

2023

Kovové materiály - Jednotná metoda zkoušky pro určení kvazistatické lomové houževnatosti

ČSN  
ISO 12135

42 0348

Metallic materials - Unified method of test for the determination of quasistatic fracture toughness

Matériaux métalliques - Méthode unifiée d'essai pour la détermination de la ténacité quasi statique

Tato norma je českou verzí mezinárodní normy ISO 12135:2021. Překlad byl zajištěn Českou agenturou pro standardizaci. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the International Standard ISO 12135:2021. It was translated by the Czech Standardization Agency. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN ISO 12135 (42 0348) z března 2018.

Národní předmluva

Změny proti předchozí normě

Změny proti předchozí normě jsou uvedeny v předmluvě této normy.

Informace o citovaných dokumentech

ISO 3785 zavedena v ČSN EN ISO 3785 (42 0307) Kovové materiály - Označování os zkušebních těles v návaznosti na texturu výrobku

ISO 7500-1 zavedena v ČSN EN ISO 7500-1 (42 0322) Kovové materiály - Kalibrace a ověřování statických jednoosých zkušebních strojů ? Část 1: Tahové a tlakové zkušební stroje ? Kalibrace a ověřování systému měření síly

ISO 9513 zavedena v ČSN EN ISO 9513 (42 0386) Kovové materiály - Kalibrace průtahoměrových systémů používaných při zkoušení jednoosým zatížením

Související ČSN

ČSN EN ISO 15653 (42 0390) Kovové materiály - Zkušební metoda stanovení kvazistatické lomové houževna-

tosti svarů

Vysvětlivky k textu této normy

V případě nedatovaných odkazů na evropské/mezinárodní normy jsou ČSN uvedené v člancích „Informace

o citovaných dokumentech“ a „Souvisící ČSN“ nejnovějšími vydáními, platnými v době schválení této normy. Při používání této normy je třeba vždy použít taková vydání ČSN, která přejímají nejnovější vydání nedatovaných evropských/mezinárodních norem (včetně všech změn).

Upozornění na národní poznámky

Do normy byly k obrázku 1, k článku H.5.3 a k příloze I doplněny národní poznámky.

Vypracování normy

Zpracovatel: CTN WOZNIAK, IČO 15492958, Ing. Ladislav Kander, Ph.D.

Technická normalizační komise: TNK 64 Mechanické zkoušení kovů

Pracovník České agentury pro standardizaci: Ing. Lubomír Drápal, CSc.

Česká agentura pro standardizaci je státní příspěvková organizace zřízená Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví na základě ustanovení § 5 odst. 2 zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

ICS 77.040.10

Obsah

Strana

Předmluva.....	6
<b>1</b> ..... Předmět normy.....	7
<b>2</b> ..... Citované dokumenty.....	7
<b>3</b> ..... Termíny a definice.....	7
<b>4</b> ..... Značky a zkratky.....	8
<b>5</b> ..... Obecné požadavky.....	10
<b>5.1</b> ..... Obecně.....	10
<b>5.2</b> ..... Lomové parametry.....	12
<b>5.3</b> ..... Značky lomové houževnatosti.....	13
<b>5.4</b> ..... Zkušební vzorky.....	13

<b>5.4.1... Uspořádání a velikost zkušební vzorku.....</b>	<b>13</b>
<b>5.4.2... Příprava zkušební vzorku.....</b>	<b>16</b>
<b>5.5..... Požadavky před zkouškou.....</b>	<b>22</b>
<b>5.5.1... Měření před zkouškou.....</b>	<b>22</b>
<b>5.5.2... Požadavky na tvar/délku trhliny.....</b>	<b>22</b>
<b>5.6..... Zkušební zařízení.....</b>	<b>22</b>
<b>5.6.1... Kalibrace.....</b>	<b>22</b>
<b>5.6.2... Aplikace síly.....</b>	<b>22</b>
<b>5.6.3... Měření rozevření.....</b>	<b>22</b>
<b>5.6.4... Zkušební přípravky.....</b>	<b>23</b>
<b>5.7..... Požadavky na zkoušku.....</b>	<b>26</b>
<b>5.7.1... Zkoušení v trojbodovém ohybu.....</b>	<b>26</b>
<b>5.7.2... Zkoušení kompaktního vzorku v tahu.....</b>	<b>26</b>
<b>5.7.3... Zkušební teplota vzorku.....</b>	<b>26</b>
<b>5.7.4...</b>	

