



ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

343905 2. vydání Změna 2	SVAŘOVÁNÍ. OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ VYSOKOPEVNOSTNÍCH OCELÍ VE VÝROBĚ KONSTRUKCÍ VOJENSKÉ TECHNIKY
---	--

ZAVÁDÍ	NEZAVÁDÍ ŽÁDNÝ STANAG ANI AP
NAHRAZUJE	ČOS 343905, 2. vydání, Změna 1 SVAŘOVÁNÍ. OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ VYSOKOPEVNOSTNÍCH OCELÍ VE VÝROBĚ KONSTRUKCÍ VOJENSKÉ TECHNIKY

ČOS 343905
2. vydání
Změna 2

(VOLNÁ STRANA)

ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

SVAŘOVÁNÍ.

OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ VYSOKOPEVNOSTNÍCH OCELÍ VE VÝROBĚ KONSTRUKCÍ VOJENSKÉ TECHNIKY

Základem pro tvorbu tohoto standardu byly následující originály dokumentů:

ČOS 343905 2. vydání Změna 1	SVAŘOVÁNÍ. OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ VYSOKOPEVNOSTNÍCH OCELÍ VE VÝROBĚ KONSTRUKCÍ VOJENSKÉ TECHNIKY
ČSN EN 10025-6	VÝROBKY VÁLCOVANÉ ZA TEPLA Z KONSTRUKČNÍCH OCELÍ – ČÁST 6: TECHNICKÉ DODACÍ PODMÍNKY PRO PLOCHÉ VÝROBKY Z OCELÍ S VYŠŠÍ MEZÍ KLUZU V ZUŠLECHTĚNÉM STAVU
ČSN EN 10149-2	PLOCHÉ VÝROBKY VÁLCOVANÉ ZA TEPLA Z OCELÍ S VYŠŠÍ MEZÍ KLUZU PRO TVÁŘENÍ ZA STUDENA – ČÁST 2: TECHNICKÉ DODACÍ PODMÍNKY PRO TERMO-MECHANICKY VÁLCOVANÉ OCELI
ČSN EN 1011-1	SVAŘOVÁNÍ – DOPORUČENÍ PRO SVAŘOVÁNÍ KOVOVÝCH MATERIÁLŮ – ČÁST 1: VŠEOBECNÁ SMĚRNICE PRO OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ (05 2210)
ČSN EN 1011-2	SVAŘOVÁNÍ – DOPORUČENÍ PRO SVAŘOVÁNÍ KOVOVÝCH MATERIÁLŮ – ČÁST 2: OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ FERITICKÝCH OCELÍ (05 2210)
ČSN EN ISO 15614-1	STANOVENÍ A KVALIFIKACE POSTUPŮ SVAŘOVÁNÍ KOVOVÝCH MATERIÁLŮ – ZKOUŠKA POSTUPU SVAŘOVÁNÍ – ČÁST 1: OBLOUKOVÉ A PLAMENOVÉ SVAŘOVÁNÍ OCELI A OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ NIKLU A SLITIN NIKLU (05 0313)
DEF STAN 02-770 PART 1/2	REQUIREMENTS FOR THE WELDING AND FABRICATION OF HIGH STRENGTH STEELS PART 1 GENERAL Požadavky na svařování výrobků z vysokopevných ocelí. Část 1: Všeobecně

© Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti

Praha 2022

OBSAH

	Strana
1	Předmět standardu..... 5
2	Nahrazení standardů (norem) 5
3	Související dokumenty 5
4	Zpracovatel ČOS..... 10
5	Použité zkratky, značky a definice 10
6	Základní materiály..... 11
6.1	Základní materiály termomechanicky válcované 12
6.2	Základní materiály zušlechťované 13
7	Přídavné materiály 15
7.1	Přídavné materiály pro ruční obloukové svařování obalenými elektrodami ... 15
7.2	Přídavné materiály pro svařování v ochranných atmosférách 17
8	Dokumentace pro výrobu 22
8.1	Konstrukční dokumentace 22
8.2	Výrobní dokumentace 22
9	Výroba svařovaných konstrukcí 23
9.1	Požadavky na kvalifikaci svářečů..... 23
9.2	Zásady svařování vysokopevnostních ocelí..... 26
10	Požadavky na ověřování jakosti svarových spojů 30
10.1	Všeobecná ustanovení 30
10.2	Zkoušení svarových spojů v předvýrobní fázi 30
11	Kontrola a zkoušení svarových spojů ve výrobě 30
11.1	Vizuální kontrola 31
11.2	Kontrola magnetickou práškovou metodou..... 31
11.3	Kontrola kapilárními metodami 31
11.4	Kontrola ultrazvukem 31
11.5	Značení vad na svarech..... 32
11.6	Kontrola svarů podrobených vyrovnání..... 32
11.7	Radiografické zkoušky 32
12	Oprava nepřípustných vad 32
12.1	Kontrola svarových spojů následujícího svařence 32
12.2	Technologie oprav 33
13	Podmínky pro zabezpečení dodávek svařovaných konstrukcí z vysokopevnostních ocelí do rezortu MO 33
PŘÍLOHY	
Příloha A	Obalené elektrody..... 36
Příloha B	Drátové elektrody..... 38
Příloha C	Plněné elektrody..... 40

1 Předmět standardu

Předmětem standardu je obloukové svařování vysokopevnostních ocelí ve výrobě konstrukcí vojenské techniky. Použití ocelí vysoké pevnosti představuje optimální spojení požadavků na nosnost svařované konstrukce ve spojení s optimální hmotností a možností použití i pro konstrukce rázově dynamicky a únavově namáhané. Na výrobu svařovaných konstrukcí standard specifikuje základní materiály, přídatné materiály, specifikuje podmínky svařování, požadavky na dokumentaci, druhy zkoušek svarových spojů, zkoušky postupu svařování a požadavky na ověřování jakosti.

2 Nahrazení standardů (norem)

Tento ČOS nahrazuje ČOS 343905, 2. vydání, Změna 1.

3 Související dokumenty

V tomto ČOS jsou normativní odkazy na následující citované dokumenty (celé nebo jejich části), které jsou nezbytné pro jeho použití. U odkazů na datované citované dokumenty platí tento dokument bez ohledu na to, zda existují novější vydání/edice tohoto dokumentu. U odkazů na nedatované dokumenty se používá pouze nejnovější vydání/edice dokumentu (včetně všech změn).

3.1 České normy a ostatní dokumenty

Zákon č. 309/2000 Sb.	Zákon o obranné standardizaci, katalogizaci a státním ověřování jakosti výrobků a služeb určených k zajištění obrany státu a o změně živnostenského zákona, ve znění pozdějších předpisů
Zákon č. 22/1997 Sb.	Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
ČOS 051625	Technické podmínky pro produkty určené k zajištění obrany státu
ČOS 051650 ⁱ	Postupy při nabývání vojenského materiálu s použitím komerčně nakupovaných produktů a technologií
ČOS 343903	Svařování. Drátové elektrody, plněné elektrody, dráty a tyče pro obloukové svařování vysokopevnostních ocelí v ochranné atmosféře
ČOS 343906	Svařování. Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování vysokopevnostních ocelí
ČSN 05 0000	Zváranie. Zváranie kovov. Základné pojmy
ČSN 05 0002	Zváranie. Oblúkové a elektrotroskové zváranie a naváranie. Základné pojmy
TNI CEN ISO/TR 15608	Svařování – Směrnice pro zařazování kovových materiálů do skupin, únor 2008 (05 0323).

ⁱ ČOS 051650 byl zrušen bez náhrady. Pro účely tohoto ČOS lze nadále používat.

ČSN EN 1993-1-1 až ČSN EN 1993-1-12	Navrhování ocelových konstrukcí (73 1401)
ČSN EN ISO 4063	Svařování a příbuzné procesy – Přehled metod a jejich číslování (05 0011)
ČSN EN ISO 6947	Svařování a příbuzné procesy – Polohy svařování (05 0024)
ČSN EN ISO 9692-1	Svařování a příbuzné procesy – Doporučení pro přípravu svarových spojů – Část 1: Svařování ocelí ručně obloukovým svařováním obalenou elektrodou, tavící se elektrodou v ochranném plynu, plamenovým svařováním, svařováním wolframovou elektrodou v ochranné atmosféře inertního plynu a svařováním svazkem paprsků (05 0025)
ČSN EN ISO 6520-1	Svařování a příbuzné procesy – Klasifikace geometrických vad kovových materiálů – Část 1: Tavné svařování (05 0005)
ČSN EN ISO 2553	Svařování a příbuzné procesy – Zobrazování na výkresech – Svarové spoje (01 3155)
ČSN EN ISO 5817	Svařování – Svarové spoje oceli, niklu, titanu a jejich slitin zhotovené tavným svařováním (kromě elektronového a laserového svařování) – Určování stupňů kvality (05 0110)
ČSN EN ISO 13916	Svařování – Směrnice pro měření teploty předeřevu, teploty interpass a teploty ohřevu (05 0220)
ČSN EN 1011-1	Svařování – Doporučení pro svařování kovových materiálů – Část 1: Všeobecná směrnice pro obloukové svařování (05 2210)
ČSN EN 1011-2	Svařování – Doporučení pro svařování kovových materiálů – Část 2: Obloukové svařování feritických ocelí (05 2210)
ČSN EN ISO 15607	Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů – Obecná pravidla (05 0311)
ČSN EN ISO 15609-1	Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů – Stanovení postupu svařování – Část 1: Obloukové svařování (05 0312)
ČSN EN ISO 15614-1	Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů – Zkouška postupu svařování – Část 1: Obloukové a plamenové svařování oceli a obloukové svařování niklu a slitin niklu (05 0313)
ČSN EN ISO 17640	Nedestruktivní zkoušení svarů – Zkoušení ultrazvukem – Techniky, třídy zkoušení a hodnocení (05 1171)
ČSN EN ISO 11666	Nedestruktivní zkoušení svarů – Zkoušení ultrazvukem – Úrovně přípustnosti (05 1172)

ČSN EN ISO 23279	Nedestruktivní zkoušení svarů – Zkoušení ultrazvukem – Charakterizace diskontinuit ve svarech (05 1173)
ČSN EN ISO 17638	Nedestruktivní zkoušení svarů – Zkoušení magnetickou metodou práškovou (05 1182)
ČSN EN ISO 23278	Nedestruktivní zkoušení svarů – Zkoušení magnetickou práškovou metodou – Stupně přípustnosti (05 1183)
ČSN EN ISO 12707	Nedestruktivní zkoušení – Zkoušení magnetickou práškovou metodou - Slovník
ČSN EN ISO 3452-1	Nedestruktivní zkoušení – Zkoušení kapilární metodou – Část 1: Obecné zásady (01 5018)
ČSN EN ISO 12706	Nedestruktivní zkoušení – Zkoušení kapilární metodou – Terminologie (01 5005)
ČSN EN ISO 23277	Nedestruktivní zkoušení svarů – Zkoušení kapilární metodou – Stupně přípustnosti (05 1176)
ČSN EN ISO 3834-1	Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů – Část 1: Kritéria pro volbu odpovídajících požadavků na jakost (05 0331)
ČSN EN ISO 3834-2	Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů – Část 2: Vyšší požadavky na jakost (05 0331)
ČSN EN ISO 3834-5	Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů – Část 5: Dokumenty, kterými je nezbytné se řídit pro dosažení shody s požadavky na jakost podle ISO 3834-2, ISO 3834-3 nebo ISO 3834-4 (05 0331)
ČSN EN ISO 14175	Svařovací materiály – Plyny a jejich směsi pro tavné svařování a příbuzné procesy (05 2510)
ČSN EN ISO 14731	Svářečský dozor – Úkoly a odpovědnosti (05 0330)
ČSN EN ISO 9606-1	Zkoušky svářečů – Tavné svařování – Část 1: Oceli (05 0711)
ČSN EN ISO 17635	Nedestruktivní zkoušení svarů – Obecná pravidla pro kovové materiály (05 1170)
ČSN EN ISO 17637	Nedestruktivní zkoušení svarů – Vizuelní kontrola tavných svarů (05 1180)
ČSN EN ISO 5579	Nedestruktivní zkoušení – Radiografické zkoušení kovových materiálů s použitím filmu a rentgenového nebo gama záření – Základní pravidla (01 5011)
ČSN EN ISO 17636-1	Nedestruktivní zkoušení svarů – Radiografické zkoušení – Část 1: Metody rentgenového a gama záření využívající film (05 1150)
ČSN EN ISO 17636-2	Nedestruktivní zkoušení svarů – Radiografické

	zkoušení – Část 2: Metody rentgenového a gama záření využívající digitální detektory (05 1150)
ČSN EN ISO 10675-1	Nedestruktivní zkoušení svarů – Kritéria přípustnosti pro radiografické zkoušení – Část 1: ocel, nikl, titan a jejich slitiny (05 1178)
ČSN EN ISO 14344	Svařovací materiály – Opatřování přídavných materiálů a tavidel (05 0341)
ČSN EN ISO 16834	Svařovací materiály – Drátové elektrody, dráty a tyče pro obloukové svařování vysokopevnostních ocelí tavící se elektrodou v ochranném plynu a jejich svarové kovy – Klasifikace (05 5315)
ČSN EN ISO 18276	Svařovací materiály – Plněné elektrody pro obloukové svařování vysokopevnostních ocelí v ochranném plynu a bez ochranného plynu – Klasifikace (05 5505)
ČSN EN ISO 18275	Svařovací materiály – Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování vysokopevnostních ocelí – Klasifikace (05 5009)
ČSN EN 10020	Definice a rozdělení ocelí (42 0002)
ČSN EN 10025-1	Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí – Část 1: Všeobecné technické dodací podmínky (42 0904)
ČSN EN 10025-6	Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí – Část 6: Technické dodací podmínky pro ploché výrobky z ocelí s vyšší mezí kluzu v zušlechťeném stavu (42 0904)
ČSN EN 10149-1	Ploché výrobky válcované za tepla z ocelí s vyšší mezí kluzu pro tváření za studena - Část 1: Obecné technické dodací podmínky (42 1090)
ČSN EN 10149-2	Ploché výrobky válcované za tepla z ocelí s vyšší mezí kluzu pro tváření za studena – Část 2: Technické dodací podmínky pro termomechanicky válcované oceli (42 1090)
ČSN EN 10027-1	Systémy označování ocelí – Část 1: Stavba značek oceli (42 0011)
ČSN EN 10027-2	Systémy označování ocelí – Část 2: Systém číselného označování (42 0011)
ČSN EN ISO 14341	Svařovací materiály – Drátové elektrody pro obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí v ochranném plynu a jejich svarové kovy – Klasifikace (05 5311)
ČSN EN ISO 17632	Svařovací materiály – Plněné elektrody pro obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí s ochranou plynu a bez ochrany plynu – Klasifikace (05 5501)

