

# OBSAH

1. Stručný vývoj přídavných materiálů pro svařování kovů a dnešní stav jejich výroby v ČSSR . . . . .	15
2. Obecné charakteristiky a rozdělení přídavných materiálů . . . . .	18
2.1 Svařovací dráty, tyčinky a prášky . . . . .	18
2.2 Elektrody — rozdělení . . . . .	20
2.21 Dělení elektrod podle provedení . . . . .	21
2.211 Elektrody holé . . . . .	21
2.212 Elektrody upravené . . . . .	21
2.213 Elektrody s duší . . . . .	21
2.214 Elektrody obalené . . . . .	21
2.22 Dělení elektrod podle složení . . . . .	22
2.221 Elektrody nelegované . . . . .	22
2.222 Elektrody legované . . . . .	22
2.23 Dělení elektrod podle tloušťky obalu . . . . .	23
2.231 Elektrody tence obalené . . . . .	24
2.232 Elektrody středně obalené . . . . .	24
2.233 Elektrody tlustě obalené . . . . .	24
2.234 Elektrody velmi tlustě obalené . . . . .	24
2.24 Dělení elektrod podle způsobu nanesení obalu . . . . .	25
2.241 Elektrody máčené . . . . .	25
2.242 Elektrody lisované . . . . .	25
2.25 Dělení elektrod podle svařovacích vlastností . . . . .	26
2.251 Rozdělení podle svařovacích poloh . . . . .	26
2.252 Rozdělení podle způsobu přechodu svarového kovu do tavné lázně . . . . .	27
2.253 Rozdělení podle druhu svařovacího proudu a polarit . . . . .	28
2.26 Požadavky na jakost elektrod . . . . .	28
2.27 Rozdělení elektrod podle složení obalu . . . . .	29
2.271 Obaly stabilizační . . . . .	29
2.272 Obaly organické . . . . .	29
2.273 Obaly struskotvorné . . . . .	29
2.2731 Obaly oxidační . . . . .	30
2.2732 Obaly kyselé . . . . .	30
2.2733 Obaly bazické . . . . .	31
2.2734 Obaly rutilové . . . . .	34
2.2735 Obaly rutil-organické . . . . .	35
2.2736 Obaly rutil-bazické . . . . .	36
2.2737 Obaly grafitové . . . . .	36
2.2738 Obaly ze solí halových prvků . . . . .	37
2.28 Rozdělení elektrod podle použití . . . . .	37

2.29	Elektrody speciálních vlastností . . . . .	38
2.291	Elektrody kontaktní . . . . .	38
2.292	Elektrody hlubokozávarové . . . . .	38
2.293	Elektrody výtěžkové . . . . .	39
2.294	Elektrody vysokovýkonné . . . . .	39
2.295	Elektrody dvoukovové . . . . .	39
2.296	Elektrody dlouhé . . . . .	39
2.297	Elektrody drážkovací . . . . .	40
2.298	Elektrody řezací . . . . .	40
2.299	Elektrody neodtavující se . . . . .	40
2.3	Tavidla pro automatické svařování . . . . .	40
2.31	Rozdělení tavidel podle způsobu výroby . . . . .	41
2.311	Tavená tavidla . . . . .	41
2.312	Netavená tavidla . . . . .	41
2.3121	Tavidla keramická . . . . .	41
2.3122	Tavidla aglomerovaná . . . . .	42
2.3123	Tavidla sintrovaná . . . . .	42
2.32	Rozdělení tavidel podle chemického složení . . . . .	42
2.321	Tavidla křemičitá . . . . .	42
2.322	Tavidla manganatá . . . . .	42
2.323	Tavidla fluoridová . . . . .	42
2.33	Rozdělení tavidel podle metalurgických vlivů . . . . .	43
2.34	Rozdělení tavidel podle struktury . . . . .	43
2.341	Tavidla sklovitá . . . . .	43
2.342	Tavidla pemzovitá . . . . .	43
2.35	Rozdělení tavidel podle použití . . . . .	43
3.	Podmínky pro jakost a použití přídavných materiálů . . . . .	44
3.1	Zvláštnosti tavného svařování a navařování . . . . .	44
3.2	Vlivy tepla a ochlazování . . . . .	45
3.3	Vlivy prostředí . . . . .	46
3.31	Atmosférický vzduch . . . . .	46
3.311	Kyslík . . . . .	46
3.312	Dusík . . . . .	48
3.313	Vodík . . . . .	49
3.4	Vliv ochranných plynů . . . . .	51
3.5	Vliv strusky . . . . .	56
3.6	Vliv doprovodných prvků . . . . .	59
3.61	Prvky působící na metalurgické procesy . . . . .	59
3.611	Uhlík . . . . .	60
3.612	Mangan . . . . .	60
3.613	Křemík . . . . .	61
3.614	Titan . . . . .	62
3.615	Niob . . . . .	62
3.616	Tantal . . . . .	63
3.617	Hliník . . . . .	63
3.618	Hořčík . . . . .	63
3.62	Prvky legovací . . . . .	63
3.621	Nikl . . . . .	63
3.622	Chróm . . . . .	64
3.623	Molybden . . . . .	64
3.624	Vanad . . . . .	65
3.625	Wolfram . . . . .	65

