

Svařované ocelové trubky pro tlakové nádoby a zařízení – technické dodací podmínky
Část 5: Pod tavidlem obloukově svařované trubky z nelegovaných a legovaných ocelí se zaručenými vlastnostmi při zvýšených teplotách
ČSN EN 10217-5
Způsob výroby a dodávání

Způsob výroby volí výrobce. Ocel pro výrobu trubek musí být plně uklidněná. Oceli P235GH a P265GH jsou klasifikovány jako nelegované jakostní oceli. Ocel 16Mo3 je klasifikována jako legovaná ušlechtilá ocel. Trubky musí být vyráběny obloukovým svařováním pod tavidlem (SAW) jedním z postupů uvedených v následující tabulce.

Postup číslo (viz EN 10217 část 1)	Výrobní způsob		Výrobní postup		Dodávaný stav ^{a)}
	Způsob	Symbol	Výchozí materiál	Způsob tváření	
4b	Svařování obloukem pod tavidlem - podélný svár nebo - svár ve šroubovici (spirále)	SAW SAWL SAWH	Za tepla válcovaný plech nebo pás	Za studena tváření (skroužený) a svaření	NP
5a			Normalizačně válcovaný plech nebo pás		Stav po svařování ^{c)}
6a			Normalizačně žíhaný plech nebo pás		
7a			Za tepla válcovaný plech nebo pás	Normalizačně tváření a svaření ^{b)}	Stav po svařování ^{c)}
8a			Normalizačně válcovaný plech nebo pás		
9a			Normalizačně žíhaný plech nebo pás		

^{a)} stav po svařování = žádné následné tepelné zpracování; NP = celá trubka normalizovaná;
^{b)} použití pouze SAWL trubky;
^{c)} je dovoleno svár tepelně zpracovat na odstranění prutí.

Chemické složení tavby v hmot. %

Druh oceli		Chemické složení tavby hmotnostní % ^{a)}												
Značka	Číselné označení	C max.	Si max.	Mn	P max.	S max.	Cr max.	Mo max.	Ni max.	Al _{celk.}	Cu ^{c)} max.	Nb ^{d)} max.	Ti ^{d)} max.	V ^{d)} max.
P235GH	1.0345	0,16	0,35	≤1,20	0,025	0,020	0,30	0,08	0,30	≥0,020 ^{b)}	0,30	0,010	0,03	0,02
P265GH	1.0425	0,20	0,40	≤1,40	0,025	0,020	0,30	0,08	0,30	≥0,020 ^{b)}	0,30	0,010	0,03	0,02
16Mo3	1.5415	0,12-0,20 ^{e)}	0,35	0,40-0,90	0,025	0,020	0,30	0,25-0,35	0,30	≤0,040	0,30	-	-	-

Cr+Cu+Mo+Ni max 0,70 (vyjma 16Mo3).
^{a)} prvky neuvedené v tabulce, kromě těch, které jsou nezbytné k výrobnímu procesu, nesmí být do oceli přidávány bez souhlasu odběratele.
^{b)} pro usnadnění tvářecích operací může být dohodnut nižší obsah Cu a maximální obsah cínu.
^{c)} tento požadavek se nepoužije za předpokladu, že ocel obsahuje dostatečné množství jiných prvků, které vážou dusík. Použije-li se titan, musí se ověřit, že $(Al+Ti)/2 \geq 0,020\%$.
^{d)} obsah těchto prvků se nemusí uvádět, pokud nebyly přidány záměrně.
^{e)} pro tloušťky stěn ≥ 30 mm může být obsah uhlíku zvýšen v tavební analýze a analýze výrobku o 0,02%

Dovolené odchylky rozboru hotového výrobku od složení tavby v % hmot.