3.2 Zahraniční normy

MIL-E-24355B ⁱⁱ	<p>ELECTRODES, WELDING, BARE, SOLID, NICKEL-MANGANESE-CHROMIUM-MOLYBDENUM ALLOY STEEL FOR PRODUCING HY-130 WELDMENTS FOR AS-WELDED APPLICATIONS</p> <p>Svařovací elektrody holé, plné ze slitinové oceli nikl-mangan-chrom-molybden pro výrobu svařenců z oceli HY-130 pro aplikace ve stavu po svařování</p>
MIL-E-22200/9B ⁱⁱⁱ	<p>ELECTRODES, WELDING, MINERAL-COVERED, LOW-HYDROGEN OR IRON-POWDER, LOW-HYDROGEN, NICKEL-MANGANESE-CHROMIUM-MOLYBDENUM ALLOY STEEL FOR PRODUCING HY-130 WELDMENTS FOR AS-WELDED APPLICATIONS</p> <p>Elektrody, svařovací, s minerálním obalem, nízkovodíkové nebo se železným práškem, nízkovodíkové, z nikl-mangan-chrom-molybdenové legované oceli pro výrobu svařenců z oceli HY-130 pro použití ve stavu po svaření</p>
AWS A3.0M/A3.0	<p>STANDARD WELDING TERMS AND DEFINITIONS, INCLUDING TERMS FOR ADHESIVE BONDING, BRAZING, SOLDERING, THERMAL CUTTING, AND THERMAL SPRAYING</p> <p>Standardní termíny a definice z oblasti svařování, zahrnující termíny lepených spojů a tvrdého a měkkého pájení, tepelného dělení a žárových nástřiků</p>
AWS A5.28/A5.28M	<p>SPECIFICATION FOR LOW-ALLOY STEEL ELECTRODES AND RODS FOR GAS SHIELDED ARC WELDING</p> <p>Specifikace pro elektrody a tyčinky z nízkolegovaných ocelí pro obloukové svařování v ochranné atmosféře</p>
AWS A5.29/A5.29M	<p>SPECIFICATION FOR LOW-ALLOY STEEL ELECTRODES FOR FLUX CORED ARC WELDING</p> <p>Specifikace pro elektrody z nízkolegovaných ocelí plněné tavidlem pro obloukové svařování</p>
MIL-E-23765/2E	<p>ELECTRODES AND RODS – WELDING, BARE, SOLID, OR ALLOY CORED AND FLUXES, LOW ALLOY STEEL</p>

ⁱⁱ Standard MIL-E-24355B(SH) ze dne 16. dubna 1982 a Dodatek 1 ze dne 26. března 1987 byl 31. prosince 2019 zrušen bez nahrazení. Pro účely tohoto ČOS lze nadále používat.

ⁱⁱⁱ Standard MIL-E-22200/9B(SH) ze dne 14. dubna 1982 a Dodatek 1 ze dne 26. března 1987 byl 30. prosince 2019 zrušen bez nahrazení. Pro účely tohoto ČOS lze nadále používat.

Svařovací elektrody a tyčinky holé, plné, plněné slitinou a tavidlem pro svařování nízkolegovaných ocelí

DEF STAN 02-770
PART 1/2

REQUIREMENTS FOR THE WELDING AND FABRICATION OF HIGH STRENGTH STEELS – PART 1 GENERAL

Požadavky na svařování výrobků z vysokopevných ocelí – Část 1: Všeobecně

4 Zpracovatel ČOS

Vojenský výzkumný ústav, s. p., Brno, Ing. František Pospíšil, Radim Ulman.

5 Použité zkratky, značky a definice

V tomto ČOS jsou jednotně použity následující zkratky, značky a definice:

AWS	Americká svářečská společnost (American Welding Society)
A ₅	Tažnost
A _{C1}	Teplota bodu strukturní přeměny u ocelí při ohřevu při které začíná tvorba austenitu
CEV	Uhlíkový ekvivalent [%] (podle IIW)
ČSN EN ISO	Česká harmonizovaná verze evropské a mezinárodní normy, která má status české technické normy
ČSN EN	Česká verze evropské normy, která má status české technické normy
ČSN ISO	Česká harmonizovaná verze mezinárodní normy, která má status české technické normy
ČSN	Česká technická norma
G	Obloukové svařování tavicí se elektrodou v ochranném plynu
I	Svařovací proud [A]
K	Absorbovaná energie [J]
k	Koeficient tepelné účinnosti metod svařování
M	Směs ochranných plynů
MC	Termomechanicky zpracované oceli vhodné ke tváření za studena
MIL	Označení US vojenských standardů
MO	Ministerstvo obrany
OSOJ	Odbor státního ověřování jakosti
PA	Poloha svařování vodorovná shora
PB	Poloha svařování vodorovná šikmo shora
PC	Poloha svařování vodorovná
PD	Poloha svařování vodorovná šikmo nad hlavou
PE	Poloha svařování vodorovná nad hlavou
PF	Poloha svařování svislá nahoru
Q	Tepelný příkon (vnesené teplo) [kJ.mm ⁻¹]
R _{eH}	Horní mez kluzu [MPa]

R_{eL}	Dolní mez v kluzu [MPa]
R_m	Mez pevnosti v tahu [MPa]
$R_{p0,2}$	Smluvní mez kluzu [MPa]
TMZ	Termomechanické zpracování
T_i (T_{ip})	Mezihouseňková (interpass) teplota [°C]
T_p	Teplota předehřevu [°C]
U	Svařovací napětí [V]
Úř OSK SOJ	Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti
VP	Vysokopevnostní
v	Svařovací rychlost [mm.s ⁻¹]

6 Základní materiály

Jako základní materiály pro svařované konstrukce z vysokopevnostních ocelí přicházejí v úvahu skupiny ocelí s mezí kluzu 500 MPa a vyšší. Podle ČSN EN 10020 (42 0002) jsou definovány ve skupině 4.3.1 jako legované jakostní oceli na ploché výrobky válcované za tepla nebo za studena pro náročné použití tvářením za studena, s obsahem legujících prvků zjemňujících zrna a ve skupině 4.3.2 jako legované ušlechtilé oceli konstrukční.

Pro účely svařování jsou materiály zařazeny do skupin, charakterizujících druh ocelí podle mechanických vlastností a obsahu legujících prvků. Pro svařované konstrukce vojenské techniky přicházejí v úvahu vybrané skupiny podle tabulky 1 tohoto ČOS. Tyto skupiny (podskupiny) jsou dále přiřazeny třídám podle rozsahu kvalifikace v závislosti jen na mezi kluzu podle tabulky 2 tohoto ČOS.

TABULKA 1 – Rozdělení ocelí pro vojenské použití do skupin

Skupina (Podskupina)	Charakteristika druhu oceli
2.2	Termomechanicky zpracované jemnozrnné oceli (a lité oceli) se zaručenou mezí kluzu $R_{eH} > 460$ MPa
3.1	Zušlechtnuté oceli (a lité oceli) se zaručenou mezí kluzu $R_{eH} \leq 690$ MPa
3.2	Zušlechtnuté oceli (a lité oceli) se zaručenou mezí kluzu $R_{eH} > 690$ MPa
3.3	Precipitačně vytvrzované oceli kromě korozivzdorných
4	Oceli s nízkým obsahem vanadu, legované Cr-Mo-(Ni) s $Mo \leq 0,70\%$ a $V \leq 0,10\%$
9.1	Oceli legované niklem s $Ni \leq 3,0\%$

TABULKA 2 – Rozsah kvalifikace pro oceli

Pevnostní třída	Mez kluzu $R_{eH}/R_{p0,2}$ [MPa]	Mez pevnosti v tahu R_m [MPa]	Skupina ocelí podle TABULKY 1
1	>500 – <550	550 – 820	2.2; 3.1; 4; 9.1
2	>550 – <620	600 – 890	2.2; 3.1; 3.3; 4; 9.1
3	>620 – <690	700 – 940	2.2; 3.1; 3.3; 4

Pevnostní třída	Mez kluzu $R_{eH}/R_{p0,2}$ [MPa]	Mez pevnosti v tahu R_m [MPa]	Skupina ocelí podle TABULKY 1
4	>690 – <890	770 – 1100	3.2; 4
5	>890 – <960	940 – 1150	3.2; 4; 9.1
6	>960 – <1100	1150 – 1300	3.2; 4; 9.1
7	>1100 – <1300	1300 – 1700	nezařazeno ¹⁾
8	>1300	1380 – 1800	nezařazeno ¹⁾

POZNÁMKA:
¹⁾ Podle konkrétního složení VP ocelí.

Oceli v jednotlivých pevnostních třídách podle tohoto ČOS uvedené v tabulce 2 se dodávají jako válcované výrobky podle norem ČSN EN 10025-1 (42 0904) a ČSN EN 10025-6 (42 0904) zušlechťované na požadované mechanické vlastnosti a podle norem ČSN EN 10149-1 (42 1090) a ČSN EN 10149-2 (42 1090) pro termomechanicky válcované oceli. Postupy při nakupování komerčních produktů se řídí ČOS 051650.

6.1 Základní materiály termomechanicky válcované

Termomechanické válcování je postup, při kterém se konečná deformace provádí v určité teplotní oblasti, s řízenou kombinací tváření s fázovými a strukturními přeměnami, což vede k současnému zvýšení pevnostních i plastických vlastností, které nelze dosáhnout samotným tepelným zpracováním, ani je opakovaně získat, takže se používají ve stavu po svaření a dále se při výrobě konstrukcí tepelně nezpracovávají.

Pro plechy platí obecné dodací podmínky podle ČSN EN 10149-1 (421090) a dodací podmínky pro termomechanicky válcované oceli (MC) podle ČSN EN 10149-2 (42 1090). Podle této normy se oceli vyrábí jako plechy jmenovitých tloušťek od 1,5 do 16 mm s mezí kluzu do 700 MPa s klasifikací podle ČSN EN 10149-1 (42 1090). Vybrané značky vhodné pro konstrukce vojenské techniky jsou v tabulce 3, kde je jejich směrné chemické složení a v tabulce 4, kde jsou mechanické vlastnosti. Jejich označení v tabulkách je v souladu s ČSN EN 10027-1 (42 0011) a ČSN EN 10027-2 (42 0011), resp. technickými listy zahraničních výrobců po dohodě o použití těchto ocelí.

TABULKA 3 – Směrné chemické složení ocelí (údaje v hmotnostních %)

Označení oceli		C max	Mn max	Si max	P max	S max 2)	Al _{celk} min	Nb max 1)	V max 1)	Ti max 1)	Mo max	B max	CEV max 3)
Značka	Číslo												
S500MC	1.0984	0,12	1,70	0,50	0,025	0,015	0,015	0,09	0,20	0,15	-	-	0,44
S550MC	1.0986	0,12	1,80	0,50	0,025	0,015	0,015	0,09	0,20	0,15	-	-	0,46
S600MC	1.8969	0,12	1,90	0,50	0,025	0,015	0,015	0,09	0,20	0,22	0,50	0,005	0,58
S650MC	1.8976	0,12	2,00	0,60	0,025	0,015	0,015	0,09	0,20	0,22	0,50	0,005	0,59
S700MC	1.8974	0,12	2,10	0,60	0,025	0,015	0,015	0,09	0,20	0,22	0,50	0,005	0,59
S900MC	1.8798	0,20	2,20	0,60	0,025	0,010	0,015	0,09	0,20	0,25	1,00	0,005	0,80
S960MC	1.8799	0,20	2,20	0,60	0,025	0,010	0,015	0,09	0,20	0,25	1,00	0,005	0,80

POZNÁMKA:

- 1) Součet obsahu Nb, V a Ti max. 0,22 % vyjma ocelí S900MC a S960MC.
2) Pokud bylo dohodnuto při objednávání, tak obsah S v tavbě max. 0,010 %.
3) Uhlíkový ekvivalent CEV je stanoven podle vztahu

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

pro maximální možné obsahy prvků.

