**POŽADAVKY NA KVALITU TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ SOUVISEJÍCÍHO SE SVAŘOVÁNÍM A PŘÍBUZNÝMI PROCESY DLE ČSN EN ISO 17663**

**Ing. Vladimír Kudělka, Ph.D., Ing. Jan Opletal, Ing. Zdeněk Balej, TESYDO, s.r.o.**

**Předmět**

Tato mezinárodní norma uvádí požadavky na kvalitu tepelného zpracování, souvisejícího se svařováním a tvářením, prováděného na vzduchu nebo v řízených atmosférách, v dílnách nebo na montážích. Platí hlavně pro feritické oceli ale může být využita i pro jiné vhodné materiály.

Tato mezinárodní norma uvádí návod pro výrobce, jak provádět tepelné zpracování nebo vyrábět tepelně zpracované výrobky nebo součásti. Norma může být také využita jako základ k hodnocení výrobce, s ohledem na jeho schopnost provádět tepelné zpracování.

Na splnění požadavku se nemusí trvat za oprávněného předpokladu tam, kde specifický požadavek není vhodný pro určitý proces. Předpokládá se, že norma je pružným rámcem k zajištění:

* specifických požadavků na tepelné zpracování výrobcem, aby měl systém kvality podle ISO 9001;
* specifických požadavků na tepelné zpracování ve specifikacích, které vyžaduje výrobce, který již má systém kvality jiný než ISO 9001;
* specifického návodu pro výrobce, vyvíjejícího systém řízení kvality pro tepelné zpracování;
* specifického návodu pro tepelné zpracování po svařování pro výrobce, kteří pracují podle ISO 3834-2 nebo ISO 3834-3;
* podrobných požadavků na specifikace, předpisy nebo výrobkové normy, které vyžadují řízení činností tepelného zpracování.

**Termíny a definice**

Pro účely této normy platí termíny a definice, uvedené v ISO 13916 a EN 10052 a následující:

**výrobce** (*manufacturer)*

osoba nebo organizace, odpovědná za tepelné zpracování výrobků nebo součástí;

**teplota při vsazování** *(loading temperature)*

teplota pece v době, kdy se výrobek nebo součást vsazuje do pece;

**teplota výdrže** *(holding temperature)*

teplota, na které je výrobek nebo součást udržován(a) pro dosažení specifických vlastností;

POZNÁMKA 1 Teplota výdrže závisí na druhu tepelného zpracování, druhu a tloušťce materiálu.

POZNÁMKA 2 Teplota výdrže se obvykle vyjadřuje jako rozmezí teplot.

**doba výdrže** *(holding time)* doba, po kterou je výrobek nebo součást udržován(a) na teplotě výdrže;

POZNÁMKA 3 Doba výdrže začíná, když teplota ve všech měřících místech dosáhne minimální hodnoty z rozmezí teploty výdrže a končí, až jedno z měřících míst má teplotu nižší než tato teplota.

POZNÁMKA 4 Doba výdrže závisí na druhu tepelného zpracování, druhu a tloušťce materiálu.

**teplota při vytahování** *(unloading temperature)*

teplota výrobku nebo součásti v době, kdy je vytahován(a) z pece nebo když je, u jakéhokoliv jiného tepelného zpracování, odstraněn nebo vypnut zdroj tepla, např. u místního tepelného zpracování;

**rozmezí teplot úseku** *(section temperature range)*

rozmezí teplot, ve kterých se může pohybovat teplota dvou sousedících měřících míst ve stanovené přímé vzdálenosti.

**Přezkoumání požadavků a technických podkladů**

Výrobce musí přezkoumat smluvní a jiné požadavky, spolu s jakýmikoliv technickými údaji. Tím se musí zabezpečit, aby všechny údaje, nezbytné k provedení operací tepelného zpracování byly k dispozici před zahájením práce. Výrobce musí potvrdit svou schopnost splnit všechny požadavky a zajistit odpovídající přípravu všech činností, vztahujících se ke kvalitě.

Přezkoumání požadavků provádí výrobce, aby ověřil, že provedení práce je v jeho možnostech, jsou dostupné dostatečné zdroje na dodržení termínů realizace, dokumentace je jasná a jednoznačná. Výrobce musí zajistit, aby byly rozlišeny všechny podstatné rozdíly mezi smlouvou a předcházející nabídkou.

**Přezkoumání požadavků**

V úvahu musí přicházet následující hlediska:

1. použitá výrobková norma spolu s jakýmikoliv dalšími požadavky;
2. technická pravidla a zákonné požadavky;
3. jakékoliv dodatečné požadavky, určené výrobcem;
4. schopnost výrobce vyhovět předepsaným požadavkům.

