
 - 12.9.4 Feromagnetismus a magnetizační křivky /55
 - 12.9.5 Magnetostrikce /58
 - 12.9.6 Magnetická anizotropie /60
 - 12.9.6.1 Krystalová anizotropie /60
 - 12.9.6.2 Tvarová anizotropie /61
 - 12.9.6.3 Napěťová anizotropie /61
 - 12.9.6.4 Indukovaná anizotropie /62
 - 12.9.7 Ztráty při střídavé magnetizaci /62
- 12.10 Termoelektřina /63

13 Chemické vlastnosti (koroze) /65

- 13.1 Chemická koroze /65
 - 13.1.1 Vliv oxidačního prostředí /66
 - 13.1.2 Vliv redukčního prostředí /67
 - 13.1.3 Vliv speciálního prostředí /67
- 13.2 Elektrochemická koroze /68
 - 13.2.1 Podstata elektrochemické koroze /68
 - 13.2.2 Vnější projevy jednotlivých druhů koroze /70
 - 13.2.2.1 Rovnoměrná koroze /70
 - 13.2.2.2 Místní koroze /73
 - 13.2.2.3 Bodová koroze /73
 - 13.2.2.4 Selektivní koroze /73
 - 13.2.2.5 Interkrystalická a transkrystalická koroze /74
 - 13.2.2.6 Koroze pod napětím /75
 - 13.2.2.7 Koroze bludnými proudy /75
- 13.3 Korozní produkty /76
- 13.4 Ochrana proti korozi /77
 - 13.4.1 Ochrana proti korozi volbou materiálu /77
 - 13.4.2 Ochrana proti korozi konstrukčními úpravami /78
 - 13.4.3 Ochrana proti korozi úpravou korozního prostředí /78
 - 13.4.4 Ochrana proti korozi povrchovými úpravami /79
 - 13.4.5 Katodická ochrana /79

14 Praktická metalografie /81

- 14.1 Příprava metalografického výbrusu /81
- 14.2 Zviditelnění struktury metalografického výbrusu /82
- 14.3 Mikroskopy /83
- 14.4 Velikost zrna /84