Mezní úchytky chemického rozboru hotového výrobku od mezních hodnot platných pro rozbor tavby					
Prvek	Mezní hodnota rozboru tavby % hmot.	Mezní úchytky pro rozbor hotového výrobku % hmot.	Prvek	Mezní hodnota rozboru tavby % hmot	Mezní úchytky pro rozbor hotového výrobku % hmot.
C	≤ 0,20	+ 0,02	Cu	≤ 0,30	+ 0,05
Si	≤ 0,40	+ 0,05	Mo	≤ 0,35	± 0,03
Mn	≤ 1,00 > 1,00 až ≤ 1,40	± 0,05 + 0,10	Nb	≤ 0,010	+ 0,005
P	≤ 0,025	+ 0,005	Ni	≤ 0,30	+ 0,05
S	≤ 0,020	+ 0,005	Ti	≤ 0,03	+ 0,01
Al	≤ 0,040	± 0,005	V	≤ 0,02	+ 0,01
Cr	≤ 0,30	+ 0,05	Cr+Cu+Mo+Ni	≤ 0,70	+ 0,05

Mechanické vlastnosti při pokojové teplotě

Mechanické vlastnosti pro tloušťky stěn T ≤ 40 mm											
Označení oceli		Pevnostní vlastnosti při okolní teplotě					Zkouška rázem v ohybu ^{a),b)}				
Značka	Číslo	Horní mez kluzu R _{eH} nebo R _{p0,2} min. MPa		Pevnost v tahu R _m	Tažnost A % ^{a)} min.		Minimální průměrná nárazová práce KV ₂ ^{d)} J při teplotě °C				
		T ≤ 16	16 < T ≤ 40		MPa	l	t	20	0	-10	20
		P235GH	1.0345	235	225	360-500	25	23	-	40	28 ^{c)}
P265GH	1.0425	265	255	410-570	23	21	-	40	28 ^{c)}	-	27 ^{c)}
16Mo3	1.5415	280	270	450-600	22	20	40	-	-	27	-

^{a)} l = podélně; t = příčně;
^{b)} ověřuje se pouze na požadavek;
^{c)} na požadavek se navíc ke stanovení nárazové práce při 0°C, provede zkouška rázem v ohybu v podélném směru při -10°C
^{d)} KV₂ = nárazová práce při použití břitů kladiva o poloměru 2 mm podle EN ISO 148-1.

Mechanické vlastnosti při vyšších teplotách

Minimální smluvní mez kluzu R _{p0,2} za zvýšených teplot pro tloušťku stěny do 40 mm včetně.								
Označení oceli		R _{p0,2} ^{a)} při teplotě °C MPa						
Značka	Číselné označení	100	150	200	250	300	350	400
P235GH	1.0345	198	187	170	150	132	120	112
P265GH	1.0425	226	213	192	171	154	141	134
16Mo3	1.5415	243	237	224	205	173	159	156

^{a)} Mez kluzu R_{p0,2} musí být ověřena při zkušební teplotě dohodnuté v objednávce.

Vzhled a vnitřní jakost
Vzhled

Oblast svaru musí být bez prasklin a neprovařených míst.

Trubky musí být na vnějším a vnitřním povrchu bez vad, které mohou být zjištěny vizuální kontrolou.

Vnější a vnitřní povrch trubek musí být typický pro způsob výroby a tepelné zpracování, pokud je použito. Povrch musí však být takový, aby mohly být identifikovány všechny povrchové necelistvosti, které vyžadují opravu.

Povrchové necelistvosti je dovoleno opravovat jen broušením nebo opracováním za předpokladu, že po provedení opravy nebude tloušťka stěny v opravované oblasti menší, než je předepsaná minimální tloušťka stěny. Všechny opravované oblasti musí plynule přecházet do obvodu trubky.

Všechny necelistvosti na povrchu, u nichž se prokáže, že jsou hlubší než 5% tloušťky stěny T nebo hlubší než 3 mm (platí menší hodnota), musí být opraveny.

Necelistvosti, které zasahují pod předepsanou minimální tloušťku stěny, musí být považovány za vady a trubky s takovými vadami je nutno ve smyslu této normy považovat za nevyhovující.

Vnitřní jakost

Nepropustnost trubek musí být vyzkoušena vnitřním přetlakem nebo elektromagnetickou zkouškou. Není-li stanoveno jinak, je výběr metody na výrobci.