**Přezkoumání technických podkladů**

Musí být zajištěno, že zákazník předal všechny nezbytné údaje. V úvahu musí přicházet následující hlediska:

1. použitá výrobková norma a odpovídající výkresy;
2. umístění a přístupnost výrobku nebo součásti, který(á) má být tepelně zpracován(a);
3. druh označování výrobku nebo součásti, který(á) má být tepelně zpracován(a);
4. specifikace tepelného zpracování (příslušné hodnoty tepelného zpracování) a kontrolní postupy tepelného zpracování;
5. souvislost mezi specifikacemi postupů tepelného zpracování a svařování a/nebo tváření;
6. způsoby tepelného zpracování, například který(á) výrobek nebo součást má být tepelně zpracován(a) v peci a u kterého(é) se předpokládá, že bude podroben(a) místnímu tepelnému zpracování;
7. oprávněnost pracovníků;
8. vhodnost zařízení;
9. dokumentace tepelného zpracování;
10. opatření pro řízení a kontrolu;
11. kvalitativní požadavky pro smluvní subdodavatele;
12. vypořádání neshod tepelného zpracování;
13. prostředky měření a zaznamenávání teplot;
14. požadavky na kvalitu a zkoušení tepelného zpracování, pokud nějaké jsou;
15. časový plán/sled tepelného zpracování;
16. dostupnost dostatečné energie
17. jiné zvláštní dohody, například podepírání výrobku nebo součásti.

**Smluvní subdodávky**

Jakýkoliv smluvní subdodavatel musí pracovat podle objednávky, v rámci odpovědnosti výrobce a musí plně vyhovovat odpovídajícím požadavkům této normy. Výrobce musí zajistit, aby subdodavatel mohl vyhovovat kvalitativním požadavkům specifikace.

Informace, které předává výrobce subdodavateli, musí obsahovat veškeré příslušné údaje z přezkoumání technických podkladů.

Výrobce, který objednává tepelné zpracování, musí dodat subdodavateli všechny příslušné specifikace a požadavky, týkající se těchto prací. Subdodavatel musí zajistit záznamy a dokumentaci k této práci podle specifikace výrobce.

**Pracovníci**

Výrobce musí jmenovat dostatečný počet schopných (kvalifikovaných) pracovníků pro přípravu, provádění a kontrolu tepelného zpracování, podle specifikovaných požadavků.

Oprávněnost pracovníků, provádějících tepelné zpracování, musí být výrobcem potvrzena.

Pracovníci musí být vyškoleni a být schopni přečíst instrukce o tepelném zpracování, porozumět jim a zavést je, například programování regulátorů, instalace termočlánků, kontrola kompenzač-ního vedení.

**Kontrola a zkoušení**

Výrobce musí mít k dispozici dostatečný počet schopných (kvalifikovaných) pracovníků pro přípravu a provádění, kontrolu, zkoušení a vyhodnocování činností tepelného zpracování, podle specifikovaných požadavků.

**Nedestruktivní zkoušení**

Nedestruktivní zkoušení se musí provádět v etapě tepelného zpracování, specifikované ve výrobkové normě.

**Destruktivní zkoušení**

Destruktivní zkoušení po tepelném zpracování může být provedeno, pokud:

1. je to vyžadováno výrobkovou normou nebo smlouvou;
2. se výrobce rozhodl ověřit vlastnosti výrobku nebo součásti.

Destruktivní zkoušení může být provedeno na samostatných zkušebních kusech, pokud jsou ze stejného materiálu jako výrobek a byly tepelně zpracovány stejným způsobem jako ve výrobě.

**Zařízení pro tepelné zpracování**

**Výrobní a zkušební zařízení**

Kde je to nezbytné, musí být dostupné následující zařízení:

1. pec nebo zařízení pro ohřev;
2. programátor pro ohřev;
3. zařízení pro měření a záznam teploty;
4. zařízení k ochlazování;
5. zvedací a přepravní prostředky;
6. osobní ochranné prostředky a jiná bezpečností zařízení.

**Popis zařízení**

K hodnocení kapacity a možností pracoviště musí výrobce a/nebo subdodavatel udržovat seznam základních zařízení, používaných k tepelnému zpracování. Tento seznam musí určit prvky rozhodujícího zařízení, například:

1. rozměry pece, maximální zátěž a rozsah teplot ve stupních Celsia;
2. zařízení pro tepelné zpracování a jeho kapacitu;
3. programátory a jejich kapacitu;
4. zařízení k měření teplot a jeho kapacitu, způsob měření, oblast čtení, přesnost, počet měřících kanálů a záznamových zařízení;
5. druh termočlánku a třídu přesnosti, podle IEC 60584-2 a způsob připojení
6. prostředky k ochlazování, například kalící lázeň, ventilátor, stlačený vzduch;
7. jiná zařízení, vyžadovaná k tepelnému zpracování a jeho kontrole.