Zaznamenávání.....	26
5.7.5... Zkušební rychlosti.....	27
5.7.6... Analýzy zkoušky.....	27
5.8..... Měření trhliny po zkoušce.....	27
5.8.1... Obecně.....	27
5.8.2... Počáteční délka trhliny, $a$ .....	27
5.8.3... Stabilní šíření trhliny, $Da$ .....	31
5.8.4... Nestabilní šíření trhliny.....	31

<b>6.....</b> Stanovení lomové houževnatosti pro stabilní a nestabilní šíření trhliny.....	32
<b>6.1.....</b> Obecně.....	32
<b>6.2.....</b> Stanovení lomové houževnatosti při rovinné deformaci, $K_{Ic}$ .....	32
<b>6.2.1...</b> Obecně.....	32
<b>6.2.2...</b> Výklad zkušebního záznamu pro $F_Q$ .....	32
<b>6.2.3...</b> Výpočet $K_Q$ .....	33
<b>6.2.4...</b> Kvalifikace $K_Q$ jako $K_{Ic}$ ..... ... 34	
<b>6.3.....</b> Stanovení lomové houževnatosti vyjádřené $d$ .....	34
<b>6.3.1...</b> Stanovení $F_c$ a $V_c$ , $F_u$ a $V_u$ , nebo $F_{uc}$ a $V_{uc}$ .....	34
<b>6.3.2...</b> Stanovení $F_m$ a $V_m$ .....	35
<b>6.3.3...</b> Stanovení $V_p$ .....	35
<b>6.3.4...</b> Výpočet $d$ .....	36
<b>6.3.5...</b> Kvalifikace hodnoty lomové houževnatosti $d$ .....	37
<b>6.4.....</b> Stanovení lomové houževnatosti vyjádřené $J$ .....	37
<b>6.4.1...</b> Stanovení $F_c$ a $V_c$ nebo $q_c$ , $F_u$ a $V_u$ nebo $q_u$ , nebo $F_{uc}$ a $V_{uc}$ nebo $q_{uc}$ .....	37

<b>6.4.2...</b> Stanovení $F_m$ a $q_m$ .....	38
<b>6.4.3...</b> Stanovení $U_p$ .....	38
<b>6.4.4...</b> Výpočet $J$ .....	39
<b>6.4.5...</b> Kvalifikace hodnoty lomové houževnatosti $J$ .....	39
<b>7.....</b> Stanovení křivek odporu $d$ - $Da$ a $J$ - $Da$ a iniciační houževnatosti pro stabilní šíření trhliny $d_{0,2BL}$ a $J_{0,2BL}$ a $d_i$ a $J_i$ .....	40
<b>7.1.....</b> Obecně.....	40
<b>7.2.....</b> Zkušební postup.....	40
<b>7.2.1...</b> Obecně.....	40
<b>7.2.2...</b> Postup vícenásobných vzorků.....	40
<b>7.2.3...</b> Postup jediného vzorku.....	40
<b>7.2.4...</b> Přímost čela konečné trhliny.....	40
<b>7.3.....</b> Výpočet $J$ a $d$ .....	41
<b>7.3.1...</b> Výpočet $J$ .....	41
<b>7.3.2...</b> Výpočet $d$ .....	41

<b>7.4.....</b> Graf $R$ - křivky.....	42
<b>7.4.1...</b> Konstrukce grafu.....	42
<b>7.4.2...</b> Rozmístění dat a regrese křivky.....	43
<b>7.5.....</b> Kvalifikace křivek odporu.....	43
<b>7.5.1...</b> Kvalifikace křivek odporu $J$ - $Da$ .....	43
<b>7.5.2...</b> Kvalifikace křivek odporu $d$ - $Da$ .....	44
<b>7.6.....</b> Stanovení a kvalifikace $J_{0,2BL}$ a $d_{0,2BL}$ .....	45
<b>7.6.1...</b> Stanovení $J_{0,2BL}$ .....	45
<b>7.6.2...</b> Stanovení $d_{0,2BL}$ .....	45
<b>7.7.....</b> Stanovení iniciační houževnatosti $J_i$ a $d_i$ řádkovací elektronovou mikroskopií (SEM).....	46
<b>8.....</b> Zkušební protokol.....	46
<b>8.1.....</b> Organizace.....	46
<b>8.2.....</b> Vzorek, materiál a zkušební prostředí.....	46
<b>8.2.1...</b> Popis zkušebního vzorku.....	47