Zkouška vnitřním přetlakem se provádí při tlaku 70 bar (100kPa) nebo při zkušební tlaku vypočteném podle následujícího vzorce:

$$P_{\min.} = 20 (S \times T) : D$$

kde

P = zkušební tlak v barech;

D = předepsaný vnější průměr v mm;

T = předepsaná tloušťka stěny v mm;

S = napětí v MPa odpovídající 70% minimální zaručené meze kluzu pro příslušnou jakost oceli.

Zkušební tlak musí působit po dobu nejméně 5 vteřin pro trubky s vnějším průměrem D menším nebo rovným 457 mm a po dobu nejméně 10 vteřin pro trubky s vnějším průměrem D větším než 457 mm.

Trubky musí vydržet zkoušku bez projevu netěsnosti nebo viditelné deformace.

Elektromagnetická zkouška se provádí podle EN ISO 10893-1.

Nedestruktivní zkoušení

Celá délka svarového spoje musí být nedestruktivně zkoušena

Celá délka švu trubek kategorie 1 se zkouší na necelistvosti podle EN ISO 10893-2 na stupeň přípustnosti E3 nebo E3H nebo

EN ISO 10893-3 na stupeň přípustnosti F3,

nebo

EN ISO 10893-10 na stupeň přípustnosti U3, podtřída C

nebo

EN ISO 10893-11 na stupeň přípustnosti U3.

Není-li stanoveno jinak, volí metodu zkoušení výrobce.

Oblasti konců trubek, které nejsou podrobeny automatickému zkoušení, se musí zkoušet ručně nebo poloautomaticky ultrazvukem podle EN 10246-8 na stupeň přípustnosti U3, podtřída C, nebo musí být odříznuty.

Trubky kategorie 2 se zkouší na podélné a příčné necelistvosti magnetickými rozptylovými toky podle EN 10893-3 na stupeň přípustnosti F2 nebo ultrazvukem podle EN ISO 10893-10 na stupeň přípustnosti U2 podskupina

Oblasti konců trubek, které nejsou podrobeny automatickému zkoušení, se musí zkoušet ručně nebo poloautomaticky ultrazvukem podle EN ISO 10893-10 dodatek B nebo musí být odříznuty.

Na požadavek v objednávce se zkouší ultrazvukem na přítomnost příčných necelistvostí podle EN ISO 10893-10 stupeň přípustnosti U2 podskupina C nebo na přítomnost dvojitosti podle EN ISO 10893-8 stupeň přípustnosti U2

Přímost

Úchylka přímosti na kterékoli délce L trubky nesmí přesáhnout 0,0015L. Úchylka přímosti na kterémkoliv jednom metru trubky nesmí přesáhnout 3 mm.

Úprava konců

Trubky se dodávají s kolmo uříznutými konci, bez nepřiměřených ořepů.

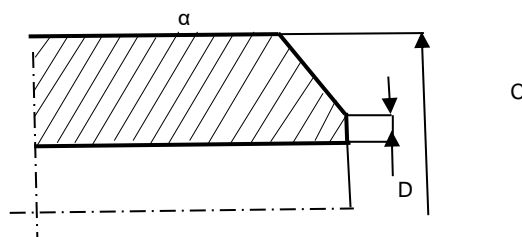
Volitelným požadavkem jsou konce s úkosem. Úkos pak musí mít úhel α 30° +5°/0° s čelní ploškou C 1,6 mm ± 0,8 mm.

Úkos se provádí u trubek o tloušťce stěny $T \geq 3,2$ mm, vyjma trubek s $T \geq 20$ mm kde se dohodne alternativní úkos.

