

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 19.100 **Duben 2009**

Nedestruktivní zkoušení - Zkušební metoda pro analýzu zbytkového pnutí pomocí rentgenové difrakce

ČSN
EN 15305
01 5094

Non-destructive testing - Test method for residual stress analysis by X-ray diffraction

Essais non-destructifs - Méthode d'essai pour l'analyse des contraintes résiduelles par diffraction des rayons X

Zerstörungsfreie Prüfung - Röntgendiffraktometrisches Prüfverfahren zur Ermittlung der Eigenspannungen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 15305:2008. Překlad byl zajištěn Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 15305:2008. It was translated by Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Národní předmluva

Informace o citovaných normativních dokumentech

EN 13925-1:2003 zavedena v ČSN EN 13925-1:2003 (01 5094) Nedestruktivní zkoušení - Rentgenová difrakce polykrystalických a amorfních materiálů - Část 1: Všeobecné zásady

EN 13925-2:2003 zavedena v ČSN EN 13925-2:2003 (01 5094) Nedestruktivní zkoušení - Rentgenová difrakce polykrystalických a amorfních materiálů - Část 2: Postupy

EN 13925-3:2005 zavedena v ČSN EN 13925-3:2005 (01 5094) Nedestruktivní zkoušení - Rentgenová difrakce polykrystalických a amorfních materiálů - Část 3: Přístroje

ISO 5725-1 zavedena v ČSN ISO 5725-1 (01 0251) Přesnost (správnost a shodnost) metod a výsledků měření - Část 1: Obecné zásady a definice

ISO 5725-2 zavedena v ČSN ISO 5725-2 (01 0251) Přesnost (správnost a shodnost) metod měření a výsledků měření - Část 2: Základní metoda pro stanovení opakovatelnosti a reprodukovatelnosti normalizované metody měření

Vypracování normy

Zpracovatel: Jaroslav Dvořák, Echo-Test, IČ 18667074

Technická normalizační komise: TNK 80 Nedestruktivní zkoušení

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Ing. Lubomír Drápal, CSc.

EVROPSKÁ NORMA EN 15305
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM Srpen 2008

ICS 19.100

Nedestruktivní zkoušení - Zkušební metoda pro analýzu zbytkového pnutí pomocí rentgenové difrakce

Non-destructive testing – Test method for residual stress analysis by X-ray diffraction

Essais non-destructifs – Méthode d'essai
pour l'analyse des contraintes résiduelles
par diffraction des rayons X

Zerstörungsfreie Prüfung – Röntgendiffraktometrisches
Prüfverfahren zur Ermittlung der Eigenspannungen

Tato evropská norma byla schválena CEN 2008-07-04.

Členové CEN jsou povinni splnit Vnitřní předpisy CEN/CENELEC, v nichž jsou stanoveny podmínky, za kterých se musí této evropské normě bez jakýchkoliv modifikací dát status národní normy. Aktualizované seznamy a bibliografické citace týkající se těchto národních norem lze obdržet na vyžádání v Řídicím centru nebo u kteréhokoliv člena CEN.

Tato evropská norma existuje ve třech oficiálních verzích (anglické, francouzské, německé). Verze v každém jiném jazyce přeložená členem CEN do jeho vlastního jazyka, za kterou zodpovídá a kterou notifikuje Řídicímu centru, má stejný status jako oficiální verze.

Členy CEN jsou národní normalizační orgány Belgie, Bulharska, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska, Švédska a Švýcarska.

CEN

Evropský výbor pro normalizaci
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Řídicí centrum: rue de Stassart 36, B-1050 Brusel

© 2008 CEN Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmkoli prostředky Ref. č.
EN 15305:2008 E
jsou celosvětově vyhrazena národním členům CEN.