15 Druhy ocelí / 87

15.1 Vliv prvků na vlastnosti ocelí /87

15.1.1 Doprovodné prvky /88

15.1.1.1 Škodlivé doprovodné prvky /88

15.1.1.2 Prospěšné doprovodné prvky /89

15.1.2 Slitinové prvky /90

15.2 Označování ocelí k tváření /93

15.2.1 Označování ocelí podle ČSN /94

15.2.2 Označování ocelí podle ČSN EN /95

15.2.2.1 Označování ocelí na základě použití a mechanických a fyzikálních vlastností /95

15.2.2.2 Označování ocelí na základě chemického složení /96

15.2.2.3 Systém číselného označování /97

15.2.3 Označování ocelí podle německé normy DIN /97

15.2.3.1 Číselné značení ocelí /97

15.2.3.2 Značení ocelí kombinací čísel a písmen /97

15.3 Charakteristika ocelí podle tříd ČSN /99

15.3.1 Uhlíkové oceli konstrukční /99

15.3.2 Uhlíkové oceli tř. 12 a nízkolegované konstrukční oceli tř. 13 až 16 /100

15.3.3 Korozivzdorné oceli třídy 17/101

15.3.3.1 Hlavní legující prvky /102

15.3.3.2 Martenzitické oceli /103

15.3.3.3 Feritické oceli /103

15.3.3.4 Austeniticko-feritické oceli /104

15.3.3.5 Austenitické oceli /104

15.3.3.6 Struktury v korozivzdorných ocelích /105

15.3.4 Oceli třídy 18 vyrobené práškovou metalurgií /106

15.3.5 Nástrojové oceli třídy 19 /107

15.3.5.1 Vlastnosti nástrojových ocelí /108

15.3.5.2 Vliv legujících prvků na vlastnosti nástrojových ocelí /109

15.3.5.3 Uhlíkové nástrojové oceli /110

15.3.5.4 Legované nástrojové oceli pro práci zastudena /110

15.3.5.5 Legované nástrojové oceli pro práci zatepla /111

15.3.5.6 Rychlořezné oceli /111

15.3.5.7 Žihání nástrojových ocelí /113

15.3.5.8 Kalení a popouštění nástrojových ocelí /114

15.3.5.9 Chemicko-tepelné zpracování nástrojových ocelí /116

15.4 Moderní typy ocelí pro tváření /116

15.4.1 Oceli pro zvlášť hluboké tažení /117

15.4.2 Oceli pro smaltování /117

15.4.3 Oceli pro obalové plechy /118

15.4.4 Svařitelné konstrukční mikrolegované oceli /118

15.4.5 Dvofázové feriticko-martenzitické oceli /119

15.4.6 Refosforizované oceli /120

15.4.7 BH oceli /121

15.4.8 Izotropní oceli /122

15.4.9 Bezintersticiální oceli /122

15.4.10 TRIP oceli /123

- 16 Neželezné kovy a jejich slitiny /124
 - 16.1 Rozdělení neželezných kovů /124
 - 16.2 Lehké kovy a jejich slitiny /125
 - 16.2.1 Hliník /125
 - 16.2.1.1 Hliníkové slitiny určené k tváření /125
 - 16.2.1.2 Hliníkové slitiny určené k odlévání /126
 - 16.2.2 Titan /127
 - 16.2.3 Hořčík /128
 - 16.3 Těžké kovy a jejich slitiny /129
 - 16.3.1 Měď /129
 - 16.3.1.1 Mosazi /129
 - 16.3.1.2 Bronzy /131
 - 16.3.2 Nikl /133
 - 16.4 Ostatní neželezné kovy /134
- 17 Materiály se zvláštními fyzikálními vlastnostmi /138
 - 17.1 Magnetické materiály /138
 - 17.1.1 Magneticky měkké materiály /139
 - 17.1.1.1 Vlastnosti magneticky měkkých materiálů /139
 - 17.1.1.2 Nízkouhlíková ocel a technicky čisté železo /140
 - 17.1.1.3 Oceli na bázi *Fe-Si* /141
 - 17.1.1.4 Oceli na bázi *Fe-Si-Al* /143
 - 17.1.1.5 Slitiny na bázi *Ni-Fe* /143
 - 17.1.1.6 Oceli na bázi *Fe-Co* /148
 - 17.1.2 Magneticky polotvrdé materiály /148
 - 17.1.3 Magneticky tvrdé materiály /149
 - 17.1.3.1 Vlastnosti magneticky tvrdých materiálů /149
 - 17.1.3.2 Netvařitelné materiály /150
 - 17.1.3.3 Tvařitelné materiály /151
 - 17.1.3.4 Materiály na bázi vzácných zemin /151
 - 17.1.4 Ferity /152
 - 17.1.4.1 Magneticky měkké ferity /152
 - 17.1.4.2 Magneticky tvrdé ferity /153
 - 17.2 Vodiče /153
 - 17.3 Supravodivé kovy, slitiny a sloučeniny /155
 - 17.4 Slitiny s vysokým elektrickým odporem /155
 - 17.5 Materiály pro kontakty /156
 - 17.6 Materiály se zaručenou teplotní roztažností /158
 - 17.6.1 Oceli s minimální teplotní roztažností /158
 - 17.6.2 Materiály s určitou teplotní roztažností /158
 - 17.7 Materiály pro tavné a tepelné pojistky /159
 - 17.8 Materiály pro extrémní teploty /159
 - 17.8.1 Žárovzdorné slitiny /159
 - 17.8.2 Žárupevné slitiny /160
 - 17.8.3 Slitiny pro snížené teploty /161
 - 17.8.4 Materiály pro pájky /161
 - 17.9 Materiály pro jadernou energetiku /162
 - 17.10 Plátované materiály /164
 - 17.11 Slinuté materiály /164
 - 17.11.1 Slinutá ocel /164
 - 17.11.2 Slinuté karbidy pro nástroje /165
 - 17.11.3 Slinuté materiály na kontakty pro elektrotechniku /166
 - 17.11.4 Slinuté materiály pro kluzná ložiska /166
 - 17.11.5 Kovokeramické třecí materiály /166

18 Nenkonvenční materiály /167

18.1 Kovová skla /167

18.1.1 Charakteristika kovových skel /167

18.1.2 Vliv rychlosti ochlazování na vznik amorfního stavu /167

18.1.3 Vlastnosti kovových skel /169

18.1.4 Kovová skla pro elektrotechniku /170

18.2 Kovové pěny /171

Příloha 1 Označování ocelí podle ČSN /174

Příloha 2 Označování slitin *Fe* určené pro odlitky /175

Příloha 3 Označování neželezných kovů podle ČSN /176

Příloha 4 Porovnávací tabulka meze pevnosti R_m , a tvrdostí *HV*, *HB*, *HRC*, *HRB* /177

Příloha 5 Určování tvrdosti podle Brinella z průměru vtisku /179

Příloha 6 Určování tvrdosti podle Vickerse z délky úhlopříčky vtisku /181

Příloha 7 Korekce tvrdosti podle Rockwella na válcovém povrchu /183

Příloha 8 Převod anglosaských jednotek na metrické /184

Příloha 9 Převod stupňů Fahrenheita na stupně Celsia /186

Příloha 10 Termoelektrické napětí termočlánku *PtRh10-Pt* /187

Příloha 11 Termoelektrické napětí termočlánku *PtRh30-PtRh6* /189

Příloha 12 Termoelektrické napětí termočlánku *NiCr-Ni* /190

Příloha 13 Termoelektrické napětí termočlánku *chromel-alumel* /192

Příloha 14 Popouštěcí diagramy vybraných ocelí /194

Příloha 15 Zpevňovací křivky uhlíkových ocelí /195

Příloha 16 Teoretické Keeler-Goodwinovy diagramy /197

Příloha 17 Umístění prvků s určitou krystalovou mřížkou v Mendělejevově tabulce /199

Příloha 18 Fyzikální konstanty /201

Příloha 19 Materiálový list oceli 11 423 /202

Příloha 20 Porovnání různých značek ocelí dodávaných obchodní firmou Montan Ocel s.r.o. /205

Rejstřík /206

Literatura /210

Poděkování /212

Opravenka 1.části skript Nauka o materiálu Kovy a kovové materiály /213