D vnější průměr

α úhel úkosu

C čelní ploška



Preferenční rozměry trubek																								
Vnější průměr D			Tloušťka stěny T																					
Série ^{a)}			4	4,5	5	5,6	6,3	7,1	8	8,8	10	11	12,5	14,2	16	17,5	20	22,2	25	28	30	32	36	40
1	2	3	4	4,5	5	5,6	6,3	7,1	8	8,8	10	11	12,5	14,2	16	17,5	20	22,2	25	28	30	32	36	40
406,4																								
457																								
508																								
		559																						
610																								
		660																						
711																								
	762																							
813																								
		864																						
914																								
1016																								
1067																								
1118																								
	1168																							
1219																								
	1321																							
1422																								
	1524																							
1626																								
	1727																							
1829																								
	1930																							
2032																								
	2134																							
2235																								
	2337																							
	2438																							
2540																								

^{a)} série 1 – rozměry pro které jsou všechna nutná příslušenství potrubních systémů k dispozici;
 série 2 – rozměry, pro které nejsou všechna normalizovaná příslušenství potrubních systémů k dispozici;
 série 3 – rozměry pro zvláštní použití, pro které je jen málo normalizovaného příslušenství

Rozměry, hmotnosti a mezní úchytky

Průměr a tloušťka stěny

Trubky se dodávají s vnějším průměrem D a tloušťkou stěny T

Preferenční vnější průměry a tloušťky stěny byly odvozeny od normy EN 10220, podle které se též počítá hmotnost trubek na jednotku délky.

Délky

Není-li předepsáno jinak, dodávají se trubky ve výrobních délkách. Rozsah délek musí být uveden v objednávce.

Po dohodě při objednávání (volitelný požadavek) se trubky dodávají v přesných délkách, které se předepisují v objednávce.

Mezní úchytky

Vnější průměr D ≥ 406,4 mm	Tloušťka stěny T (mm)	
	T ≤ 5	5 < T ≤ 40
± 0,75 % nebo ± 6 mm co je menší	± 10% nebo ± 0,3 mm co je větší	± 8% nebo ± 2 mm Co je menší

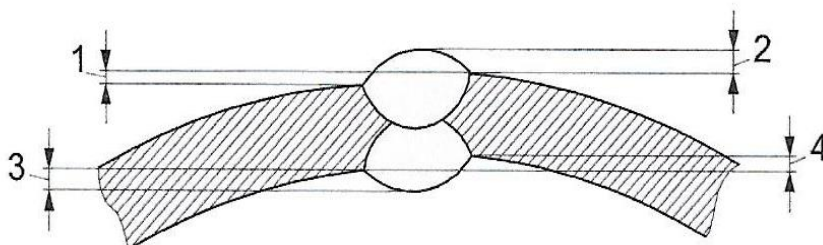
Výška svarového spoje

Maximální výška převýšení svaru	
Tloušťka stěny T	Maximální převýšení svaru na vnější a vnitřní straně trubky (mm)
T ≤ 12,5	3
T > 12,5	4

Radiální přesazení hran plechů nebo pásů u svaru

Radiální přesazení přiléhajících hran plechů nebo pásů (viz obrázek níže) nesmí překročit hodnoty uvedené v tabulce:

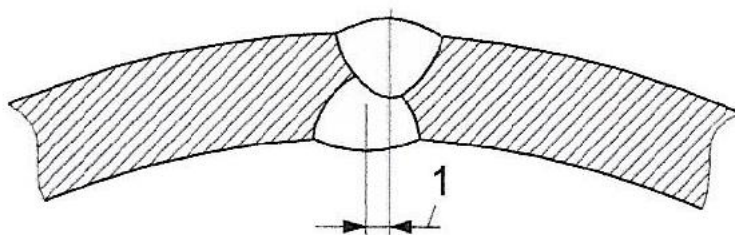
Tloušťka stěny T (mm)	Maximální radiální převýšení (mm)
$T \leq 12,5$	1,6
$T > 12,5$	$0,125 T$ maximálně 3,2



- 1, 4 vnější a vnitřní průměr radiálního přesazení
2, 3 vnější a vnitřní výška svaru

Vyosení svaru

Nesouosost svarového spoje je přípustná za předpokladu, že bylo dosaženo úplného provaření a spojení.



Příklad vychýlení svaru z osy

Mezní úchytky přesných délek:

Délka L (mm)	Mezní úchytky přesné délky (mm)
$L \leq 6000$	+ 25-0
$6000 < L \leq 12\ 000$	+ 50-0
$L > 12\ 000$	+ dohodou - 0

Ovalita

Ovalita (O) se vypočítává pomocí následujícího vzorce:

$$O = \{(D_{\max} - D_{\min}) : D\} \times 100$$

kde

O je ovalita v %

D určený vnější průměr v mm

D_{\max} a D_{\min} maximální a minimální vnější průměr naměřený ve stejné rovině v mm.