Obsah

Strana

Předmluva 8

Úvod 9

1 Předmět normy 10

2 Citované normativní dokumenty 10

3 Termíny, definice a značky 11

3.1 Termíny a definice 11

3.2 Značky a zkratky 11

4 Principy 12

4.1 Všeobecné principy měření 12

4.2 Analýza dvojosého napětí 14

4.3 Analýza trojosého napětí 15

5 Vzorek 16

5.1 Charakteristiky materiálu 16

5.1.1 Všeobecně 16

5.1.2 Tvar, rozměry a hmotnost 16

5.1.3 Složení a homogenita vzorku 16

5.1.4 Velikost zrn a difraktujících domén 16

5.1.5 Průsvitnost vzorku rentgenovým zářením 17

5.1.6 Povlaky a tenké vrstvy 17

5.2 Příprava vzorku 17

5.2.1 Příprava povrchu 17

5.2.2 Hlubkové profilování napětí 17

5.2.3 Velký vzorek nebo komplexní geometrie 17

6 Zařízení 18

6.1 Všeobecně 18

6.2 Volba zařízení 18

6.2.1 Všeobecně 18

6.2.2 w -metoda 19

6.2.3 c -metoda 20

6.2.4	Modifikovaná c-metoda	20
6.2.5	Další geometrie	21
6.3	Výběr záření	21
6.4	Výběr detektoru	22
6.5	Výkon zařízení	23
6.5.1	Justáž	23
6.5.2	Výkon goniometru	23
6.6	Kvalifikace a ověřování zařízení	23
6.6.1	Všeobecně	23
6.6.2	Kvalifikace	23
6.6.3	Ověřování výkonu kvalifikovaného zařízení	24
7	Experimentální metoda	25
7.1	Všeobecně	25
7.2	Polohování vzorku	25
7.3	Difrakční podmínky	26
7.4	Sběr dat	26
8	Zpracování dat	27
8.1	Všeobecně	27
8.2	Zpracování difrakčních dat	27
8.2.1	Všeobecně	27
8.2.2	Korekce intenzity	27
8.2.3	Určení pozice difrakční linie	28
8.2.4	Korekce polohy difrakční linie	28
8.3	Výpočet napětí	28
8.3.1	Výpočet deformací a napětí	28
8.3.2	Chyby a nejistoty [16], [17]	29
8.4	Kritické zhodnocení výsledků	30

8.4.1	Všeobecně	30
8.4.2	Vizuální kontrola	30
8.4.3	Kvantitativní kontrola	30
9	Zápis	31
10	Experimentální určení XEC konstant	31
10.1	Úvod	31
10.2	Zátěžové zařízení	32
10.3	Vzorek	32
10.4	Kalibrace zátěžového zařízení a přizpůsobení vzorku	32
10.5	Měření na difraktometru	33
10.6	Výpočet XEC konstant	33
11	Referenční vzorky	33
11.1	Úvod	33
11.2	Referenční vzorek bez napětí	34
11.2.1	Všeobecně	34
11.2.2	Příprava vzorku bez napětí	34
11.2.3	Metoda měření	34
11.3	Referenční vzorek pro měření napětí	34
11.3.1	Laboratorně kvalifikovaný (LQ) referenční vzorek pro měření napětí	34
11.3.2	Mezilaboratorně kvalifikovaný (ILQ) vzorek pro měření napětí	35
12	Limitující případy	35
12.1	Úvod	35
12.2	Přítomnost podpovrchového gradientu napětí	35
12.3	Gradient povrchového napětí	36
12.4	Drsnost povrchu	36
12.5	Nerovné povrchy	36
12.6	Účinky mikrostruktury vzorku	36
12.6.1	Texturované materiály	36

12.6.2 Vícefázové materiály 37

12.7 Široké difrakční linie 37

Strana

Příloha A (informativní) Schematické znázornění evropského projektu standardizace XRPD 39

Příloha B (informativní) Zdroje zbytkových napětí 40

B.1 Všeobecně 40

B.2 Mechanické procesy 40

B.3 Tepelné procesy 40

B.4 Chemické procesy 40

Příloha C (normativní) Určení stavu napětí – Všeobecný postup 41

C.1 Všeobecně 41

C.2 Použití přesné definice deformace 41

C.2.1 Všeobecně 41

C.2.2 Určení složek tenzoru napětí 42

C.2.3 Určení q a d_0 42

C.3 Používání aproximace definice deformace 42

C.3.1 Všeobecně 42

C.3.2 Určení složek tenzoru napětí 43

C.3.3 Určení q_0 a d_0 43

Příloha D (informativní) Nejnovější poznatky 44

D.1 Měření napětí použitím dvojdimenzionálních difrakčních dat 44

D.2 Vyhodnocení zbytkového napětí v blízkosti povrchu s hloubkovým rozlišením – Metoda rozptylového vektoru 46

D.3 Zlepšení správnosti použitím rovnovážných podmínek pro určení profilu napětí 47

Příloha E (informativní) Detaily vyhodnocení změřených dat 48

E.1 Korekce intenzity při skenování 48

E.1.1 Všeobecně 48

E.1.2 Konverze divergenční štěrbinu 48

E.1.3	Absorpční korekce	49
E.1.4	Korekce pozadí	49
E.1.5	Lorentzova-polarizační korekce	50
E.1.6	Odstranění složky $K\alpha_2$	50
E.2	Určení polohy difrakční linie	51
E.2.1	Těžišťové metody	51
E.2.2	Aproximace parabolou	51
E.2.3	Aproximace profilovou funkcí	51
E.2.4	Metoda středu šířky při x % výšky	51
E.2.5	Kros-korelační metoda	52
E.3	Korekce polohy difrakční linie	52
E.3.1	Všeobecně	52
E.3.2	Zbývající rozjustování	52
E.3.3	Korekce průsvitnosti	53
Příloha F	(informativní) Všeobecný popis akvizičních metod (metod sběru dat)	54
F.1	Úvod	54
F.2	Definice	54
F.3	Popis různých akvizičních metod	56
F.3.1	Všeobecná metoda	56
F.3.2	Omega (w) metoda	57
F.3.3	Chi (c) metoda	58
F.3.4	Metoda kombinovaného náklonu (také nazývaná metodou rozptylového vektoru)	59
F.3.5	Modifikovaná chi metoda	60
F.3.6	Metoda malého úhlu dopadu	62
F.3.7	Modifikovaná omega metoda	63
F.3.8	Použití 2D (plošného) detektoru	63
F.4	Výběr úhlů f a y	64