TABULKA 4 – Mechanické vlastnosti TMZ ocelí

Označení oceli		Minimální mez kluzu R_{eH} [MPa]	Pevnost v tahu R_m [MPa]	Minimální tažnost A_5 ¹⁾ [%]	Minimální ϕ trnu pro úhel ohybu 180° při zkoušce lámavosti ²⁾
Značka	Číslo				
S500MC	1.0984	500	550–700	14	1 t
S550MC	1.0986	550	600–760	14	1,5 t
S600MC	1.8969	600	650–820	13	1,5 t
S650MC	1.8976	650	700–880	12	2 t
S700MC	1.8974	700	750–950	12	2 t
S900MC	1.8798	900	930–1200	8	8 t
S960MC	1.8799	960	980–1250	7	9 t

POZNÁMKA:

- 1) Hodnoty pro podélný směr zkoušení.
2) Hodnoty pro příčný směr, t = tloušťka zkušebního tělesa.

Absorbovaná energie:

Pro svařované konstrukce vojenské techniky se volí značky ocelí MCE se zárukou absorbované energie při $-40\text{ }^\circ\text{C}$, min. 27 J. Pokud jsou na konstrukci kladeny nižší požadavky z hlediska odolnosti proti křehkému porušení, resp. v takticko-technických datech technických podmínek vypracovaných pro produkt podle ČOS 051625 je určeno klimatické pásmo použití produktu do $-20\text{ }^\circ\text{C}$, je možno použít značky ocelí MCD se zárukou absorbované energie jen do $-20\text{ }^\circ\text{C}$, min. 40 J.

6.2 Základní materiály zušlechťované

Skupina zahrnuje legované ušlechtilé oceli konstrukční, u kterých jsou mechanické vlastnosti dosahovány zušlechťováním, tj. kalením a popouštěním při teplotách menších, než je teplota A_{C1} pro danou ocel.

Materiály jsou dodávány podle všeobecných technických dodacích podmínek ČSN EN 10025-1 (42 0904) a ploché výrobky podle technických dodacích podmínek ČSN EN 10025-6 (42 0904) jmenovitých tloušťek od 3 mm do 150 mm, resp. menší tloušťky vyšších pevností do 10 mm pro nejvyšší pevnostní třídy podle tabulky 2 tohoto ČOS, příp. dle technických listů zahraničních výrobců po dohodě o použití těchto ocelí.

Maximální hodnoty chemického složení materiálů jsou pro všechny značky v pevnostních třídách shodné a jsou v tabulce 5. Pro konkrétní výrobky se pro dosažení pevnosti obsahy prvků volí tak, aby nebyla překročena hodnota uhlíkového ekvivalentu CEV podle tabulky 6. Hodnoty mechanických vlastností jsou v tabulce 7. Pro svařované konstrukce vojenské techniky se volí značky ocelí QL se zárukou absorbované energie při $-40\text{ }^\circ\text{C}$. Při zvláště namáhaných konstrukcích se volí značky QL 1 s vyššími hodnotami absorbované energie při $-40\text{ }^\circ\text{C}$.

Pokud nejsou v technických podmínkách vypracovaných pro produkt podle ČOS 051625 na konstrukci kladeny zvláštní požadavky na odolnost proti křehkému porušení a v takticko-technických datech je určeno klimatické pásmo použití produktu do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, je možno také volit jen značky ocelí Q se zárukou absorbované energie do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, min. 30 J.

TABULKA 5 – Chemické složení ocelí (údaje v hmotnostních %)

Značka oceli	C	Si	Mn	P	S	N	B	Cr	Cu	Mo	Nb ₁₎	Ni max	Ti ₁₎	V ₁₎	Zr ₁₎	Al _{min 1)}
Všechny značky QL	max. 0,25	max. 0,80	max. 1,70	max. 0,020	max. 0,010	max. 0,015	max. 0,0050	max. 1,50	max. 0,50	max. 0,70	max. 0,06	3,5	max. 0,05	max. 0,12	max. 0,15	min. 0,018

POZNÁMKA: ¹⁾ Ocel musí obsahovat minimálně 0,015 % prvků zjemňujících zrna.

TABULKA 6 – Maximální hodnota uhlíkového ekvivalentu – CEV¹⁾

Označení oceli		Max. CEV [%] pro jmenovité tloušťky výr. [mm]		
ČSN EN 10027-1	ČSN EN 10027-2	≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 150
S500QL	1.8909	0,47	0,70	0,70
S550QL	1.8926	0,65	0,77	0,83
S620QL	1.8927	0,65	0,77	0,83
S690QL	1.8928	0,65	0,77	0,83
S890QL	1.8983	0,72	0,82	-
S960QL	1.8933	0,72	-	-
S1100QL	1.89..	0,78	-	-
S1300QL	1.89..	0,78	-	-

POZNÁMKA: ¹⁾ Hodnota CEV vypočtena z rozboru tavby oceli podle vzorce v tabulce 3.

TABULKA 7 – Mechanické vlastnosti zušlechťených ocelí

Označení oceli		Minimální mez kluzu R _{eH} [MPa] Jmen.tl. [mm]			Pevnost v tahu R _m [MPa] Jmen. tl. [mm]			Minimální tažnost A ₅ [%]	Minimální absorbovaná energie K [J] podélně $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$	Minimální absorbovaná energie K [J] příčně $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$
ČSN EN 10027-1	ČSN EN 10027-2	>3 ≤50	>50 ≤100	>100 ≤150	>3 ≤50	>50 ≤100	>100 ≤150			
S500QL	1.8909	500	480	440	590–770		540–720	17	30	27
S550QL	1.8926	550	530	490	640–820		590–770	16	30	27
S620QL	1.8927	620	580	560	700–890		650–830	15	30	27
S690QL	1.8928	690	650	630	770–940	760–930	710–900	14	30	27
S890QL	1.8983	890	830	-	940–1100	880–1100	-	11	30	27
S960QL	1.8933	960	-	-	980–1150	-	-	10	30	27
S1100QL	1.8..	1100	-	-	1200–1500	-	-	10	30	27
S1300QL	1.8..	1300	-	-	1400–1700	-	-	8	27	24

7 Přídavné materiály

Pro svařování vysokopevnostních ocelí ve výrobě konstrukcí vojenské techniky se volí přídavné materiály pevnostních skupin odpovídající svařovanému základnímu materiálu. Postupy při nakupování komerčních produktů se řídí ČOS 051650. Podle skutečných podmínek namáhání oblasti svarového spoje je možno také použít i nížepevné svařovací materiály. Volba použití nížepevných svařovacích materiálů s vyšší plasticitou se doporučuje zejména při provádění kořenových housenek svarových spojů na materiálech větší tloušťky, ke snížení rizika případného vzniku trhlin. Použití nížepevných přídavných materiálů je nezbytné i při svařování ocelí nejvyšších pevností dle tabulky 7, neboť svařovací materiály shodných vlastností v době zpracování ČOS nebyly běžně komerčně dosažitelné. Svarové spoje je nutno řešit do oblastí nižších namáhání svařované konstrukce.

Z hlediska rizika vzniku opožděných trhlin (vodíkem indukovaných) je také pro všechny dále uvedené typy přídavných materiálů nezbytně nutné dodržet co nejnižší možný obsah vodíku schopného difúze ve svaru, a to maximálně 5 ml·100 g⁻¹ svarového kovu (odpovídá stupni D podle ČSN EN 1011-2 (05 2210), není-li stanoven v technické dokumentaci přísnější stupeň E do 3 ml·100 g⁻¹).

7.1 Přídavné materiály pro ruční obloukové svařování obalenými elektrodami

Pro přídavné materiály – obalené elektrody pro ruční obloukové svařování vysokopevnostních ocelí je zpracován ČOS 343906. Na základě kvalifikačních zkoušek obalených elektrod se dle uvedeného ČOS hodnotí vlastnosti čistého svarového kovu pro jednotlivé pevnostní třídy a splnění požadavků pro zabezpečení kvality. Pro svařování konstrukcí vojenské techniky je dovoleno použít pouze klasifikované elektrody s obalem bazickým, s konkrétním rozmezím chemického složení čistého svarového kovu, které mají v klasifikaci označení chemického složení podle tabulky 8. Příklady svařovacích materiálů uvádí pro konkrétní přídavné materiály informativní příloha A tohoto ČOS, tabulka A1.

TABULKA 8 – Klasifikované označení a požadované chemické složení čistého svarového kovu obalených elektrod

Klasifikované označení	Chemické složení (hmotnostní %) ^{1) 2)}			
	Mn	Ni	Cr	Mo
MnMo	1,4 až 2,0			0,3 až 0,6
Mn1Ni	1,4 až 2,0	0,6 až 1,2		-
1NiMo	1,4	0,6 až 1,2		0,3 až 0,6
1,5NiMo	1,4	1,2 až 1,8		0,3 až 0,6
2NiMo	1,4	1,8 až 2,6		0,3 až 0,6
Mn1NiMo	1,4 až 2,0	0,6 až 1,2		0,3 až 0,6
Mn2NiMo	1,4 až 2,0	1,8 až 2,6		0,3 až 0,6
Mn2NiCrMo	1,4 až 2,0	1,8 až 2,6	0,3 až 0,6	0,3 až 0,6
Mn2Ni1CrMo	1,4 až 2,0	1,8 až 2,6	0,6 až 1,0	0,3 až 0,6
Z	Jiné dohodnuté chemické složení, zejména pro nejvyšší pevnostní třídy			

POZNÁMKA:
¹⁾ C 0,03 až 0,10 %, Ni <3,0 %, Cr <2,0 %, Mo <2,0 %, V <0,05 %, Nb <0,05 %, Cu <0,3 %, P <0,025 %, S <0,020 %, pokud není stanoveno jinak.
²⁾ Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou hodnoty maximální.

Podle konstrukčních požadavků na mechanické vlastnosti svarového spoje a typu použitých základních materiálů se provede volba pevnostní třídy svarového kovu podle tabulky 9, která je pro potřeby vojenské techniky doplněna požadavkem na hodnoty absorbované energie a o další pevnostní třídu oproti ČSN EN ISO 18275 (05 5009). Vlastnosti konkrétních svarových kovů některých přídatných materiálů jsou uvedené v příloze A tabulka A2 tohoto ČOS.

TABULKA 9 – Požadavky na mechanické vlastnosti čistého svarového kovu obalených elektrod pro konstrukce vojenské techniky

Pevnostní třída	Označení dle ČSN EN ISO 18275 (05 5009)	Minimální mez kluzu $R_{eL}/R_{p0,2}$ [MPa]	Meze pevnosti v tahu R_m [MPa]	Minimální tažnost A_5 [%]	Minimální absorbovaná energie K [J]	
					+20 °C	-40 °C
1	55	550	610–780	18	120	47
2	62	620	690–890	18	120	47
3	69	690	760–960	17	100	47
4	79	790	880–1080	16	100	47
5	89	890	980–1180	15	80	32
6	–	960	1000–1200	8	60	27
7	–	1050	1180–1400	7	40	27
8	–	1300	>1380	7	27	24

V tabulce 10 jsou pro jednotlivé pevnostní třídy uvedeny jako pomůcka vybrané klasifikované elektrody splňující podmínky požadovaných vlastností.

TABULKA 10 – Informativní označení vybraných obalených elektrod

Pevnostní třída	Minimální mez kluzu podle ČSN EN ISO 18275 (05 5009)	Klasifikace elektrody	Příklad typového označení a možný výrobce ¹⁾	Norma
1	550	E55 4 MnMo B 3 2 H5 MIL-9018-M E SY55 76 Mn1NiMo B H5 E 55 4 1NiMo B 3 2 H5	OK 74.78 (ESAB) MIL-9018-M (USA) Tenacito 65 (OERLIKON) Conarc 70G (LINCOLN)	ČSN EN ISO 18275 MIL-E-22200/9B DIN EN ISO 18275 EN ISO 18275
2	620	Neobsazeno ²⁾		
3	690	E 69 4 Mn2NiCrMo B 4 2 H5 MIL-11018-M E Y69 75 Mn2NiCrMo B E 69 5 Z B 3 2 H5	OK 75.75 (ESAB) MIL-11018-M(USA) Tenacito 75 (OERLIKON) Conarc 80 (LINCOLN)	ČSN EN ISO 18275 MIL-E-22200/9B DIN EN ISO 18275 EN ISO 18275
4	790	Neobsazeno ²⁾		
5	890	E 89 6 Z B 4 2 H5 E Y 89 53 Mn2Ni1CrMo B	OK 75.78 (ESAB) Tenacito 100 (OERLIKON)	ČSN EN ISO 18275 DIN EN ISO 18275
6	960	MIL-14018-M1	MIL-14018-M1(USA)	MIL-E-22200/9B
7	1050	E 42 4 B 42 H5 E 42 5 B 12 H5 E 69 4 Mn2NiCrMo B 4 2 H5 E 89 6 Z B 42 H5	OK 48.00 (ESAB) OK 53.68 (ESAB) OK 75.75 (ESAB) OK 75.78 (ESAB)	EN ISO 1560 – A EN ISO 2560 – A EN 757 EN 757
8	1300	Neobsazeno		

POZNÁMKA:

- 1) Příklad označení výrobce je informativní.
- 2) Podle běžně dosahovaných typických hodnot vlastností svarového kovu by bylo možno použít řadu dalších obalených elektrod od příkladně uvedených výrobců dané klasifikace, avšak jejich zaručované minimální meze kluzu čistého svarového kovu ve stavu po navaření jsou nižší, než minimální mez kluzu, podle ČSN EN ISO 18275, proto zde nejsou uvedené. Použití by bylo možné pokud při kvalifikačních zkouškách splní požadavky na vlastnosti pro konkrétní výrobní dávku elektrod. Z hlediska záruky hodnot je možné použití svařovacích elektrod vyšší pevnostní třídy.
- 3) Nevylučuje se použití také jiných zde neuvedených typů přídavných materiálů, pokud budou splňovat požadované vlastnosti dle tohoto ČOS.