3.626 Kobalt . . . . .	65
3.627 Bór . . . . .	65
3.628 Zirkon . . . . .	66
3.63 Jiné prvky . . . . .	66
3.631 Měď . . . . .	66
3.632 Cín . . . . .	66
3.633 Olovo . . . . .	66
3.634 Zinek . . . . .	66
3.635 Kadmium . . . . .	66
3.636 Stříbro . . . . .	66
3.637 Arzén, antimon, vizmut . . . . .	67
3.638 Síra . . . . .	67
3.639 Fosfor . . . . .	67
4. Výroba přídavných materiálů . . . . .	68
4.1 Dráty . . . . .	68
4.11 Válcovaný drát . . . . .	68
4.12 Tažený drát . . . . .	69
4.13 Trubičkové dráty (elektrody) . . . . .	71
4.14 Páskové elektrody . . . . .	72
4.15 Tyčinky . . . . .	72
4.151 Stříhané tyčinky . . . . .	73
4.152 Lité tyčinky . . . . .	74
4.2 Elektrody . . . . .	76
4.21 Příprava jádrového materiálu elektrod . . . . .	76
4.22 Příprava suchých kmenů pro obaly elektrod . . . . .	76
4.221 Drcení a mletí kusových složek . . . . .	78
4.222 Míšení suchých kmenů . . . . .	81
4.23 Pojidla . . . . .	84
4.24 Výroba elektrod . . . . .	84
4.241 Příprava mokrých obalových hmot . . . . .	84
4.242 Obalování tyčinek . . . . .	86
4.2421 Máčení . . . . .	86
4.2422 Lisování . . . . .	86
4.25 Sušení elektrod . . . . .	91
4.251 Předsušování . . . . .	93
4.252 Sušení . . . . .	93
4.26 Balení elektrod . . . . .	96
4.3 Tavidla pro automatické svařování . . . . .	97
4.31 Tavená tavidla . . . . .	97
4.32 Keramická tavidla . . . . .	99
4.4 Závěr . . . . .	99
5. Označování československých přídavných materiálů pro svařování . . . . .	101
5.1 Podnikové značení . . . . .	101
5.2 Značení podle ČSN. Technické dodací předpisy . . . . .	103
5.21 ČSN 05 5020 — Elektrody pro spojovací sváry uhlíkových ocelí . . . . .	104
5.22 ČSN 05 5320 — Svařovací dráty pro spojovací sváry uhlíkových ocelí . . . . .	105
5.23 ČSN 05 5390 — Svařovací dráty pro svařování a navařování uhlíkových a nízkolegovaných ocelí v ochranné atmosféře plynů . . . . .	105