U trubek s vnějším průměrem $D \leq 406,4$ mm je ovalita zahrnuta do mezních úchylek,

U trubek s vnějším průměrem $D > 406,4$ mm a poměrem $D/T \leq 100$ nesmí být ovalita větší než 2%.

U trubek s $D/T > 100$ se hodnoty ovality dohodnou

Kontrola

Druh kontroly

Shoda s požadavky objednávky musí být prověřena specifickou kontrolou

Pokud je předepsán inspekční certifikát 3.1 dodavatel musí v potvrzení objednávky uvést, zda pracuje podle „Systému zajištění jakosti“ prověřeného oprávněným orgánem a zda prošel předepsaným hodnocením pro materiály a procesy důležité pro výrobu svařovaných trubek. Svařování musí provádět kvalifikovaný personál podle dokumentovaných postupů. Pro trubky používané pro tlakové účely podléhající evropské legislativě musí mít výrobce zavedený postup pro schvalování svářečů.

Je-li požadován inspekční certifikát 3.2, oznámí prodávající výrobci jméno a adresu osoby nebo organizace, která provede přejímku a dohodne, kdo ověří a vystaví inspekční certifikát

Obsah dokumentů kontroly:

Obsah dokumentu kontroly musí být v souladu s EN 10168.

Všechny dokumenty musí obsahovat prohlášení o shodě dodávaných výrobků s požadavky této normy a objednávky.

Inspekční certifikát nebo protokol o příjemce musí obsahovat:

- obchodní postup a zúčastněné strany;
- popis výrobků, pro které dokument platí;
- směr odběru zkušebních těles a teplotu zkoušení;
- výsledky zkoušky tahem;
- výsledky zkoušky rázem v ohybu;
- ostatní zkoušky (např. zkoušky smáčknutím);
- chemický rozbor tavby (rozbor hotového výrobku, pokud se provádí);
- značení a identifikace, povrch, tvar a rozměry;
- výsledky kontroly nepropustnosti, nedestruktivní kontroly svarového švu;
- odkaz na schválení postupu svařování;
- odkaz na schválení svářečů a nebo obsluh svařovacích zařízení;
- odkaz na schválení obsluh zařízení nedestruktivního zkoušení;
- potvrzení (ověření platnosti).

Kromě toho musí výrobce v dokumentu kontroly 3.1 uvést odkaz na osvědčení příslušného „Systému zajištění jakosti“, jestliže se používá.