7.2 Přídavné materiály pro svařování v ochranných atmosférách

Pro přídavné materiály na svařování vysokopevnostních ocelí v ochranných atmosférách je zpracován ČOS 343903, který specifikuje požadavky na materiály a jejich zkoušení a tyto klasifikuje pro osm pevnostních skupin ocelí s možností aplikace pro více technologií svařování. Pro svařování dle tohoto ČOS se použijí technologie označené dle ČSN EN ISO 4063 (05 0011) následovně:

- 135 – Obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu – MAG svařování;
- 136 – Obloukové svařování plněnou elektrodou v aktivním plynu;
- 138 – Obloukové svařování plněnou elektrodou s kovovým práškem v aktivním plynu.

Pro svařování konstrukcí vojenské techniky z vysokopevnostních ocelí se použijí přídavné materiály dále uvedené v čl. 7.2.1 a 7.2.2.

Ochranné plyny pro obloukové svařování jsou specifikovány v ČSN EN ISO 14175 (05 2510). Pro svařování vysokopevnostních ocelí se použijí plyny skupiny M na bázi Ar+CO₂, Ar+O₂, Ar+CO₂+O₂.

7.2.1 Drátové elektrody

Pro svařování vysokopevnostních ocelí drátovými elektrodami v ochranném plynu se použije technologie 135 – MAG. Drátové elektrody pro tuto technologii mají v klasifikaci označení chemického složení podle tabulky 11. Na výrobky vojenské techniky jsou určeny pouze některé vybrané dále uvedené materiály klasifikované podle systému A v ČSN EN ISO 16834 (05 5315).

TABULKA 11 – Klasifikované označení a požadované chemické složení čistého svarového kovu drátových elektrod

Označení	Chemické složení (hmotnostní %) ^{1) 2) 3)}												Celkové jiné prvky
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	Ti+Zr	V	
G 4 Mo	0,06 0,14	0,50 0,80	1,70 2,10	0,025	0,025		0,15	0,40 0,60		0,02	0,15		
G Mn3NiCrMo	0,14	0,60 0,80	1,30 1,80	0,015	0,018	0,40 0,65	0,50 0,65	0,15 0,30	0,30			0,03	0,25
G Mn3Ni1Mo	0,12	0,40 0,80	1,30 1,90	0,015	0,018	0,15	0,80 1,30	0,25 0,65	0,30			0,03	0,25
G Mn3Ni1CrMo	0,12	0,40 0,70	1,30 1,80	0,015	0,018	0,20 0,40	1,20 1,60	0,20 0,30	0,35			0,05 0,13	0,25
G Mn4Ni2CrMo	0,12	0,60 0,90	1,60 2,10	0,015	0,018	0,20 0,45	1,80 2,30	0,45 0,70	0,30				0,25
G Z ³⁾	0,12	0,30 0,50	1,50 2,00	0,010	0,010	0,65 1,05	1,95 3,10	0,40 1,00	0,15	0,04	0,08	0,04	

POZNÁMKA:

¹⁾ Pokud není specifikováno: Cr max. 0,15 %; Cu max. 0,35 %; Ti max. 0,10 %; Zr max. 0,10 %; Al max. 0,12 %; V max. 0,03 %.

²⁾ Jednotlivě uvedené hodnoty jsou maximální obsahy prvků.

³⁾ Z – Jiné dohodnuté chemické složení, zde uveden příklad pro pevnostní třídu 5 a 6, složení podle MIL-E-24355B(1). Označení G Z také pro nejvyšší pevnostní třídy 7 a 8.

Podle konstrukčních požadavků na pevnostní vlastnosti svarového spoje a v závislosti na svařované oceli se provede volba pevnostní třídy svarového kovu podle tabulky 12. Pevnostní hodnoty odpovídají ČSN EN ISO 16834 (05 5315) a tabulka je doplněna požadavkem na hodnotu absorbované energie čistého svarového kovu a o další pevnostní třídy pro potřeby vojenské techniky oproti této normě.

TABULKA 12 – Požadavky na mechanické vlastnosti čistého svarového kovu drátových a plněných elektrod pro konstrukce vojenské techniky

Pevnostní třída	Označení dle ČSN EN ISO 18276 (05 5505)	Minimální mez kluzu $R_{eL}/R_{p0,2}$ [MPa]	Mez pevnosti v tahu R_m [MPa]	Minimální tažnost A_5 [%]	Minimální absorbovaná energie KV_2 [J]	
					+20 °C	-40 °C
1	55	550	640–820	18	120	47
2	62	620	700–890	18	120	47
3	69	690	770–940	17	100	47
4	79	790	880–1080	16	100	47
5	89	890	940–1180	15	60	32
6	–	960	1000–1200	14	60	27
7	–	1050	1180–1400	10	40	27
8	–	1300	>1380	8	27	24

Pro jednotlivé třídy pevnosti jsou jako pomůcka uvedeny v tabulce 13 příklady možných drátových elektrod. Pokud jsou pro svařovanou konstrukci zpracovány „Technické podmínky“ podle ČOS 051625, může být jejich volba blíže specifikována nebo uveden jiný komerční produkt.

V informativní příloze B tohoto ČOS jsou k příkladu vybraných drátových elektrod uvedena v tabulce B1 chemická složení a v tabulce B2 konkrétní dosahované mechanické vlastnosti čistých svarových kovů.

TABULKA 13 – Informativní označení vybraných drátových elektrod

Základní materiály Minimální mez kluzu ¹⁾ [MPa]	Svarové kovy Minimální mez kluzu ²⁾ [MPa]	Pevnostní třída svarového kovu ²⁾	Klasifikované drátové elektrody ²⁾	Příklady typového označení a možný výrobce ³⁾	Norma
>500 – <550	500	-	G 4 Mo	OK Aristo Rod 13.08 (ESAB)	ČSN EN ISO 14341
			ER 80 S - G	Carbofil Cr Mo 1 (OERLIKON)	AWS A5.28
>550 – <620	550	1	G Mn3NiCrMo	OK Aristo Rod 55 (13.13) (ESAB)	ČSN EN ISO 16834
			MIL-80S-3	Spoolarc 83 (ESAB)	MIL-E-23765/2E
>620 – <690	620	2	G Mn3NiMo	OK AUTROD 13.25 (ESAB)	ČSN EN ISO 16834
			G Mn3Ni1Mo	Carbofil NiMo1 (OERLIKON)	AWS A5.28
			MIL-100S-1	Spoolarc 95 (ESAB)	MIL-E-23765/2E
>690 – <890	690; 790	3,4	G Mn3Ni1CrMo	OK Aristo Rod 69 (13.29) (ESAB)	ČSN EN ISO 16834
			ER 100 S - G	Carbofil NiMoCr (OERLIKON)	AWS A5.28
			ER 100 S - G	LNM MoNiVa (LINCOLN ELECTRIC)	AWS A5.28
			G Mn4Ni2CrMo	OK Aristo Rod 79 (13.31) (ESAB)	ČSN EN ISO 16834
			MIL-120S-1	Spoolarc 120 (ESAB)	MIL-E-23765/2E
>890 – <960	890	5,6	MIL-140 S-1	MIL-140S-1 (USA)	MIL-E-24355 B
			MIL-140S-1	Spoolarc 140 (ESAB)	MIL-E-24355 B
			G Mn4Ni2CrMo	OK Aristo Rod 89 (ESAB)	ČSN EN ISO 16834

POZNÁMKA:

¹⁾ Základní materiály podle tabulky 2 – dle ČSN EN 10025-1 (42 0904), ČSN EN 10025-6 (42 0904), ČSN EN 10149-1 (42 1090), ČSN EN 10149-2 (42 1090).

²⁾ Svarové kovy viz tabulka 12 a klasifikace dle ČSN EN ISO 16834 (05 5315) a dle ČSN EN ISO 14341 (05 5311).

³⁾ Příklad označení je informativní. Nevylučuje se použití také jiných typů přídavných materiálů, pokud budou splňovat požadované vlastnosti dle tohoto ČOS.

7.2.2 Plněné elektrody

Pro svařování vysokopevnostních ocelí je možno alternativně použít také plněné elektrody buď s náplní kovového prášku nebo minerální, resp. jinou kombinovanou náplní, avšak pouze tehdy, pokud bude zaručen maximální obsah vodíku do 5 ml·100 g⁻¹ navařeného kovu. Plněné elektrody mají v klasifikaci označení chemického složení podle tabulky 14. Použijí se pouze některé vybrané dále uvedené klasifikované materiály podle systému A v ČSN EN ISO 18276 (05 5505) s upřesněným složením.

TABULKA 14 – Klasifikované označení a požadované chemické složení čistého svarového kovu plněných elektrod

Označení	Chemické složení (hmotnostní %) ¹⁾²⁾											Celkové jiné
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb	V	
T Mn1Ni	0,03 0,10	0,90	1,40 2,00	0,020	0,020	0,20	0,60 1,20	0,20	0,30	0,05	0,05	0,25
T Mn1,5Ni	0,03 0,10	0,90	1,10 1,80	0,020	0,020	0,20	1,30 1,80	0,20	0,30	0,05	0,05	0,25
T 1,5NiMo	0,03 0,10	0,90	1,40	0,020	0,020	0,20	1,20 1,80	0,30 0,70	0,30	0,05	0,05	0,25
T 2NiMo	0,03 0,10	0,90	1,40	0,020	0,020	0,20	1,80 2,60	0,30 0,70	0,30	0,05	0,05	0,25
T Mn2NiMo	0,03 0,10	0,90	1,40 2,00	0,015	0,015	0,20	1,80 2,60	0,30 0,70	0,30	0,05	0,05	0,25
T Mn2NiCrMo	0,03 0,10	0,90	1,40 2,00	0,015	0,015	0,30 0,60	1,80 2,60	0,30 0,60	0,30	0,05	0,05	0,25
TMn2Ni1CrMo	0,03 0,10	0,90	1,40 2,00	0,015	0,015	0,60 1,00	1,80 2,60	0,30 0,60	0,30	0,05	0,05	0,25
T Z ²⁾	0,07 0,12	0,30 0,50	1,70 2,20	0,015	0,010	0,80 1,20	2,20 2,60	0,30 0,70	0,30	0,05	0,05	0,25

POZNÁMKA:
¹⁾ Jednotlivě uvedené hodnoty jsou maximální obsahy prvků.
²⁾ Z - Jiné dohodnuté chemické složení, zde uveden příklad pro pevnostní třídu 5.

Podle konstrukčních požadavků na pevnostní vlastnosti svarového spoje a v závislosti na svařované oceli se provede volba pevnostní třídy svarového kovu podle tabulky 12, která je shodná i pro plněné elektrody podle ČSN EN ISO 18276-A (05 5505) a je doplněna pro potřeby vojenské techniky požadavkem na hodnoty absorbované energie a o další pevnostní třídu. V tabulce 15 jsou pro jednotlivé třídy uvedeny příklady možných plněných elektrod. Volba může být blíže specifikována, pokud je to předmětem „Technických podmínek“ zpracovaných podle ČOS 051625, případně může být uveden jiný komerční produkt dle ČOS 051650.

TABULKA 15 – Informativní označení vybraných plněných elektrod

Základní materiály Minimální mez kluzu ¹⁾ [MPa]	Svarové kovy Minimální mez kluzu ²⁾ [MPa]	Pevnostní třída svarového kovu ²⁾	Klasifikované plněné elektrody ²⁾	Příklady typového označení a možný výrobce ³⁾	Norma
>500 – <550	500	-	T Mn1Ni	PZ 6145 (ESAB-FILARC)	ČSN EN ISO 17632 (05 5501)
			T Mn1Ni E81T1	Outershield 81Ni1-H (LINCOLN ELECTRIC)	ČSN EN ISO 17632 (05 5501) AWS A5.29
>550 – <620	550	1	T Mn1,5Ni E 91T5-K2	PZ 6146 (ESAB-FILARC)	ČSN EN ISO 18276 (05 5505) AWS A5.29
			T Z E101T 1-K3	Outershield 550-H (LINCOLN ELECTRIC)	ČSN EN ISO 18276 (05 5505) AWS A5.29
			E 90 T5-G	Fluxofil MF 741 M/B (OERLIKON)	AWS A5.29
>620 – <690	620	2	E 101T5-K3 Mn2NiMo	PZ 6147 (ESAB-FILARC)	AWS A5.29 ČSN EN 18276
			E 110 C-G	Outershield MC-1100 (LINCOLN ELECTRIC)	AWS A5.28
			T Mn2,5 Ni	OK TUBROD 15.07 (ESAB)	ČSN EN 18276 (05 5505)
>690 – <890	690; 790	3,4	E 111T5-K4 Mn2NiCrMo	PZ 6148 (ESAB-FILARC)	AWS A5.29 ČSN EN ISO 18276
			T69 4 Mn2NiMo M M 2 H10 E110C-G E111T-G	OK TUBROD 14.03 (ESAB)	ČSN EN ISO 18276 AWS A5.28 A5.29
			T Z E 111T1-K3	Outershield 690-H (LINCOLN ELECTRIC)	ČSN EN ISO 18276 AWS A5.29
			T69 4 2NiMo P M 2 H5 E 111T1-G	OK TUBROD 15.09 (ESAB)	ČSN EN ISO 18276 AWS A5.29
			E 110T5-G	OK TUBROD 15.27	AWS A5.28
			T Mn2NiCrMo E110T5-K4	Fluxofil MF 742 M/B (OERLIKON)	ČSN EN ISO 18276 AWS A5.29
>890 – <960	890	5,6	E 121T5-G	PZ 6149 (ESAB-FILARC)	AWS A5.29
			T Mn2Ni1CrMo	Fluxofil MF 745 B (OERLIKON)	ČSN EN ISO 18276
>960	>960		T 89 4 Z M M 1 H5	MEGAFIL 1100 M (DRAHTZUG STEIN)	ČSN EN ISO 18276
			T 89 4 Z M M 3 H5	Coreweld 89 (ESAB)	ČSN EN ISO 18276

POZNÁMKA:

- ¹⁾ Základní materiály podle tabulky 2 – dle ČSN EN 10025-1 (42 0904), ČSN EN 10025-6 (42 0904), ČSN EN 10149-1 (42 1090), ČSN EN 10149-2 (42 1090).
²⁾ Svarové kovy viz tabulka 12 a klasifikace dle ČSN EN ISO 18276 (05 5505) a dle ČSN EN 17632 (05 5501).
³⁾ Příklad označení je informativní. Nevylučuje se použití také jiných přídavných materiálů, pokud budou splňovat požadované vlastnosti dle tohoto ČOS.