**Vhodnost zařízení**

Zařízení musí odpovídat předmětnému použití.

**Verifikace zařízení pro tepelné zpracování**

**Všeobecně**

Všechna zařízení, používaná k nastavení, měření a zaznamenávání teploty, musí být vhodným způsobem ve stanovených lhůtách validována kalibrovanými měřícími přístroji.

**Měření stejnoměrnosti teploty v peci**

Stejnoměrnost teploty v peci musí být verifikována pravidelně prováděným měřením teploty.

Měření se provádí u prázdné pece termočlánky. Teplota se musí měřit validovaným zařízením se záznamem. Termočlánky se musí umístit u různých typů pecí tak, aby byly změřeny co nejvyšší možné rozdíly teplot, například ve vzdálenosti 300 mm od ložné plochy. Musí se provést nejméně čtyři měření, dvě ve vrchní části pece a dvě ve spodní. Místa měření musí být umístěna v opačných rozích.

Měření musí být provedeno minimálně při dvou teplotách; v jedné, rovnající se maximální pracovní teplotě pece a ve druhé zhruba v polovině této teploty. Pokud se pec používá pouze pro tepelné zpracování po svařování, je třeba pouze jedno měření stejnoměrnosti.

Teplota musí narůstat až k teplotě měření a tam musí být udržována po dobu 15 minut; potom se musí výsledky měření zaznamenat.

Rozdíly mezi teplotami v jednotlivých místech měření musí být podle tabulky 1.

**Tabulka 1 – Dovolené teplotní rozdíly v různých měřících místech**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Měřená teplota**  ***T*  [°C]** | **Rozmezí teplot úseku jakostní třídy [°C]** | | |
| I | II | III |
| *T* < 300 | 15 | 10 | 6 |
| 300 ≤ *T* < 700 | 20 | 15 | 10 |
| 700 ≤ *T* < 1000 | 30 | 20 | 15 |
| 1000 ≤ *T* < 1300 | 40 | 30 | 20 |

Měření stejnoměrnosti teploty v pracovní oblasti musí být provedena v době ne delší než 36 měsíců od doby poslední validace nebo po generální opravě nebo přestavbě pece.

Alternativně se může provést měření v podmínkách během zátěže s typickou vsázkou. Měřící místa musí být umístěna stejně, jak se uvádí výše – ve druhém odstavci tohoto článku.

Z tohoto měření se musí připravit zkušební protokol. Protokol se musí uložit ve složce spolu s dokumenty kvality.

**Validace zařízení k nastavování a záznamu**

Zařízení k nastavování a záznamu teploty musí být validována v následujících stanovených lhůtách:

a) regulátor teploty: ve lhůtách alespoň 12 měsíců 1);

b) zařízení pro záznam: ve lhůtách alespoň 6 měsíců;

c) měřící systém: ve lhůtách alespoň 12 měsíců.

1) V případě místního tepelného zpracování musí být tato lhůta stanovena výrobcem zařízení.

U stacionárních pecí se lhůty mohou zdvojnásobit.

U přenosného zařízení pro tepelné zpracování se musí záznamová zařízení verifikovat validovaným kalibrátorem pro zajištění stanoveného rozmezí teplot.

Termočlánky jsou stálé a přesné a nepotřebují jakoukoliv validaci.

POZNÁMKA 5 Termočlánky se obvykle dodávají s osvědčením o dávce, včetně hodnoty tříd přesnosti.

Protokoly o validaci musí být vyhotoveny a uloženy ve složce s dokumenty kvality. V případě potřeby musí být dostupné.

Složka s hodnotami validace musí být po dobu platnosti uložena u validovaného zařízení.

**Nová zařízení**

Po uvedení nového zařízení nebo zařízení po celkové opravě do provozu musí být provedeny odpovídající zkoušky zařízení. Zkoušky musí ověřit správnou funkci zařízení. Ze zkoušek musí být uchovány záznamy.

**Údržba**

Výrobce musí mít dokumentované programy pro údržbu zařízení. Plán musí zajistit během údržby kontroly těch součástí zařízení, které řídí proměnné, uváděné v odpovídajících specifikacích pro tepelné zpracování. Plán údržby musí obsahovat také kontroly z hledisek bezpečnosti.