5.24	ČSN 05 5375 — Svařovací dráty pro svařování a navařování ocelí automaty . . . . .	106
5.25	ČSN 05 5701 — Tavidla třídy 1 pro automatické svařování a navařování, vyráběná tavením . . . . .	106
5.26	ČSN 05 5300 — Svařovací dráty pro spojovací svary žárovepných ocelí třídy 15 . . . . .	106
5.27	ČSN 05 5080 — Elektrody pro spojovací svary nízkolegovaných žárovepných ocelí třídy 15 . . . . .	106
5.28	Přídavné materiály pro svařování ocelí třídy 17 . . . . .	107
5.29	ČSN 05 5400 — Svařovací tyčinky z neželezných kovů . . . . .	107
5.291	ČSN 05 5290 — Elektrody z neželezných kovů . . . . .	107
5.292	ČSN 05 5360 — Tyčinky na návary vrstev se zvláštními vlastnostmi . . . . .	107
5.293	ČSN 05 5160 — Elektrody na návary se zvláštními vlastnostmi . . . . .	109
6.	Přídavné materiály pro ruční svařování . . . . .	110
6.1	Přídavné materiály pro svařování uhlíkových ocelí . . . . .	110
6.11	Svařovací dráty pro spojovací svary uhlíkových ocelí podle ČSN 05 5320 . . . . .	110
6.12	Elektrody pro spojovací svary uhlíkových ocelí podle ČSN 05 5020 . . . . .	112
6.2	Přídavné materiály pro spojovací svary nízkolegovaných ocelí . . . . .	119
6.21	Svařovací dráty pro spojovací svary nízkolegovaných ocelí . . . . .	119
6.22	Elektrody pro spojovací svary nízkolegovaných ocelí . . . . .	120
6.3	Přídavné materiály pro svařování žárovepných ocelí třídy 15 . . . . .	123
6.31	Svařovací dráty pro spojovací svary podle ČSN 05 5300 . . . . .	123
6.32	Elektrody pro spojovací svary podle ČSN 05 5080 . . . . .	123
6.4	Přídavné materiály pro spojovací svary ocelí třídy 17 . . . . .	130
6.41	Svařovací dráty . . . . .	130
6.42	Svařovací elektrody . . . . .	131
6.5	Přídavné materiály pro navařování vrstev se zvláštními vlastnostmi . . . . .	140
6.51	Tyčinky na návary se zvláštními vlastnostmi. ČSN 05 5360 . . . . .	143
6.52	Elektrody na návary se zvláštními vlastnostmi. ČSN 05 5160 . . . . .	146
6.6	Tvrdonávarové tyčinky se slinutými karbidy . . . . .	158
6.7	Prášky pro navařování . . . . .	160
6.8	Přídavné materiály z neželezných kovů . . . . .	162
6.81	Svařovací tyčinky z neželezných kovů. ČSN 05 5400 . . . . .	162
6.82	Elektrody z neželezných kovů. ČSN 05 5290 . . . . .	163
6.83	Elektrody pro svařování šedé litiny (tyčinky) . . . . .	166
6.9	Elektrody pro zvláštní účely . . . . .	168
7.	Přídavné materiály pro svařování automaty . . . . .	170
7.1	Svařovací dráty pro svařování a navařování ocelí automaty. ČSN 05 5375 . . . . .	171
7.2	Tavidla třídy 1 pro svařování a navařování automaty, vyráběná tavením. ČSN 05 5701 . . . . .	175
7.3	Aglomerovaná tavidla . . . . .	180
7.4	Keramická tavidla . . . . .	181
8.	Svařovací dráty pro svařování a navařování uhlíkových a nízkolegovaných ocelí v ochranné atmosféře plynů. ČSN 05 5390 . . . . .	182

9. Zkoušení přídavných materiálů . . . . .	185
9.1 Význam a druh zkoušek . . . . .	185
9.11 Zkoušky základní . . . . .	185
9.12 Zkoušky periodické . . . . .	185
9.13 Zkoušky prověřovací a přejímací . . . . .	185
9.14 Zkoušky klasifikační . . . . .	186
9.15 Zkoušky zvláštní . . . . .	186
9.2 Technologické zkoušky . . . . .	186
9.21 Zkoušky svařovacích vlastností . . . . .	186
9.211 Vnější prohlídka . . . . .	186
9.212 Zkouška navařovací . . . . .	187
9.213 Zkouška odkapávací . . . . .	187
9.214 Zkouška nesoustřednosti obalu . . . . .	187
9.215 Zkouška pádová . . . . .	188
9.216 Zkouška zrnitosti . . . . .	188
9.217 Zkouška prašnosti . . . . .	188
9.218 Zkouška vlhkosti . . . . .	188
9.22 Zkoušky výkonových vlastností . . . . .	188
9.221 Výkon roztavení . . . . .	188
9.222 Výkon navaření . . . . .	188
9.223 Součinitel roztavení . . . . .	189
9.224 Součinitel navaření . . . . .	189
9.225 Výtěžek elektrody . . . . .	189
9.226 Ztráta rozstřikem . . . . .	189
9.227 Účinnost . . . . .	189
9.228 Celková účinnost . . . . .	189
9.229 Spotřeba elektrické energie . . . . .	190
9.3 Metalurgické zkoušky . . . . .	195
9.31 Chemické složení . . . . .	196
9.32 Homogenita svarového kovu . . . . .	196
9.4 Mechanické zkoušky . . . . .	196
9.41 Zkoušky svarového kovu tahem . . . . .	197
9.411 Mez pevnosti v tahu . . . . .	199
9.412 Mez kluzu v tahu . . . . .	199
9.413 Tažnost . . . . .	199
9.414 Zkouška svarového kovu rázem . . . . .	199
9.415 Umělé stárnutí . . . . .	201
9.42 Zkoušky svarových spojů . . . . .	201
9.421 Zkoušky tahem . . . . .	201
9.422 Zkoušky lámavosti . . . . .	202
9.423 Zkoušky rázem . . . . .	203
9.424 Zkoušky praskavosti . . . . .	204
9.43 Zkoušky tvrdosti svarových spojů (návarů) . . . . .	204
9.44 Zkoušky jiných vlastností . . . . .	206
9.45 Zkoušky na únavu . . . . .	206
9.451 Mez únavy . . . . .	206
9.452 Mez pevnosti při tečení . . . . .	207
10. Klasifikace a hodnocení čs. přídavných materiálů . . . . .	209
10.1 Hodnocení československých přídavných materiálů . . . . .	210
11. Zásobování a uskladňování přídavných materiálů . . . . .	211
11.1 Objednávka přídavných materiálů . . . . .	211