K uvedeným vybraným plněným elektrodám jsou v informativní příloze C tohoto ČOS v tabulce C1 chemická složení čistých svarových kovů a v tabulce C2 jejich konkrétní dosahované mechanické vlastnosti.

8 Dokumentace pro výrobu

Pro výrobu svařovaných konstrukcí z ocelí vysoké pevnosti musí být v nezbytném rozsahu vypracována konstrukční a výrobní dokumentace v souladu s ČSN EN 1993-1-12 (73 1401), zohledňující zvláštnosti při zpracování oproti běžným konstrukčním ocelím.

8.1 Konstrukční dokumentace

Základem pro vypracování konstrukční dokumentace jsou „Technické podmínky“ pro svařovanou konstrukci, vypracované a schválené podle ČOS 051625. Konstrukční dokumentace musí obsahovat zejména:

- výkresy svařence, kusovníky se základním a přídavným materiálem;
- technické požadavky na svařenec;
- výpočty svarových spojů, případně i výsledky měření na funkčních vzorcích, podle kterých byly svarové spoje dimenzovány;
- typy přípravy svarových ploch a jejich rozměry podle ČSN EN ISO 9692-1 (05 0025);
- označení svarů podle ČSN EN ISO 2553 (01 3155) a metody svařování podle ČSN EN ISO 4063 (05 0011);
- způsob ustavení detailů důležitých uzlů ke svaření;
- stupeň jakosti svarů podle ČSN EN ISO 5817 (05 0110);
- druh a rozsah kontrol svarových spojů s vyznačením svarů určených ke kontrole prozářením a dalším zkouškám;
- případně druh požadovaného zpracování svarků po svaření;
- místa umístění značek svářečů a kontrolních orgánů;
- doporučuje se, aby dokumentace svarků byla odsouhlasena odpovědným pracovníkem pro svařování.

8.2 Výrobní dokumentace

Při zpracování výrobní dokumentace je nutno vycházet z požadavků konstrukční dokumentace, zejména je nutno zohlednit případné zvláštní požadavky např. na rozsah kontrol a zkoušení. Výrobní dokumentace musí obsahovat zejména:

- konstrukční dokumentaci svařenců;
- technologické postupy výroby detailů;
- technologické postupy výroby svařenců a schválené specifikace postupů svařování (WPS) v souladu s ČSN EN ISO 15607 (05 0311) a ČSN EN ISO 15609-1 (05 0312) na základě zkoušky postupu svařování podle ČSN EN ISO 15614-1 (05 0313), kterou je nutno při svařování ocelí vysoké pevnosti výhradně

použít pro výrobky vojenské techniky oproti dalším možným způsobům kvalifikace postupu svařování uvedeným v ČSN EN ISO 15607 (05 0311);

- WPS připravená výrobcem se zpracovává na základě protokolu o kvalifikaci postupu svařování WPQR po úspěšném ověření pWPS;
- technický obsah specifikace postupu svařování (WPS) musí být v souladu s ČSN EN ISO 15609-1 (05 0312), kde je také informativní příklad vzoru WPS;
- pro svařence jsou jednotlivé WPS zpracovány ve formě knihy WPS;
- v technologickém postupu výroby nesmí být opomenuty ani údaje o:
 - dělení základního materiálu, případně nutnosti předehřevu a dohřevu před a po dělení;
 - postupu kontroly sestavení detailů ke svařování;
 - kvalifikaci svářeče (viz dále čl. 9.1);
 - polohování svařence v souladu s požadavkem kvality svarů;
 - případné potřebě zpracování po svaření;
 - kontrole v průběhu svařování a po svaření, včetně předepsaných metod a rozsahu kontroly;
 - ražení značky svářeče a kontrolních orgánů, dle čl. 8.1.

9 Výroba svařovaných konstrukcí

Při výrobě svařovaných konstrukcí z vysokopevnostních ocelí, a to jak při použití materiálů termomechanicky zpracovaných, nebo zušlechťovaných, je cílem zhotovit svarové spoje, které umožní plně využít vlastností svařované oceli, tj. zajistit odpovídající pevnost svarového spoje a vyhovující houževnatost, přičemž je nutno dodržet určité podmínky jak bude dále uvedeno v doporučeních pro svařování.

Pro výrobu svařovaných konstrukcí z vysokopevnostních ocelí platí zejména:

- svařence musí být vyráběné podle výrobní dokumentace;
- svařence podle tohoto ČOS je oprávněn vyrábět a kontrolovat jen podnik s potřebnou způsobilostí danou zejména:
 - kvalifikací odborných pracovníků zajišťujících výrobu a kontrolu svařenců podle požadavků výrobní dokumentace;
 - výrobním a kontrolním zařízením, umožňujícím na potřebné technické úrovni zajistit výrobu a kontrolu podle požadavků výrobní dokumentace.

9.1 Požadavky na kvalifikaci svářečů

Pro svařování vysokopevnostních ocelí pro výrobky vojenské techniky musí svářeč splňovat podmínky ČSN EN ISO 9606-1 (05 0711) zkoušení svářečů pro tavné svařování ocelí pro příslušnou metodu svařování, typ spojů a skupinu materiálů podle TABULKY 1 tohoto ČOS, přičemž pro praktickou zkoušku svářeče vysokopevnostních ocelí se volí materiálové skupiny a podskupiny zkušebního kusu podle TABULKY 4 a 7 tohoto ČOS, použité na svařované konstrukci.

9.1.1 Hodnocení kvalifikace svářeče vysokopevnostních ocelí – pracovní zkouška svářeče

S ohledem na vysoké požadavky kladené na vlastnosti svarových spojů vysokopevnostních ocelí co do kvality vlastního provedení spoje a hodnocení součinitele pevnosti svarového spoje je nezbytné, aby na daném typu oceli a svarového spoje byla svářečem provedena pracovní zkouška.

Předmětem pracovní zkoušky svářeče je ověření jeho kvalifikace pro potřeby svařování konstrukcí vojenské techniky z vysokopevnostních ocelí.

Požadavky pracovní zkoušky jdou nad rámec ustanovení normy ČSN EN ISO 9606-1 (05 0711) pro zkoušky svářečů, které musí být dodrženy souběžně a doloženy platným dokladem svářeče o provedení zkoušky podle této normy.

9.1.2 Zkušební vzorky pro pracovní zkoušku

Každý svářeč, který bude pracovat na konstrukci z vysokopevnostních ocelí musí prokázat schopnost svařovat tento typ oceli provedením svarů zkušebních vzorků.

Zkušební kusy mohou být voleny podle ČSN EN ISO 15614-1 (05 0313) a pracovní zkoušku je možno sloučit se zkouškou postupu svařování pWPS pro daný typ oceli a spoje.

9.1.3 Pracovní polohy svařování

Svařování vzorků musí být provedeno v poloze stejné s polohou, ve které bude svařování prováděno ve výrobě dané konstrukce. Při předepisování poloh musí být dodržena ustanovení ČSN EN ISO 6947 (05 0024) a ČSN EN ISO 9606-1 (05 0711).

• Tupé svarové spoje

Splněním požadavků pro jednu nebo více poloh, mohou být uznány schopnosti svářeče i pro další polohy. Pro tupé svary jsou uznané polohy uvedeny v TABULCE 16.

TABULKA 16 – Uznání poloh svařování při hodnocení schopností svářeče

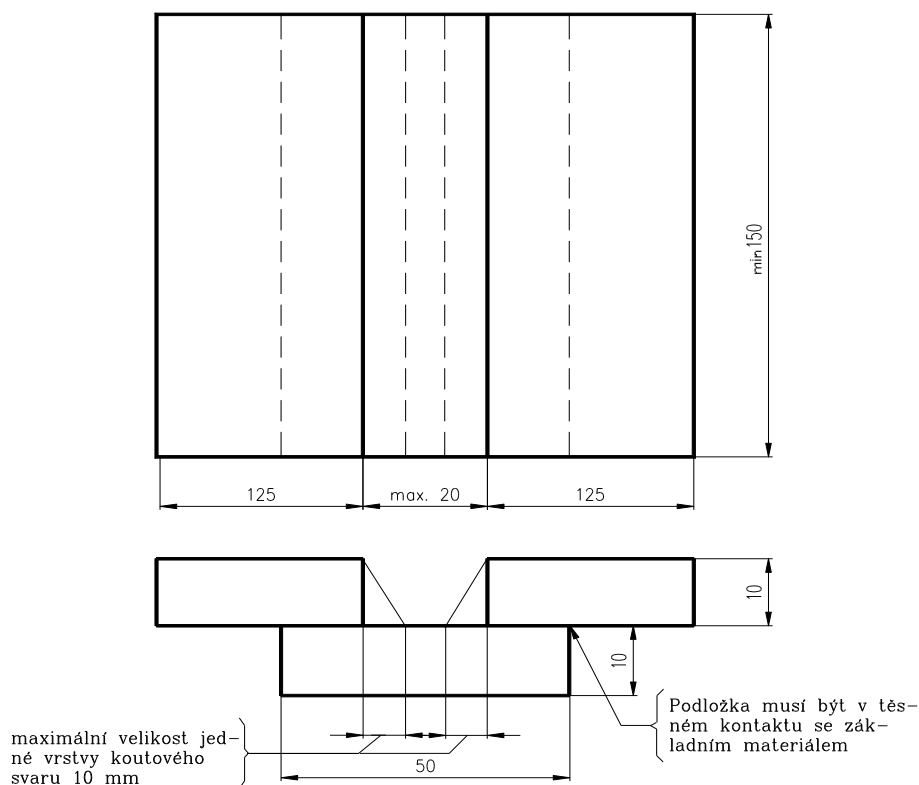
Splněná kvalifikace pro polohu svařování	Uznaná poloha svařování také pro jiné polohy tupých svarů					
	PA	PB	PC	PD	PF	PE
Vodorovná shora PA	Ano	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne
Vodorovná PC	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne
Svislá nahoru PF	Ano	Ano	Ne	Ne	Ano	Ne
Vodorovná nad hlavou PE	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano

• Koutové svarové spoje

Pro koutové svary snadno přístupné se volí vzorky podle ČSN EN ISO 15614-1 (05 0313). Pro náročnější svařovanou konstrukci z hlediska přístupnosti svarů a poloh svařování má vzorek tvar podle OBRÁZKU 1. Uspořádání zkušebních desek pro pracovní zkoušku z hlediska různých poloh svařování se týká pouze navaření koutových svarů. Podle polohy vzorku se svářeč při vyhovujícím hodnocení zkušebního svaru kvalifikoval pro následující pracovní polohy koutových svarů:

- Svařování desek umístěných tak, aby každý koutový svar měl osu přibližně horizontální (poloha PA). Tato poloha provádění zkušebního svaru osvědčí také schopnosti svářeče provádět koutové svary v poloze vodorovné šikmo shora PB a vodorovné shora PA.

- b) Svařování desek umístěných tak, aby každý koutový svar měl osu přibližně horizontální a ramena koutového svaru byla v horizontální poloze (poloha PC). Tato poloha provádění zkušebního svaru osvědčí také schopnosti svářeče provádět koutové svary v poloze vodorovné šikmo shora PB, vodorovné shora PA, vodorovné šikmo nad hlavou PD.
- c) Svařování desek umístěných tak, aby každý koutový svar měl osu přibližně vertikální a svařování se provádí nahoru (poloha PF), Tato poloha provádění zkušebního svaru osvědčí také schopnosti svářeče provádět koutové svary v poloze vodorovné šikmo shora PB, vodorovné shora PA a svislé nahoru PF.
- d) Svařování desek umístěných tak, aby každý koutový svar měl osu přibližně horizontální a ramena koutového svaru byla ve svislé poloze dolů (poloha PE). Tato poloha provádění zkušebního svaru osvědčí také schopnosti svářeče provádět koutové svary v poloze vodorovné šikmo shora PB, vodorovné shora PA, vodorovné šikmo nad hlavou PD a svislé nahoru PF.
- Pro slovní popis polohy koutových svarů byla použita norma ČSN EN ISO 6947 (05 0024).



OBRAZEK 1 – Zkušební svarový spoj kvalifikace svářeče pro koutové svary

9.1.4 Přídavné materiály pro pracovní zkoušku

Přídavné materiály použité pro svařování vzorků musí odpovídat materiálům uvedeným pro ruční obloukové svařování obalenými elektrodami v čl. 7.1 a pro svařování v ochranných atmosférách v čl. 7.2 a pro konkrétní případ materiálů uvedených ve WPS pro reálný spoj, pro který je svářeč hodnocen, včetně průměrů, parametrů a typů podle předepsané technologie.