F.5 Stereografická projekce 65

Příloha G (informativní) Běžný postup měření napětí "a" dedikovaný postup pro měření napětí 67

G.1 Úvod 67

G.2 Všeobecně 67

G.2.1 Úvod 67

G.2.2 Běžný postup měření napětí pro jeden vzorek 67

G.2.3 Dedikovaný postup pro měření napětí pro velmi podobné vzorky 67

Bibliografie 68

Předmluva

Tento dokument (EN 15305:2008) byl vypracován technickou komisí CEN/TC 138 „Nedestruktivní zkoušení“, jejíž sekretariát zajišťuje AFNOR.

Této evropské normě je nutno nejpozději do února 2009 dát status národní normy, a to buď vydáním identického textu, nebo schválením k přímému používání, a národní normy, které jsou s ní v rozporu, je nutno zrušit nejpozději do února 2009.

Je nutné upozornit na možnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. CEN [a/nebo CENELEC] nelze činit odpovědným za identifikaci kteréhokoliv nebo všech takových patentových práv.

Tématem „Nedestruktivní zkoušení – Rentgenová difrakce polykrystalických a amorfních materiálů“ se zabývá tento dokument a několik dalších evropských norem, jmenovitě:

- EN 13925-1 Všeobecné zásady
- EN 13925-2 Postupy
- EN 13925-3 Přístroje
- EN 1330-11 Nedestruktivní zkoušení – Terminologie – Termíny používané při rentgenové difrakci polykrystalických a amorfních materiálů

Pro vyjádření spojitosti mezi tématy popsanými v jednotlivých normách, je v příloze A uveden diagram znázorňující typické operace ve vztahu na XRPD.

Podle Vnitřních předpisů CEN/CENELEC jsou tuto evropskou normu povinny zavést národní normalizační organizace následujících zemí: Belgie, Bulharska, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Malty, Maďarska, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska, Švédska a Švýcarska.

Úvod

Zbytkové deformace v krystalických materiálech mohou být určeny analýzou rentgenové difrakce. Za předpokladu lineárních elastických distorzí jsou vypočteny příslušná zbytková pnutí.

V tomto dokumentu se popisuje postup měření a techniky analýzy.

1 Předmět normy

Tato evropská norma popisuje nedestruktivní metodu měření pro stanovení makroskopického zbytkového nebo aplikovaného pnutí v oblasti těsně pod povrchem pomocí analýzy rentgenovou difrakcí u polykrystalických vzorků nebo komponentů.

Mohou být analyzovány veškeré materiály s dostatečným stupněm krystalinity, avšak s omezeními v následujících případech (stručné indikace jsou uvedeny v kapitole 12):

- gradient napětí;
- gradient mřížových parametrů;
- drsnost povrchu;
- nerovné povrchy (viz 5.1.2);
- silně texturované materiály;
- hrubozrnné materiály (viz 5.1.4);
- vícefázové materiály;
- překrývající se difrakční linie;
- široké difrakční linie.

Specifické procedury vyvíjené pro určení zbytkového napětí v případech uvedených výše nejsou v tomto dokumentu obsaženy.

Popsaná metoda je založena na úhlově disperzní metodě v reflexní geometrii tak jak je popsána v normě EN 13925-1.

Doporučení obsažená v tomto dokumentu jsou míněna pro analýzu pnutí, kde je určen pouze posuv difrakční linie.

Tato Evropská norma nepokrývá metody analýzy zbytkového pnutí založené na synchrotronovém rentgenovém záření a nebere v úvahu vyčerpávajícím způsobem veškeré možné oblasti použití.

Ochrana před zářením. Vystavení kterékoliv části lidského těla rentgenovému záření může být zdraví škodlivé. Tudiž kdykoliv je používáno rentgenové zařízení, je nezbytné přijmout odpovídající opatření, tak aby byla ochráněna jak obsluha tak kterákoliv jiná osoba v okolí. Doporučený postup při ochraně před zářením je, stejně jako limity pro stupně ozáření, ustanovený v národní legislativě každé země. Pokud v zemi nejsou oficiální regulace nebo doporučení, aplikují se nejnovější doporučení Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.