**Provádění tepelného zpracování**

**Všeobecně**

Odpovídající tepelné zpracování se musí, pokud možno, provádět v pecích.

**Parametry tepelného zpracování**

Výrobce výrobku nebo součásti je odpovědný za určení parametrů tepelného zpracování. Parametry závisí na druhu a tloušťce materiálu.

V závislosti na druhu tepelného zpracování musí být specifikovány příslušné následující parametry:

1. teplota při vsazování;
2. rychlost ohřevu;
3. teplota výdrže (rozmezí, pokud je to nezbytné);
4. doba výdrže (rozmezí, pokud je to nezbytné);
5. rychlost ochlazování;
6. teplota při vytahování z pece

**Specifikace postupu tepelného zpracování**

Výrobce musí připravit specifikace tepelného zpracování. V případě svářečských aktivit by měl být postup tepelného zpracování zahrnut ve specifikaci postupu svařování nebo se specifikace postupu svařování může vztahovat ke specifikaci tepelného zpracování. Specifikace stanovuje, jak je třeba provádět práci správně.

Specifikace postupu tepelného zpracování musí obsahovat příslušné následující údaje:

1. druh tepelného zpracování, např. předehřev, žíhání ke snížení pnutí, normalizace;
2. způsob tepelného zpracování, např. v peci, indukční, odporové, prstencový hořák;
3. umístění a počet měřících míst teploty;
4. požadavek na ochranný plyn;
5. parametry tepelného zpracování;
6. podepírání a vsazování výrobku(ů) nebo součásti(í);
7. druh chlazení;
8. identifikace výrobku nebo součástí, např. označení, číslování;
9. podmínky okolního prostředí, např. ochrana před větrem a deštěm;
10. rozmezí ohřívané oblasti a oblasti tepelné izolace.

Specifikace postupu tepelného zpracování musí být kvalifikovány podle návodů, uvedených ve výrobkových normách nebo ve smlouvách.

**Pracovní návodky**

Specifikace tepelného zpracování nebo specifikace postupu svařování jako takové se mohou použít pro pracovní návodky. Jinak se mohou použít jednoúčelové pracovní návodky. Takové pracovní návodky se musí připravit z kvalifikované specifikace postupu tepelného zpracování a nevyžadují samostatnou kvalifikaci.

**Počet měřících míst**

Během tepelného zpracování se teploty musí přiměřeným způsobem měřit prostřednictvím minimálního počtu měřících míst podle tabulky 2 nebo 3. Pokud to způsob měření vyžaduje, termočlánky musí být zakryty pro zamezení přímého ohřevu. Na obou koncích ohřívané oblasti se mohou teploty měřit, pokud je to stanoveno.

Pokud je pec rozdělena do ohřívacích úseků, například zadního, středního a čelního, doporučuje se nejméně jedno měřící místo na úsek.

Pro tepelné zpracování v peci musí být stanoveno umístění měřících míst, aby byla ověřena stejnoměrná teplota.

Kde je to stanoveno, mohou být měřící místa na pracovním kusu. Termočlánky musí být připojeny postupy, které nepříznivě neovlivňují pracovní kus, například použitím kondenzátorového přivařování.

U místního tepelného zpracování jiných výrobků musí být umístění měřících míst stanoveno na výkrese nebo náčrtku.

U výrobků, které jsou složeny z několika trub, například u trubkových stěn, je dostačující měřit pouze trubky, umístěné na obou koncích.

**Tabulka 2 – Minimální počet měřících míst v prostředí pece**

|  |  |
| --- | --- |
| **Objem pece**  **V [m3]** | **Počet měřících míst** |
| V< 40  40 ≤ V< 60  60 ≤ V< 80  80 ≤ V< 100  V ≥ 100 | 2  3  4  5  6 |

**Tabulka 3 – Minimální počet měřících míst pro místní tep. zpracování kruhových součástí**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Vnější průměr trubky**  ***D* [mm]** | **Počet měřících míst** | **Rozteč**  **°** |
| *D <* 170  170 ≤ *D* 370  370 ≤ *D* 550  *D* ≥ 550 | 1  2  3  4 | -  180  120  90 |

**Všeobecná pravidla pro místní tepelné zpracování svarů potrubí**

Je dovoleno tepelně zpracovat oddělené úseky výrobku nebo součásti v peci při zajištění, že délka překrytí dříve tepelně zpracovávaných úseků *L,* vyjádřená v milimetrech, je větší než 1500 mm nebo se rovná hodnotě *L*, podle rovnice (1):

L = 2,5

kde

*D* je vnější průměr výrobku nebo součásti v milimetrech;

*t* jmenovitá tloušťka svaru v milimetrech.