9.1.5 Hodnocení jakosti svarů zkušebních vzorků

Zkušební svary pracovních zkoušek musí být podrobeny vizuální kontrole při dodržení podmínek vyplývajících z ČSN EN ISO 17637 (05 1180), přičemž podle ČSN EN ISO 17635 (05 1170) musí být dosaženo stupně přípustnosti vad B. Stupeň přípustnosti pro vizuální kontrolu odpovídá stupňům jakosti podle ČSN EN ISO 5817 (05 0110).

Dále se kontroluje a hodnotí zkušební kusy podle ČSN EN ISO 15614-1 (05 0313).

9.2 Zásady svařování vysokopevnostních ocelí

Cílem svařování vysokopevnostních ocelí je zhotovit takové svarové spoje, které umožní plné využití vlastností svařované oceli. Dosažení tohoto cíle je podstatně ovlivněné vlastnostmi základního materiálu, svarového kovu a způsobem svařování, který může vést k výrazné degradaci vlastností základního materiálu v tepelně ovlivněné oblasti. Dosažené vlastnosti svarového spoje musí vyhovovat předpokládanému namáhání. Při navrhování podmínek výroby a svařování je nutno vzít v úvahu zásady svařování vysokopevnostních ocelí. Je také možno vycházet z ČSN EN 1011-1 (05 2210) a ČSN EN 1011-2 (05 2210), což jsou doporučení pro svařování kovových materiálů – všeobecná směrnice a doporučení pro obloukové svařování feritických ocelí.

V rámci tohoto ČOS pro svařování vysokopevnostních ocelí se uvažuje pouze s následujícími metodami svařování:

- obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu – MAG svařování – 135;
- obloukové svařování plněnou elektrodou v aktivním plynu (tavidlem – 136, s kovovým práškem – 138);
- ruční obloukové svařování obalenou elektrodou – 111.

9.2.1 Detaily svarů

Detaily svarových spojů jsou dány konstrukční dokumentací, viz čl. 8.1. Pokud se týká tupých spojů, volí se přednostně spoje stejných tloušťek (průřezů). V případě nezbytnosti spoje nestejných průřezů je nutné provést tvarové úpravy tak, aby byla eliminována nepříznivá koncentrace napětí v přechodové oblasti.

Pokud se týká koutových svarů, musí být povrchy určené ke spojení v co nejtěsnějším kontaktu, neboť mezera může zvýšit nebezpečí deformací a praskání.

9.2.2 Příprava svarových ploch

Příprava svarových ploch použitých typů svarů dle konstrukční dokumentace musí být provedena za takových opatření, aby se na svarových plochách a hranách nevyskytovaly trhliny.

Podle tloušťky materiálu a pevnosti je možno pro menší tloušťky po ověření použít i stříhání. Jinak se upřednostňuje při dělení materiálu použití vodního paprsku s abrazivem, laseru nebo plazmy. Řezání kyslíkoacetylenovým plamenem pro značný rozsah tepelného ovlivnění není vhodné. Pokud dělení plamenem nelze nahradit jiným tepelně neovlivňujícím způsobem, je nutno tepelně ovlivněnou oblast odstranit obráběním. Vlastní svarové plochy se obvykle připraví obráběním a broušením. Pokud některý z použitých materiálů (zejména větších tloušťek)

vyžaduje pro tepelné dělení předeřev, je možno použít stejné teploty jako pro svařování, viz dále čl. 9.2.3.

9.2.3 Podmínky svařování

Základní materiály pro svařované konstrukce z vysokopevnostních ocelí podle tohoto ČOS jsou uvedeny v článku 6 (6.1 a 6.2). Tyto oceli se pro dané třídy pevnosti vyznačují vcelku příznivou hodnotou uhlíkového ekvivalentu, který je pro termomechanicky zpracované oceli maximálně v rozmezí 0,44 až 0,59 a pro zušlechťované oceli i podle tlouštěk v rozmezí maximálně 0,47 až 0,83, stanovený podle vztahu CEV uvedeného v čl. 6.1 (který je shodný se vztahem Mezinárodního svářečského institutu IIW). Uhlíkový ekvivalent vyjadřuje míru transformačního „zkřehnutí“ materiálu v tepelně ovlivněné oblasti základního materiálu vlivem teplotního cyklu vneseného svařováním a lze podle něj usoudit na nutnost předeřevu pro zamezení vzniku trhlin za studena (vodíkem indukovaných).

Předeřev

Informativně lze teplotu předeřevu v závislosti na chemickém složení a svařované tloušťce stanovit podle následujícího vztahu:

$$T_p = 352 - 100 \sqrt{\frac{C + 2}{CEV^2} + \frac{t \cdot CEV - 6,5}{0,2}} \quad [^{\circ}\text{C}],$$

kde je C maximální obsah uhlíku v hmotnostních %;
CEV uhlíkový ekvivalent podle vztahu v čl. 6.1;
t tloušťka svařovaného materiálu v mm.

Tepelný příkon – vnesené teplo

Při svařování vysokopevnostních ocelí je tepelný příkon v průběhu svařování jedním z hlavních faktorů ovlivňujících vlastnosti svarů. Tepelný příkon ovlivňuje teplotně – časové cykly, které se vyskytují v průběhu svařování a může ovlivnit jak vlastnosti svarového kovu, tak může vést i k degradaci vlastností základního materiálu v tepelně ovlivněné oblasti. Obvykle se tepelný příkon volí pro svařování vysokopevnostních ocelí v rozmezí 0,35 až 2,5 kJ.mm⁻¹ v závislosti na kombinované tloušťce svařovaných materiálů (viz obrázek 2), pevnostní třídě svařovaných ocelí i teplotě popouštění základního materiálu při jeho výrobě. Někdy je možno vhodným tepelným příkonem eliminovat nutnost předeřevu. Tepelný příkon je možno stanovit podle vztahu:

$$Q = k \cdot \frac{U \cdot I}{v} \cdot 10^{-3} \quad [\text{kJ} \cdot \text{mm}^{-1}],$$

kde je k koeficient tepelné účinnosti jednotlivých metod svařování a pro metody 111, 135, 136 a 138 je jeho hodnota 0,8;
I svařovací proud v ampérech;
U svařovací napětí ve voltech;
v svařovací rychlost v mm.s⁻¹.

Interpass teplota

Pro vícevrstvé svary při svařování vysokopevnostních ocelí je také důležitá mezihousenková – interpass teplota T_i pro dosažení optimálních vlastností, kterou je nutno udržovat v určitém rozmezí. Obvykle bývá shodná s teplotou předeřevu.

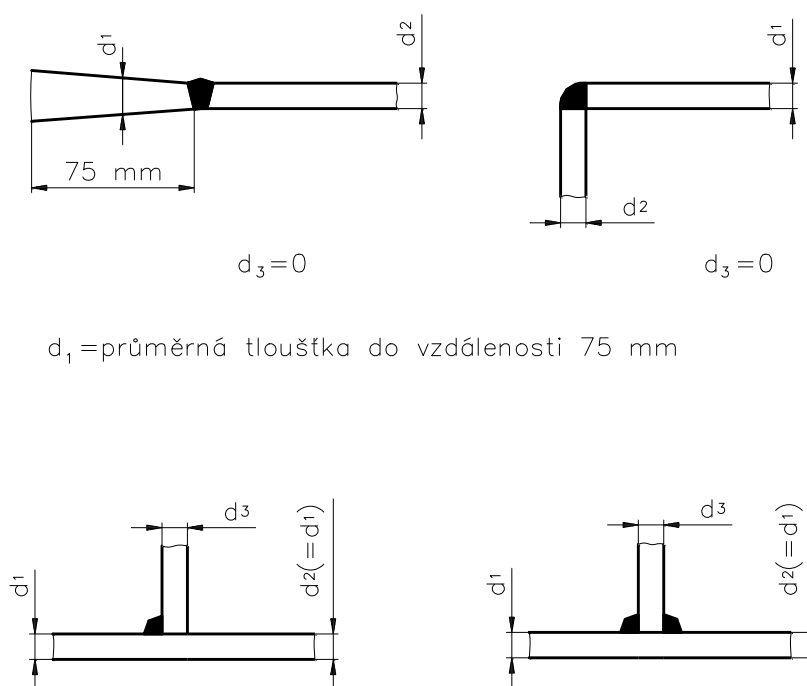
Pokud pro daný případ svařování není předehřev nutný, měla by být udržována v rozmezí 150 – 200 °C. Směrnice pro měření interpass teploty a teploty předehřevu je v ČSN EN ISO 13916 (05 0220).

Orientační pomůcky

Pro stanovení podmínek svařování je pro doporučenou teplotu předehřevu možno vyjít z tzv. kombinované tloušťky svařovaných materiálů typických svarových spojů, znázorněných na obrázku 2.

Kombinovaná tloušťka zjednodušeně hodnotí odvod tepla ze spoje a stanovuje se jako součet průměrných tlouštěk svařovaných materiálů do vzdálenosti 75 mm od svarové hrany.

Jako orientační pomůcka je možno využít grafy pro definované uhlíkové ekvivalenty v rozmezí 0,30 až 0,70 a pro kombinované tloušťky až do 200 mm, ze kterých je možno určit minimální teplotu předehřevu. Tyto grafy jsou v ČSN EN 1011-2 (05 2210), přičemž v rámci tohoto ČOS je pro přídavné materiály použitelné pro svařování vysokopevnostních ocelí ve výrobě konstrukcí vojenské techniky povolen maximální obsah vodíku $5 \text{ ml} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ svarového kovu, tedy stupeň D, který je při použití výše uvedených grafů nutno vzít v úvahu a který musí s rostoucí pevností materiálů klesat do max. $2 \text{ ml} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ pro nejvyšší pevnostní skupinu.



d_1 = průměrná tloušťka do vzdálenosti 75 mm

Kombinovaná tloušťka = $d_1 + d_2 + d_3$

Pro oboustranný koutový svar svařovaný současně z obou stran je kombinovaná tloušťka = $1/2(d_1 + d_2 + d_3)$.

OBRÁZEK 2 – Příklady stanovení kombinované tloušťky

Pro stanovení teploty předehřevu je možno také jako orientační pomůcka použít tabulku 17, kde jsou pro jednotlivé materiály a kombinované tloušťky uvedeny doporučené teploty předehřevu. Hodnoty jsou informativní a pro konkrétní případy je nutno provést ověření v rámci pWPS a kvalifikace na základě zkoušky svařování

dle ČSN EN ISO 15614-1 (05 0313) zda budou dosaženy požadované vlastnosti. Informativní hodnoty v tabulce jsou pro tepelný příkon zhruba 1 až 2 kJ.mm⁻¹. Pokud je teplota popouštění použité oceli nižší, než informativní teplota předehřevu, nesmí teplota předehřevu ani interpass teplota překročit teplotu popouštění materiálu při výrobě.

TABULKA 17 – Informativní teploty předehřevu [°C]

Typ oceli TMZ	Typ oceli zušlechť.	Kombinovaná tloušťka $d_1+d_2+d_3$ podle OBRÁZKU 2 maximálně mm															
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	150	200	
S 500 MC	S 500 QL	Bez předehřevu										75		120			
S 550 MC	S 550 QL	Bez předehřevu										75		120			
S 600 MC	S 620 QL	Bez předehřevu	Bez předehřevu			75			100			150					
S 650 MC			Bez předehřevu			75			100			150					
S 700 MC	S 690 QL		75			100			150			175					
S 900 MC	S 890 QL		75			100			150			175					
S 960 MC	S 960 QL		75			100			150			175					
	S 1100 QL		100			125			150								
	S 1300 QL	100			125			150									

Dohřev po svaření

Pokud jsou svařovány konstrukce z vysokopevnostních ocelí velké součtové tloušťky, značné tuhosti konstrukčního uzlu nebo kde se v rámci pracovních směn nedokončí celý průřez svaru, je nutno provést dohřev okamžitě po svaření při minimálně interpass teplotě nebo zvýšené na 200 až 250 °C, avšak vždy na teplotu nižší, než byla teplota popouštění materiálu ve výrobě. Doba dohřevu se volí minimálně 2 hod. U větších tloušťek je vhodné prodloužení času dohřevu.

9.2.4 Doporučení k operativním podmínkám svařování

- Svařovaný materiál musí být zejména v oblasti svařování zbaven veškerých nečistot, rzí, mastnoty a vlhkosti. Pokud dojde na povrchu ke kondenzaci vlhkosti musí být odstraněna ohřevem.
- Při svařování mimo dílenské prostory je nutno pracoviště dostatečně chránit před klimatickými vlivy.
- Při svařování v ochraně plynů musí být místo svařování chráněno proti průvanu a větru.
- Pokud by bylo nezbytné svařovat i při teplotě pod 0 °C je nutno vždy svařovat s předehřevem nejméně 150 °C, i když by za jinak běžných podmínek podle tabulky 17 nebyl nutný nebo by mohla být teplota nižší.
- Při vyplňování svarového úkosu je nutno s kladením housenek začínat vždy od svarové plochy základního materiálu, aby byla příznivě ovlivněna tepelně ovlivněná oblast teplem následující housenky, což je důležité zejména u poslední vrstvy krycích housenek.
- Stehové svary se provádí podmínkami pro svařování kořene a délka stehů se volí minimálně 50 mm.
- Zapalování oblouku na svařované konstrukci mimo svarových ploch je nepřijatelné. Místo náhodného zápalu musí být začištěno zabroušením a kontrolováno na případný výskyt trhlin magnetickou defektoskopií.