Přehled kontrol a zkoušení pro jakost				Zkušební kategorie	
Druh kontrol a zkoušení	Rozsah zkoušení	Popis zkoušení			
Povinné zkoušky	Rozbor tavby	1 na tavbu	Stanovují se prvky uvedené v tabulce chemického složení. Metodu stanovení volí výrobce.	X	X
	Zkouška tahem z těla trubky při pokojové teplotě	1 na zkušební trubku	Provádí se při okolní teplotě podle EN ISO 6892-1 Stanovuje se R_m ; R_{eH} nebo $R_{p0,2}$ a tažnost po lomu s odkazem na měřenou délku.	X	X
	Příčná zkouška tahem svaru při okolní teplotě pro trubky s $D > 508$ mm		Podle EN ISO 6892-1. Stanovuje se pouze R_m . Zkouška je vyhovující dosáhne-li se normou předepsané minimální hodnoty	X	X
	Zkouška svaru ohybem		Zkouška se provádí podle EN ISO 5173 s trnem o průměru $3T$. Po zkoušení nesmí zkušební těleso vykazovat trhliny nebo praskliny.	X	X
	Zkouška nepropustnosti hydrostatickým tlakem	Každá trubka	Zkouška vnitřním přetlakem 70 bar nebo zkušebním tlakem vypočteným podle vzorce (viz odstavec vnitřní jakost). Tlakem se působí po dobu 5 vteřin u trubek s $D \leq 457$ mm a 10 vteřin pro $D > 457$ mm,	X	X
	Kontrola rozměrů		Měří se předepsané rozměry a přímost. Vnější průměr a tloušťka stěny se měří na koncích trubky.	X	X
	Vizuální kontrola		Zjišťuje se vizuálně shoda s předepsaným vzhledem (nepřítomnost vad a jakost povrchu odpovídající způsobu výroby).	X	X
	Nedestruktivní kontrola svaru ^{a)}		Každá trubka	Viz odstavec vnitřní jakost trubek	X
	Nedestruktivní kontrola základního materiálu na zjištění dvojitosti	-			X
	Nedestruktivní kontrola konců trubek k zjištění dvojitosti	-			X
Nedestruktivní kontrola okrajů plechů/pásů na zjištění dvojitosti	-	X			
Identifikace materiálu pro ocel 16Mo3	Jedna trubka na zkušební dávku	Provede se kontrola zda nedošlo k záměně značky oceli	X	X	
Volitelné zkoušky	Rozbor hotového výrobku	Jedna na tavbu	Metodu volí výrobce	X	X
	Ověření vlastností trubky zkouškou rázem v ohybu	Jedna série zkušebních vzorků na zkušební trubku	Zkouší se podle EN ISO 148-1. Je-li šířka zkušebního tělesa menší než 10 mm, přepočítá se změřená práce KV_p na práci KV_c podle vztahu: $KV_c = (10 \times KV_p) : W$ kde W je šířka zkušebního tělesa. Hodnota KV_c musí odpovídat předepsané hodnotě práce v tabulce mechanických vlastností (KV_2)	X	X
	Zkouška rázem v ohybu základního materiálu při 20°C nebo 0°C		Zkouší se podle EN ISO 148-1	X	X
	Zkouška rázem v ohybu základního materiálu v podélném směru u nelegovaných ocelí při teplotě - 10 °C		Zkouší se podle EN ISO 148-1	X	X
	Ověření meze kluzu při vyšší teplotě	Jedna na tavbu a dodávaného stavu	Zkouší se podle EN ISO 6892-2. Zkušební teplota se dohodne při objednávání	X	X
	Příčná zkouška pevnosti v tahu svaru u trubek většího průměru $D \leq 508$ mm	Jedna na zkušební trubku.	Podle EN ISO 6892-1. Stanovuje se pouze R_m Zkouška je vyhovující dosáhne-li se normou předepsané minimální hodnoty	X	X
	Zkouška těsnosti alternativním hydrostatickým tlakem	Každá trubka	Postup zkoušení je stejný jako při tlaku 70 barů s tím rozdílem se tlak se dohodne. Musí odpovídat napětí = 90% meze kluzu oceli, uvedené v objednávce	X	X
	Měření tloušťky stěny mimo konce trubky		Měří se napříč průměru	X	X

^{a)} Metodu zkoušení volí výrobce, není-li dohodnuto jinak.

Směr zkušebních těles pro zkoušku rázem v ohybu

Umístění, orientace a příprava zkušebních vzorků a zkušebních těles pro mechanické zkoušky:

Zkušební vzorky a zkušební tělesa se odebírají z konců trubek podle normy EN ISO 377.

Způsob odběru zkušebních vzorků pro stanovení jednotlivých mechanických vlastností jsou popsány v příslušných normách pro tato stanovení s ohledem na zkušební postupy a typ trubek.

Příklad odměru zkušebních těles pro zkoušku rázem v ohybu:

Zkušební tělesa pro zkoušku rázem v ohybu

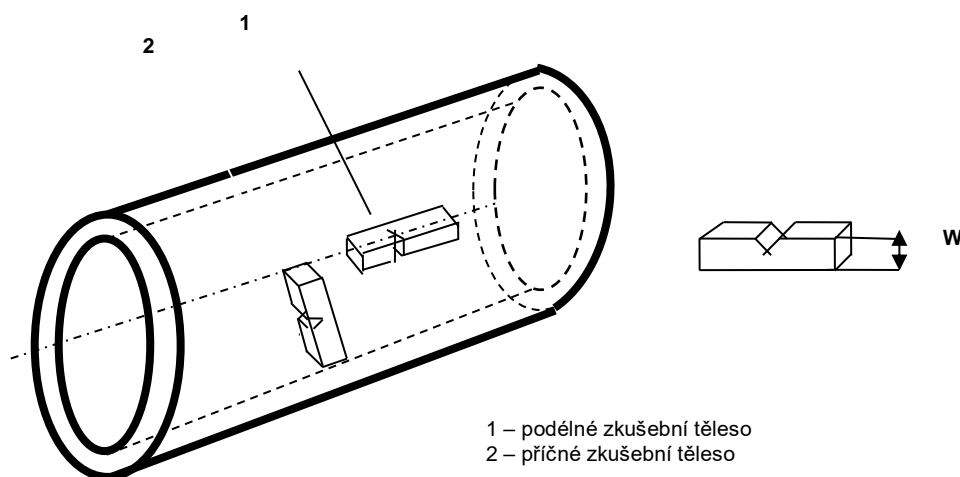
Tři normalizovaná zkušební tělesa s V-vrubem musí být připravena podle EN ISO 148-1. Nelze-li vzhledem k tloušťce stěny vyrobit zkušební tělesa bez smáčknutí vzorku, pak se vyrobí s šířkou menší než 10 mm, ale ne menší než 5 mm. Použije se největší vyrobitelná šířka.

Není-li předepsáno jinak, odebírají se zkušební tělesa příčně k ose trubky. Je-li $D_{min} >$ než předepsaný vnější průměr, odebírají se zkušební tělesa v podélném směru. Osa vrubu musí být kolmo k povrchu trubky.

$D_{min} = (T - 5) + [756,25 / (T - 5)]$.

Pokud šířka W zkušebního tělesa je menší než 10 mm, naměřená nárazová práce (KVp) musí být přepočtena na vypočtenou práci (KVc) pomocí následujícího vzorce:

$KVc = (10 \times KVp) : W$; kde KVc je vypočtená nárazová práce v J; KVp je naměřená nárazová práce v J a W je šířka zkušebního tělesa. Vypočtená průměrná hodnota KVc musí odpovídat KV2 v tabulce mechanických vlastností.



Značení

Povinné značení

Značení musí být provedeno trvanlivě na každé trubce nejméně u jednoho konce.

Značení musí obsahovat následující údaje.

- název nebo značku výrobce;
- druh trubky (např. SAW);
- číslo této evropské normy a značku oceli;
- zkušební kategorii u nelegovaných ocelí;
- kategorie shody, pokud se používá (týká se kvalifikace personálu pro defektoskopii a svařování);
- číslo tavby nebo její kód;
- značku zástupce kontrolní organizace;
- identifikační číslo, které dovoluje přiřazení výrobku nebo dodávané jednotky k příslušným dokumentům (číslo zakázky nebo položky).

Příklad značení:

X – SAWL - EN 10217-5 – P265GH – TC1 – C1 – Y – Z1 – Z2

kde

- X je značka výrobce;
- SAWL je druh trubky;
- TC1 označení zkušební kategorie 1;
- C1 indikátor kategorie shody, pokud se používá;
- Y číslo tavby nebo její kód;
- Z1 značka zástupce kontrolní organizace;
- Z2 identifikační číslo.

Ochrana povrchu

Pokud není stanoveno jinak, dodávají se trubky bez dočasné protikorozní ochrany povrchu. Po dohodě při objednávání může být použit dočasný nebo trvalý ochranný povlak na vnějším nebo vnitřním povrchu.

Údaje pro objednávání

- a) množství (hmotnost nebo celkovou délku nebo počet kusů);
- b) termín trubka;
- c) rozměry (vnější průměr D a tloušťka stěny T);
- d) značku oceli podle této části normy EN 10217.
- e) zkušební kategorie.

Norma dále uvádí volitelné požadavky.

Pokud odběratel neuvede žádný z volitelných požadavků, budou trubky dodány podle základní specifikace.