POZNÁMKA 6 Rovnice (1) představuje ekvivalent k rovnici , uváděné v evropských normách. Rovnice (1) je pro uživatele výhodnější, protože se používá pouze vnější průměr *D*, místo vnějšího a vnitřního poloměru *Rl* nebo *R*e. Příklad je uveden v příloze A.

Je dovoleno místně tepelně zpracovávat obvodové svary indukčním nebo odporovým ohřevem po celém obvodu výrobku nebo součásti. Šířka ohřívané oblasti *L*W v milimetrech nesmí být menší než hodnota *L*, podle rovnice (1) ani větší než 12 *t*, přičemž svar je uprostřed.

Kde je vzdálenost připojovacího tupého svaru od svaru odbočky/nátrubku k plášti *L*BW v milimetrech větší, než hodnota *L* podle rovnice (1), může být jeho tepelné zpracování po svařování provedeno samostatně.

Kde je vzdálenost připojovacího tupého svaru od svaru odbočky/nátrubku k plášti *L*BW v milimetrech menší, než hodnota *L* podle rovnice (1), musí být po svařování provedeno tepelné zpracování připojovacího tupého svaru současně se svarem odbočky/nátrubku k plášti.

Pozornost se musí věnovat, během svařování a tepelného zpracování po svařování tupého svaru i zajištění, aby se místně nevyskytovaly žádné škodlivé teplotní gradienty mezi připojovacím svarem pláště a odbočkou/nátrubkem. Teplota na konci ohřívané oblasti nesmí být nižší než 50 % maximální teploty výdrže.

Kde je součást tepelně zpracována z vnitřní strany, musí být izolačním materiálem úplně obalena.

**Záznam z tepelného zpracování**

Pracovníci, provádějící tepelné zpracování, musí zpracovat záznam z tepelného zpracování pro každý výrobek nebo součást, který(á) byl(a) tepelně zpracován(a). Pokud není uvedeno jinak ve výrobkové normě, musí být uvedeny odpovídající příslušné následující údaje:

1. identifikace výrobku nebo součásti;
2. údaje o materiálu (označení materiálu, rozměry);
3. zařízení pro tepelné zpracování (identifikace);
4. druh tepelného zpracování (např. předehřev, žíhání ke snížení pnutí, normalizace);
5. způsob tepelného zpracování (např. v peci, indukční, odporové, prstencovými hořáky);
6. teplota při vsazování;
7. rychlost ohřevu;
8. teplota výdrže;
9. doba výdrže;
10. rychlost ochlazování;
11. způsob chladnutí;
12. teplota při vytahování;
13. druh měření teploty, počet a umístění měřících míst;
14. místo a datum tepelného zpracování.

Záznam z tepelného zpracování musí být podepsán určenou osobou.

**Neshody a nápravná opatření**

Pokud tepelné zpracování nesplňuje specifické požadavky, nesmí být hodnocena přípustnost výrobku nebo součásti. V takových případech musí být informován zákazník. Pokud je to nezbytné, musí se provést nápravná opatření. Musí se připravit zpráva o neshodách a uložit do složky se záznamy kvality.

Musí se předložit vyhovující výsledek jakéhokoliv nápravného tepelného zpracování.

Nápravná opatření se musí provádět podle připravené specifikace. Při přípravě specifikace je nezbytné zabezpečit, aby nápravné opatření nemělo nepříznivý vliv na výrobek nebo součást. Musí se připravit zpráva o této činnosti a výrobek nebo součást se musí znovu zkontrolovat a vyzkoušet podle původních požadavků.

**Záznamy kvality**

Výrobce a subdodavatel musí vytvořit postupy pro kontrolování odpovídajících záznamů kvality.

Záznamy kvality podle požadavků smlouvy musí, pokud je to nezbytné, obsahovat:

1. záznam z přezkoumání požadavků (4.2) a technických podkladů (4.3);
2. specifikace tepelného zpracování, specifikace postupu svařování a záznamy z jejich kvalifikací (9.3);
3. oprávněnost pracovníků, provádějících tepelné zpracování (kapitola 6);
4. záznamy z měření zařízení pro tepelné zpracování (8.4.2; 8.5 a 8.6);
5. záznamy tepelného zpracování (kapitola 10);
6. zprávy o validaci měřících zařízení (8.4);
7. postupy a zprávy o opravách (kapitola 11);
8. zprávy o neshodách (kapitola 11);

Záznamy kvality musí být uchovávány po dobu nejméně 5 let, pokud to neurčují jiné specifické požadavky jinak.