10 Požadavky na ověřování jakosti svarových spojů

10.1 Všeobecná ustanovení

Požadavky na jakost svarových spojů jsou stanoveny v technické a výrobní dokumentaci svařované konstrukce v souladu s ČSN EN ISO 3834-1 (05 0331), ČSN EN ISO 3834-2 (05 0331) a ČSN EN ISO 3834-5 (05 0331).

Při tavném svařování konstrukcí z vysokopevnostních ocelí se při výběru úrovně volí vždy vyšší požadavky na jakost dle ČSN EN ISO 3834-2 (05 0331).

Způsob ověřování jakosti svarových spojů musí být určen v konstrukční a výrobní dokumentaci. Pro zajištění shody s požadavky musí být zavedeny vhodné kontroly a zkoušky. Tento proces je rozdělen na:

- kontroly a zkoušky před svařováním;
- kontroly a zkoušky během svařování;
- kontroly a zkoušky po svařování.

Pro konkrétní svařovanou konstrukci z vysokopevnostních ocelí se rozsah toho, co se musí zkontrolovat, průběžně monitorovat a zkontrolovat shodu s odpovídajícími kritérii přípustností, volí v souladu s ČSN EN ISO 3834-2 (05 0331).

Při výrobě svařovaných konstrukcí je nezbytná součinnost svářečského dozoru v souladu s ČSN EN ISO 14731 (05 0330).

10.2 Zkoušení svarových spojů v předvýrobní fázi

Při svařování vysokopevnostních ocelí je nutno v rámci požadavků na jakost svarových spojů provést v předvýrobní fázi odzkoušení všech typů spojů na konstrukci se vyskytujícími, které jsou zpracovány v přehledu svarových spojů.

Zejména je nutno provést odzkoušení svarových spojů, které jsou z hlediska zabezpečení funkce a životnosti konstrukce rozhodující.

Pro ověření, zda bude dosažena požadovaná jakost svarových spojů se provedou příslušné zkoušky. Pro každý typ spoje se vypracuje předběžná specifikace postupu svařování – pWPS v souladu s ČSN EN ISO 15607 (05 0311) a provede se kvalifikace postupu svařování zkouškou postupu svařování s vyhodnocením v rozsahu minimálně stanoveném ČSN EN ISO 15614-1 (05 0313). V případě mimořádných nároků na svarové spoje mohou být zkoušky dále rozšířeny. Na základě výsledků zkoušek se zpracuje protokol o kvalifikaci postupu svařování – WPQR a specifikace postupu svařování – WPS, který poskytuje všechny potřebné údaje postupu svařování pro zajištění opakovatelnosti výsledků během výrobního svařování.

11 Kontrola a zkoušení svarových spojů ve výrobě

Kontrola svarových spojů ve výrobě se provádí v souladu s požadavky na ověřování jakosti svarových spojů uvedených v čl. 10.1 a v souladu s předpisy konstrukční a výrobní dokumentace – články 8.1 a 8.2.

Důležité upozornění:

U svarových spojů vysokopevnostních ocelí není vyloučeno riziko vzniku studených – opožděných trhlin. Toto riziko roste s pevností, tloušťkou materiálu, stavem napjatosti a vrubovými účinky konstrukce.

Z tohoto důvodu je důležité, aby defektoskopické kontroly nebyly prováděny dříve, než za 24 hodin, lépe až za 48 hodin po ukončení svařování nebo ještě později,

zejména u ocelí s vyšší mezí kluzu než 700 MPa. Prodleva musí být zaznamenána v protokolech o provedených defektoskopických kontrolách.

Provádí se následující kontroly:

11.1 Vizualní kontrola

11.1.1 Vizualní kontrola dodržení technologických postupů a WPS

V průběhu výroby svařované konstrukce se kontroluje souhlas technologických parametrů výroby s podmínkami uvedenými v technologických postupech a Knize WPS. Jde o kontrolu:

- dodržení tvaru a rozměru polotovarů (detailů);
- dodržení technologického postupu výroby svařence;
- slícování detailů, velikost svarové mezery a stehování detailů;
- dodržení způsobu svařování;
- dodržení polohy svařování;
- dodržení tepelného režimu svařování;
- dodržení předepsaných parametrů svařování;
- dodržení předepsaného přídavného materiálu;
- dodržení předepsané kvalifikace svářeče;
- dalších podmínek uvedených ve WPS daného spoje;
- konečných rozměrů svařence.

11.1.2 Vizualní kontrola svarových spojů

Všechny svary musí být podrobeny vizualní prohlídce v souladu s ČSN EN ISO 17637 (05 1180). Svary se kontrolují v nenatřeném stavu. Kontrola se provádí po celé délce svaru volným okem, v úsecích indikujících sníženou jakost je nutno použít lupu. Klasifikace geometrických vad podle ČSN EN ISO 6520-1 (05 0005).

11.2 Kontrola magnetickou práškovou metodou

Metoda indikuje povrchové nečistosti feromagnetických svarových spojů. Zkouška se provádí v souladu s ČSN EN ISO 17638 (05 1182). Stupeň přípustnosti se stanoví a hodnotí podle ČSN EN ISO 23278 (05 1183). Používané termíny podle ČSN EN ISO 12707 (01 5005).

11.3 Kontrola kapilárními metodami

Zkoušení materiálů a výrobků kapilárními metodami se provádí podle ČSN 01 5016. Metody indikují povrchové nečistosti, případně netěsnosti svarových spojů. Zkouška se provádí v souladu s ČSN EN ISO 3452-1 (01 5018), stupeň přípustnosti se stanoví a hodnotí podle ČSN EN ISO 23277 (05 1176). Terminologie v souladu s ČSN EN ISO 12706 (01 5005).

11.4 Kontrola ultrazvukem

Zkoušení svarových spojů ultrazvukem (pokud je předepsáno) se provádí podle ČSN EN ISO 17640 (05 1171), stanovení stupně přípustnosti indikací se provádí podle ČSN EN ISO 11666 (05 1172) a posouzení charakteru indikací ve svarech podle ČSN EN ISO 23279 (05 1173). O provedení zkoušky se zpracuje protokol obsahující obecné údaje, údaje o zkušebním zařízení, údaje k technice zkoušení a výsledky podle ČSN EN ISO 17640 (05 1171).

11.5 Značení vad na svarech

Všechny vady, které je nutno opravit na svarech, musí být označeny vhodným značením, snadno čitelným a takovým způsobem, že se nesmí manipulací smazat. Systém značení musí být předmětem schválení a musí být uveden v technické dokumentaci.

11.6 Kontrola svarů podrobených vyrovnání

Pokud je nutno svařovanou konstrukci nebo její podskupiny rovnat, tak všechny rovnané svary musí mít svarové spoje v oblasti vyrovnání podrobeny defektoskopické kontrole kapilární nebo magnetickou práškovou metodou. Rovnání plamenem je nepřipustné.

11.7 Radiografické zkoušky

11.7.1 Výběr spojů pro radiografické zkoušky

Radiografické zkoušce musí být podrobena všechna místa uvedená v technické výrobní dokumentaci a místa přijímacím orgánem náhodně zvolená. Četnost kontroly pro daný typ místa se stanoví na podkladě závěrů hodnocení zkoušek provedených v předvýrobní fázi (čl. 10.2). Metodika zkoušení svarových spojů vychází ze základních podmínek kontroly podle ČSN EN ISO 5579 (01 5011) a ČSN EN ISO 17636-1 a ČSN EN ISO 17636-2 (05 1150); klasifikace svarů a stanovení přípustných a nepřipustných vad z ČSN EN ISO 10675-1 (05 1178).

11.7.2 Spoje s nepřipustnými vadami

Pokud radiografická zkouška některého místa svarového spoje objeví nepřipustné vady, musí být celý zbytek spoje podroben radiografické kontrole. Výsledky kontroly musí být zaznamenány v průvodní dokumentaci svařence.

12 Oprava nepřipustných vad

Specifikace nepřipustných vad svarových spojů, u kterých je povoleno provádět opravu musí být uvedena v technické a výrobní dokumentaci. Oprava nepřipustných vad svarových spojů musí být provedena podle vypracovaného postupu, který je k dispozici pro potřeby dozoru a kontroly OŘJ výrobce a OSOJ. V postupu oprav musí být mimo jiné uvedena specifikace podmínek pro odstranění vadného místa (broušení, drážkování uhlíkovou elektrodou apod.), podmínky pro provedení opravného svaru, včetně případného nutného tepelného režimu. Opravované oblasti musí být podrobeny kontrole a vyhovovat požadované jakosti.

12.1 Kontrola svarových spojů následujícího svařence

Pokud budou nalezeny nepřipustné vady, musí být odpovídající svarový spoj dalšího svařence podroben kompletní radiografické kontrole bez ohledu na požadavky četnosti kontroly. Nenajdou-li se nepřipustné vady, pokračuje se v kontrole podle požadavků na její četnost. Jestliže se najdou nepřipustné vady, musí být odpovídající spoj ve výrobě následujícího svařence celý radiograficky kontrolován. Celková kontrola odpovídajícího spoje musí pokračovat u každého po sobě vyrobeného svaru, dokud se nezíská spoj bez nepřipustných vad. Všechny nepřipustné vady v každém spoji musí být opraveny. Opravené oblasti musí být podrobeny radiografické kontrole a odpovídat požadavkům jakosti.

12.2 Technologie oprav

Před zahájením výroby svařovaných konstrukcí z vysokopevnostních ocelí musí být v rámci zkoušení svarových spojů v předvýrobní fázi viz čl. 10.2 řešen také způsob oprav případně možných vad svarových spojů.

Pro opravy musí být kvalifikován postup opravy svařováním – WPQR a pro možné varianty oprav vypracována specifikace postupu svařování – WPS, která musí obsahovat i způsob odstranění vady a přípravu vadného místa pro opravu.

13 Podmínky pro zabezpečení dodávek svařovaných konstrukcí z vysokopevnostních ocelí do rezortu MO

Svařované konstrukce z vysokopevnostních ocelí představují vysoce náročné celky ve všech etapách jejich vzniku. Z tohoto důvodu je nezbytné ve všech etapách realizovat dodržení systému zabezpečení jakosti vyplývajícího z rezortních předpisů MO. Státní ověřování jakosti, odborný dozor a konečná kontrola se řídí Zákonem č. 309/2000 Sb. a RMO č. 1/2003. Činnost OSOJ v oblasti vývoje, výroby prototypu, ověřovací série výroby, provádění odborného dozoru a konečné kontroly svařované konstrukce se řídí interními předpisy OSOJ.

Činností při ověřování jakosti ze strany rezortu MO není dotčena odpovědnost výrobce a dodavatele za jakost podle právních předpisů, technických požadavků na výrobky a dodržení technických a organizačních norem a požadavků tohoto ČOS.

ČOS 343905
2. vydání
Změna 2

(VOLNÁ STRANA)

PŘÍLOHY

Příloha A

Obalené elektrody

**TABULKA A1 – Informativní – Chemické složení čistých svarových kovů
vybraných obalených elektrod**

Svařovací materiál	Prvek (hmotnostní %)											
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Nb	Cu	Celkem ostatní
OK 74.78 ESAB ¹⁾	0,06	0,40	1,50	<0,020	<0,020			0,40				
MIL-9018M USA	0,10	0,80	0,60 1,25	0,030	0,030	0,15	1,40 1,80	0,35	0,05			
TENACITO 65 OERLIKON ¹⁾	0,05	0,30	1,50				1,00	0,35				
Conarc 70 G LINCOLN ¹⁾	0,06	0,40	1,20	0,014	0,009		1,00	0,40				
OK 75.75 ESAB	0,03 0,08	0,15 0,55	1,50 2,00		0,020	0,30 0,60	2,00 2,50	0,30 0,60	0,05			
MIL-11018-M USA	0,10	0,60	1,30 1,80	0,030	0,030	0,40	1,25 2,50	0,25 0,50	0,05			
TENACITO 75 OERLIKON ¹⁾	0,06	0,50	1,50			0,40	2,10	0,40				
Conarc 80 LINCOLN ¹⁾	0,06	0,40	1,50	0,015	0,010		2,20	0,40				
OK 75.78 ESAB	0,03 0,06	0,15 0,50	1,75 2,40		0,015	0,40 0,60	2,60 3,40	0,55 0,65				
Tenacito 100 OERLIKON ¹⁾	0,06	0,50	1,60			0,70	2,40	0,50				
MIL-14018-M1 USA	0,10	0,65	0,75 1,35	0,010	0,010	0,35 1,20	3,10 3,90	0,30 1,10	0,09			
POZNÁMKA: ¹⁾ – minimum – typické chemické složení čistého svarového kovu maximum												

Příloha A

TABULKA A2 – Informativní – Mechanické vlastnosti čistých svarových kovů vybraných obalených elektrod