11.2	Dodávaný sortiment a balení . . . . .	215
11.3	Dodávka přídavných materiálů . . . . .	217
11.4	Přejímka přídavných materiálů . . . . .	217
11.5	Skladování přídavných materiálů . . . . .	217
12.	Vlhkost a přesušování čs. přídavných materiálů . . . . .	219
12.1	Možnosti vlhnutí . . . . .	219
12.2	Přesušování . . . . .	220
12.3	Zkoušení vlhkosti . . . . .	221
	Literatura . . . . .	224
Příloha 1	Převodní klíč označování čs. přídavných materiálů pro svařování . . . . .	228
Příloha 2	Porovnávací tabulky čs. přídavných materiálů s některými značkami zahraničními . . . . .	238
2/I	Význam označení podle ISO . . . . .	239
2/II	Význam označení podle DIN 1913 . . . . .	241
2/III	Význam označení elektrod podle BS 1719 . . . . .	242
2/IV	Význam označení podle ASTM (AWS) A 233 . . . . .	243
2/V	Význam označení podle GOST 9467-60 . . . . .	245
2/VI	Elektrody pro spojovací svary nelegovaných ocelí . . . . .	246
2/VII	Elektrody pro spojovací svary vysokolegovaných ocelí . . . . .	
2/VIII	Elektrody pro svařování šedé litiny . . . . .	
2/IX	Přehled nejdůležitějších evropských výrobců přídavných materiálů pro svařování . . . . .	256
Příloha 3	Doporučené značky přídavných materiálů pro svařování uhlíkových ocelí obvyklých jakostí třídy 10 . . . . .	275
Příloha 4	Doporučené značky přídavných materiálů pro svařování uhlíkových ocelí obvyklých jakostí třídy 11 . . . . .	260
Příloha 5	Doporučení značky přídavných materiálů pro svařování konstrukčních ocelí třídy 12 . . . . .	266
Příloha 6	Doporučené značky přídavných materiálů pro svařování konstrukčních ocelí třídy 13 . . . . .	269
Příloha 7	Doporučené značky přídavných materiálů pro svařování konstrukčních ocelí třídy 14 . . . . .	272
Příloha 8	Doporučené značky přídavných materiálů pro svařování konstrukčních ocelí třídy 15 . . . . .	276
Příloha 9	Doporučené značky přídavných materiálů pro svařování konstrukčních ocelí třídy 16 . . . . .	284
Příloha 10	Doporučené značky přídavných materiálů pro svařování konstrukčních ocelí třídy 17 . . . . .	288
Příloha 11	Doporučené značky elektrod pro svařování uhlíkových a slitinových ocelí na odlitky . . . . .	298
Příloha 12	Klasifikace ocelí a ocelolitin podle svařitelnosti . . . . .	306
Příloha 13	Počet a hmotnost elektrod v krabici . . . . .	310
Příloha 14	Nové přídavné materiály . . . . .	317