<b>8.2.2...</b> Rozměry zkušební vzorku.....	47
<b>8.2.3...</b> Popis materiálu.....	47
<b>8.2.4...</b> Dodatečné rozměry.....	47
<b>8.2.5...</b> Zkušební prostředí.....	47
<b>8.2.6...</b> Podmínky cyklování předběžné únavové trhliny.....	47
<b>8.3.....</b> Kvalifikace zkušebních dat.....	47
<b>8.3.1...</b> Omezení.....	47
<b>8.3.2...</b> Měření délky trhliny.....	47
<b>8.3.3...</b> Vzhled lomového povrchu.....	47
<b>8.3.4...</b> Pop-in jevy.....	48
<b>8.3.5...</b> Křivky odporu.....	48
<b>8.3.6...</b> Kontrolní seznam pro kvalifikaci dat.....	48
<b>8.4.....</b> Kvalifikace $K_{Ic}$ .....	48
<b>8.5.....</b> Kvalifikace $d_{c(B)}$ , $d_{u(B)}$ , $d_{uc(B)}$ nebo	

$d_{m(B)}$ .....	49
<b>8.6</b> ..... Kvalifikace $J_{c(B)}, J_{u(B)}, J_{uc(B)}$ nebo $J_{m(B)}$ .....	49
<b>8.7</b> ..... Kvalifikace $d-R$ křivky.....	49
<b>8.8</b> ..... Kvalifikace $J-R$ křivky.....	49
<b>8.9</b> ..... Kvalifikace $d_{0,2BL(B)}$ jako $d_{0,2BL}$ .....	49
<b>8.10</b> .... Kvalifikace $J_{0,2BL(B)}$ jako $J_{0,2BL}$ .....	49
<b>Příloha A</b> (informativní) Stanovení $d_i$ a $J_i$ .....	50
<b>Příloha B</b> (normativní) Orientace roviny trhliny.....	54
<b>Příloha C</b> (informativní) Příklad zkušebních protokolů.....	55
<b>Příloha D</b> (informativní) Koeficienty faktoru intenzity napětí a vztahy elastické poddajnosti.....	63
<b>Příloha E</b> (informativní) Měření rozevření v ose zatěžování $q$ během zkoušky v trojbodovém ohybu.....	67
<b>Příloha F</b> (informativní) Odvození rovnice pro pop-in jev.....	71
<b>Příloha G</b> (informativní) Analytické metody pro stanovení $V_p$ a $U_p$ .....	72
<b>Příloha H</b> (informativní) Pokyny pro metody jediného vzorku.....	73
<b>Příloha I</b> (normativní) Mocninná regrese dat šíření trhliny (viz citace [42]).....	86
Bibliografie.....	87



## DOKUMENT CHRÁNĚNÝ COPYRIGHTEM

© ISO 2021

Veškerá práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být, není-li specifikováno jinak nebo nepožaduje-li se to v souvislosti s její implementací, reprodukována nebo používána v jakékoli formě nebo jakýmkoliv způsobem, elektronickým ani mechanickým, včetně pořizování fotokopíí nebo zveřejňování na internetu nebo intranetu, bez předchozího písemného souhlasu. O souhlas lze požádat buď ISO na níže uvedené adrese, nebo členskou organizaci ISO v zemi žadatele.

ISO copyright office

CP 401 · Ch. de Blandonnet 8

CH-1214 Vernier, Geneva

Tel.: + 41 22 749 01 11

E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)

Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publikováno ve Švýcarsku

# Předmluva

ISO (Mezinárodní organizace pro normalizaci) je celosvětovou federací národních normalizačních orgánů (členů ISO). Mezinárodní normy obvykle připravují technické komise ISO. Každý člen ISO, který se zajímá o předmět, pro který byla vytvořena technická komise, má právo být v této technické komisi zastoupen. Práce se zúčastňují také vládní i nevládní mezinárodní organizace, s nimiž ISO navázala pracovní styk. ISO úzce spolupracuje s Mezinárodní elektrotechnickou komisí (IEC) ve všech záležitostech normalizace v elektrotechnice.