Svařovací materiál	Mez kluzu [MPa]	Pevnost v tahu [MPa]	Tažnost A ₅ [%]	Absorbovaná energie [J]				
				+20 °C	-20 °C	-40 °C	-50 °C	-60 °C
OK 74.78 ESAB ¹⁾	600	650	24		90		60	
MIL-9018M USA	548 703	703	24				27	
TENACITO 65 OERLIKON ¹⁾	>560	630 720	20	>150	>90	>70		>50
Conarc 70 G LINCOLN ¹⁾	550 600 ¹⁾	610 655 ¹⁾ 780	18 24 ¹⁾			47 90 ¹⁾		
OK 75.75 ESAB	690 755 ¹⁾	760 820 ¹⁾	20 20 ¹⁾	115 ¹⁾	85 ¹⁾	70 ¹⁾	27 55 ¹⁾	45 ¹⁾
MIL-11018-M USA	689 774	774	20	20			47	
TENACITO 75 OERLIKON ¹⁾	>700	780 880	>17	>100	>80	>60		>40
Conarc 80 LINCOLN ¹⁾	690 750 ¹⁾	760 785 ¹⁾ 960	17 22 ¹⁾			100 ¹⁾	47 80 ¹⁾	
OK 75.78 ESAB	920 ¹⁾	965 ¹⁾	17 ¹⁾					60 ¹⁾
Tenacito 100 OERLIKON ¹⁾	>900	980 1080	>14	>60	>30			
MIL-14018-M1 USA	949 1055		14					
POZNÁMKA: ¹⁾ – minimum – typické mechanické vlastnosti čistého svarového kovu maximum								

Příloha B

Drátové elektrody

TABULKA B1 – Informativní – Chemické složení vybraných drátových elektrod a čistých svarových kovů

Svařovací materiál	Prvek (hmotnostní %)											Celkem ostatní
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Ti	Cu	
OK AristoRod 13.08 ESAB	0,07 0,07 ¹⁾ 0,12	0,50 0,50 ¹⁾ 0,80	1,70 1,60 ¹⁾ 2,10	0,010 ¹⁾ 0,025	0,010 ¹⁾ 0,025		0,05 ¹⁾ 0,15	0,40 0,40 ¹⁾ 0,60			0,15 ¹⁾ 0,15	0,50
Carbofil CrMo1 OERLIKON	0,05 0,10	0,20 0,50	0,50 0,90			0,80 1,30		0,40 0,60				
OK AristoRod 55 (13.13) ESAB	0,07 0,11 ¹⁾ 0,14	0,60 0,50 ¹⁾ 0,80	1,30 1,10 ¹⁾ 1,80	0,015 ¹⁾ 0,015	0,015 ¹⁾ 0,015	0,50 0,50 ¹⁾ 0,65	0,50 0,50 ¹⁾ 0,65	0,15 0,20 ¹⁾ 0,30			0,07 ¹⁾ 0,15	0,25
Spoolarc 83 ESAB ¹⁾	0,09	0,60	1,65	0,013	0,012			0,43				
OK Autrod 13.25 ESAB	0,06 0,07 ¹⁾ 0,10	0,50 0,50 ¹⁾ 0,75	1,65 1,40 ¹⁾ 1,90	0,010 ¹⁾ 0,015	0,010 ¹⁾ 0,015		0,85 1,00 ¹⁾ 1,15	0,25 0,30 ¹⁾ 0,50		0,10 0,10 ¹⁾ 0,20		
Carbofil NiMo1 OERLIKON	0,05 0,08	0,30 0,50	1,50 1,70				1,00	0,40		0,10		
Spoolarc 95 ESAB ¹⁾	0,06	0,35	1,40	0,008	0,007	0,20	1,80	0,35				
OK AristoRod 69 (13.29) ESAB	0,06 ¹⁾ 0,10	0,40 0,60 ¹⁾ 0,70	1,50 1,60 ¹⁾ 1,80	0,010 ¹⁾ 0,015	0,010 ¹⁾ 0,015	0,20 0,30 ¹⁾ 0,40	1,20 1,40 ¹⁾ 1,60	0,20 0,25 ¹⁾ 0,30	0,05 0,07 ¹⁾ 0,10		0,07 ¹⁾ 0,15	
Carbofil NiMoCr OERLIKON	0,05 0,08	0,30 0,50	1,30 1,50			0,25	1,40	0,25				
OK AristoRod 79 (13.31) ESAB	0,08 0,10 ¹⁾ 0,12	0,60 0,70 ¹⁾ 0,90	1,70 1,70 ¹⁾ 2,10	0,010 ¹⁾ 0,015	0,010 ¹⁾ 0,018	0,25 0,30 ¹⁾ 0,45	1,80 1,90 ¹⁾ 2,30	0,45 0,50 ¹⁾ 0,65		0,03 0,03 ¹⁾ 0,15	0,07 ¹⁾ 0,15	
LNM MoNiVa LINCOLN ¹⁾	0,08	0,44	1,70			0,23		0,30	0,08		0,25	
Spoolarc 120 ESAB ¹⁾	0,07	0,35	1,30	0,007	0,008	0,40	2,60	0,40				
MIL-140S-1 USA	0,12	0,30 0,50	1,50 2,00	0,010	0,010	0,65 1,05	1,95 3,10	0,40 1,00	0,04	0,04	0,15	Zr 0,04 Al 0,04
Spoolarc 140 ESAB ¹⁾	0,09	0,31	1,55	0,009	0,009	0,63	2,58	0,86				
OK AristoRod 89 ESAB ¹⁾	0,10	0,80	1,90	0,09	0,09	0,30	2,10	0,65				

minimum drátové elektrody
 POZNÁMKA: ¹⁾ – typické chemické složení čistého svarového kovu
 maximum drátové elektrody

Příloha B

TABULKA B2 – Informativní – Mechanické vlastnosti čistých svarových kovů vybraných drátových elektrod

Svařovací materiál	Mez kluzu [MPa]	Pevnost v tahu [MPa]	Tažnost A ₅ [%]	Absorbovaná energie [J]				
				+20 °C	-20 °C	-40 °C	-50 °C	-60 °C
OK AristoRod 13.08 ESAB	500 590 ¹⁾	560 685 ¹⁾ 720	18 24 ¹⁾	140 ¹⁾	100 ¹⁾	47 80 ¹⁾		
Carbofil CrMo1 OERLIKON	500	600 700	20	80				
OK AristoRod 55 (13.13) ESAB	550 690 ¹⁾	640 770 ¹⁾ 820	18 20 ¹⁾		75 ¹⁾	60 ¹⁾	50 ¹⁾	50 ¹⁾
Spoolarc 83 ESAB	656 ¹⁾	759 ¹⁾	22 ¹⁾		-29 °C 118 ¹⁾			
OK Autrod 13.25 ESAB	620 ¹⁾	690 700 ¹⁾	20 ¹⁾		130 ¹⁾	90 ¹⁾		70 ¹⁾
Carbofil NiMo1 OERLIKON	640	710 780	18	100	80			
Spoolarc 95 ESAB	656 ¹⁾	725 ¹⁾	23 ¹⁾		-18 °C 126 ¹⁾		-51 °C 88 ¹⁾	
OK AristoRod 69 (13.29) ESAB	690 730 ¹⁾	770 800 ¹⁾ 940	17 19 ¹⁾	100 ¹⁾	70 ¹⁾	47 55 ¹⁾		
Carbofil NiMoCr OERLIKON	690	790 860	16	80	50			
OK AristoRod 79 (13.31) ESAB	790 850 ¹⁾	880 890 ¹⁾ 1080	16 18 ¹⁾		60 ¹⁾	-30 °C 50 ¹⁾		
LNM MoNiVa LINCOLN	710 ¹⁾	790 ¹⁾	20 ¹⁾			70 ¹⁾		
Spoolarc 120 ESAB	773 ¹⁾	849 ¹⁾	19 ¹⁾		-18 °C 136 ¹⁾		-51 °C 102 ¹⁾	
MIL-140S-1 USA	930 1035		14					
Spoolarc 140 ESAB	877 ¹⁾	963 ¹⁾	15 ¹⁾	110 ¹⁾		64 ¹⁾		59 ¹⁾
OK AristoRod 89 ESAB ¹⁾	920 ¹⁾	1000 ¹⁾	18 ¹⁾			60 ¹⁾		
minimum POZNÁMKA: ¹⁾ – typické mechanické vlastnosti čistého svarového kovu maximum								

Příloha C

Plněné elektrody
TABULKA C1 – Informativní – Chemické složení čistých svarových kovů
vybraných plněných elektrod

Svařovací materiál	Prvek (hmotnostní %)										
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Nb	Cu
PZ 6145 FILARC	0,06 0,10	0,30 0,60	1,50 1,90				0,60 1,00				
Outershiel 81Ni1-H ¹⁾ LINCOLN	0,05	0,20	1,40	0,013	0,010		0,95				
PZ 6146 FILARC	0,05 0,09	0,30 0,50	1,30 1,75				1,30 1,70	0,25 0,35			
Outershiel 550-H ¹⁾ LINCOLN	0,04	0,20	1,40	0,012	0,010		2,00	0,30			
FLUXOFIL 41 OERLIKON ¹⁾	0,05	0,35	1,40				1,20	0,40			
PZ 6147 FILARC ¹⁾	0,07						2,00	0,50			
Outershiel MC-1100 ¹⁾ LINCOLN	0,06	0,60	1,80			0,10	1,80	0,40	0,01		
OK Tubrod 15.07 ESAB	0,04 0,07	0,30 0,50	1,45 1,75	0,020	0,020		2,30 2,70				
PZ 6148 FILARC	0,05 0,09	0,30 0,50	1,40 1,80	0,020	0,020	0,30 0,60	1,90 2,40	0,30 0,60			
OK Tubrod 14.03 ESAB	0,04 0,10	0,30 0,80	1,40 1,90	0,020	0,020	0,15	1,95 2,55	0,40 0,70	0,05	0,05	0,10
Outershiel 690-H ¹⁾ LINCOLN	0,06	0,20	1,50	0,015	0,010		2,00	0,50			
OK Tubrod 15.09 ESAB	0,04 0,09	0,30 0,50	0,95 1,35	0,020	0,020	0,20	2,00 2,60	0,35 0,45	0,05	0,05	0,30
OK Tubrod 15.27 ESAB	0,04 0,10	0,70	1,30 1,80	0,030	0,030	0,20	2,10 2,90	0,20	0,08	0,05	0,30
Fluxofil 42 OERLIKON ¹⁾	0,05	0,35	1,30			0,40	2,40	0,40			
PZ 6149 FILARC	0,06 0,10	0,30 0,50	1,60 2,00	0,020	0,020	0,80 1,10	2,00 2,60	0,40 0,60			
Fluxofil 45 OERLIKON ¹⁾	0,05	0,45	1,70			1,00	2,20	0,40			
Coreweld 89 ESAB ¹⁾	0,09	0,30	1,35	0,005	0,005	0,60	2,50	0,70	0,04	0,04	0,10
MEGAFIL 1100 M DRAHTZUG STEIN ¹⁾	0,07	0,50	1,50	<0,015	<0,015	0,60	2,70	0,60			

minimum svarový kov
POZNÁMKA: ¹⁾ – typické chemické složení čistého svarového kovu
maximum svarový kov

**TABULKA C2 – Informativní – Mechanické vlastnosti čistých svarových kovů
vybraných plněných elektrod**

Svařovací materiál	Mez kluzu [MPa]	Pevnost v tahu [MPa]	Tažnost A ₅ [%]	Absorbovaná energie [J]				
				+20 °C	-20 °C	-40 °C	-50 °C	-60 °C
PZ 6145 FILARC	500	580 680	24		100		54	
Outershield 81Ni1-H LINCOLN	500	560 720	18				47	
PZ 6146 FILARC	550	630 760	19		100		50	
Outershield 550-H LINCOLN	550	640 820	18			47		
FLUXOFIL 41 OERLIKON	560	650 750	20	120	80	60		47
PZ 6147 FILARC	620	700 830	18		90			50
Outershield MC-1100 LINCOLN	660 720 ¹⁾	760 815 ¹⁾	15 21 ¹⁾			55 ¹⁾	45 ¹⁾	
OK Tubrod 15.07 ESAB	620	700 830	18			47		
PZ 6148 FILARC	690	770 900	17		80		50	
OK Tubrod 14.03 ESAB	690 757 ¹⁾	770 842 ¹⁾ 900	17			47 71 ¹⁾		
Outershield 690-H LINCOLN	690	770 970	17			47		
OK Tubrod 15.09 ESAB	690	770 900	16			47		
OK Tubrod 15.27 ESAB	690	760 900	15			50	50	
Fluxofil 42 OERLIKON	690	750 850	16	80	60	55		47
PZ 6149 FILARC	890	950 1050	14		47		35	
Fluxofil 45 OERLIKON	890	950 1100	14	60	55	47		
Coreweld 89 ESAB ¹⁾	923	985	18			72		
MEGAFIL 1100 M DRAHTZUG STEIN	960	980 1180	8	60	47			

minimum
POZNÁMKA: ¹⁾ – typické mechanické vlastnosti čistého svarového kovu
maximum

ČOS 343905
2. vydání
Změna 2

(VOLNÁ STRANA)

(VOLNÁ STRANA)

Účinnost českého obranného standardu od: **14. listopadu 2017**

Změny:

Změna číslo	Účinnost od	Změnu zpracoval	Datum zpracování	Poznámka
1	21. 1. 2019	Odbor obranné standardizace	20. 2. 2019	
2	8. 4. 2022	Vojenský výzkumný ústav, s. p., Brno, Radim Ulman	11. 4. 2022	

U p o z o r n ě n í: Oznámení o českých obranných standardech jsou uveřejňována měsíčně ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví v oddíle „Ostatní oznámení“ a Věstníku MO.

V případě zjištění nesrovnalostí v textu tohoto ČOS zasílejte připomínky na adresu distributora

Rok vydání: 2022, obsahuje 22 listů

Distribuce: Odbor obranné standardizace Úř OSK SOJ, nám. Svobody 471/4,
160 01 Praha 6

Vydal: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti
oos.army.cz

NEPRODEJNÉ