Postupy použité při tvorbě tohoto dokumentu a postupy určené pro jeho další udržování jsou popsány ve směrnících ISO/IEC, část 1. Zejména se má věnovat pozornost rozdílným schvalovacím kritériím potřebným pro různé druhy dokumentů ISO. Tento dokument byl vypracován v souladu s redakčními pravidly uvedenými ve směrnících ISO/IEC, část 2 (viz [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Upozorňuje se na možnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. ISO nelze činit odpovědnou za identifikaci jakéhokoliv nebo všech patentových práv. Podrobnosti o jakýchkoliv patentových právech identifikovaných během přípravy tohoto dokumentu budou uvedeny v úvodu a/nebo v seznamu patentových prohlášení obdržených ISO (viz [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jakýkoliv obchodní název použitý v tomto dokumentu se uvádí jako informace pro usnadnění práce uživatelů a neznamena schválení.

Vysvětlení nezávazného charakteru technických norem, významu specifických termínů a výrazů ISO, které se vztahují k posuzování shody, jakož i informace o tom, jak ISO dodržuje principy Světové obchodní organizace (WTO) týkající se technických překážek obchodu (TBT), viz [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Tento dokument vypracovala technická komise ISO/TC 164 *Mechanické zkoušení kovů*, subkomise SC 4 *Zkoušení únavy, lomu a houževnatosti*.

Toto třetí vydání zrušuje a nahrazuje druhé vydání (ISO 12135:2016), které bylo technicky revidováno.

V porovnání s předchozím vydáním jsou hlavní změny následující:

- rovnice pro výpočet CTOD byly nahrazeny takovými, které se zakládají na předpokladu rigidní rotace; nahrazující předchozí rovnice pro  $R$ -křivku založené na vyjádření CTOD na základě  $J$ . Rovnice CTOD pro SENB tělesa jsou nyní založeny na nedávném výzkumu zahrnujícím poměr meze kluzu k mezi pevnosti v materiálu do rovnic CTOD;
- k metodám založeným na rozevření v působišti zatížení je navíc zahrnuto stanovení  $J$  přímo z rozevření definovaného pomocí CMOD;
- tam, kde nelze splnit požadavky na přímou únavovou trhlinu při cyklování kvůli vnitřním pnutím se nyní povoluje použití modifikovaných technik, původně vyvinutých pro svarové vzorky;
- korekční rotační faktor pro kompaktní vzorky byl revidován novou rovnicí;
- byly provedeny redakční změny s cílem zlepšit konzistenci termínů a definic použitých v celém

dokumentu.

Jakákoliv zpětná vazba a otázky k tomuto dokumentu se mají směřovat k národnímu normalizačnímu orgánu uživatele. Úplný seznam těchto subjektů se nachází na [www.iso.org/members.html](http://www.iso.org/members.html).

# 1 Předmět normy

Tento dokument specifikuje metody pro určení lomové houževnatosti vyjádřené veličinami  $K$ ,  $d$ ,  $J$  a  $R$ -křivkami pro homogenní kovové materiály podrobené kvazistatickému zatěžování. Zkušební vzorky jsou opatřeny vrubem, předem vytvořenou únavovou trhlinou a zkouší se za pomalu rostoucího rozevření. Lomová houževnatost se pro jednotlivé zkušební vzorky určí při nebo po počátku tvárného šíření trhliny nebo na počátku nestability tvárné trhliny nebo nestabilního šíření trhliny. V případech, kdy trhliny rostou stabilním způsobem za podmínek tvárného rozevření trhliny, měří se křivka odporu popisující lomovou houževnatost jako funkci šíření trhliny. V některých případech při zkoušení feritických materiálů může nestabilní šíření trhliny nastat štěpením nebo iniciací a růstem tvárné trhliny, přerušným štěpným šířením. Tento dokument nezahrnuje lomovou houževnatost při zastavení trhliny. Zvláštní požadavky na zkoušení a postupy analýzy jsou nezbytné při zkoušení svarů, tyto popisuje ISO 15653, která doplňuje tento dokument.

Statistická variabilita výsledků silně závisí na typu lomu, například lomová houževnatost spojená se štěpným lomem feritických ocelí může vykazovat velké rozdíly. Pro aplikace, které vyžadují vysokou spolehlivost lze použít statistický přístup ke kvantifikaci variability lomové houževnatosti v tranzitní oblasti, jak uvádí ASTM E 1921. Účelem tohoto dokumentu však není specifikovat počet zkoušek, které se mají provést ani to, jak se má výsledek zkoušky aplikovat a interpretovat.

**Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.**