



SBÍRKA ZÁKONŮ

ČESKÁ REPUBLIKA

Částka 23

Rozeslána dne 24. února 2004

Cena Kč 67,50

O B S A H:

- 66. Vyhláška, kterou se stanoví požadavky na kontrolní momentové klíče
 - 67. Vyhláška, kterou se stanoví požadavky na kyvadlová kladiva
 - 68. Vyhláška, kterou se stanoví požadavky na tvrdoměry na kovy
 - 69. Vyhláška, kterou se stanoví požadavky na napínací soupravy na předpjatý beton
 - 70. Vyhláška, kterou se stanoví požadavky na trhací stroje a lisy
 - 71. Vyhláška, kterou se stanoví požadavky na měřicí sestavy s Epsteinovým přístrojem pro měření magnetických vlastností plechů pro elektrotechniku
 - 72. Vyhláška, kterou se stanoví požadavky na měřicí sestavy pro měření magnetických charakteristik magnetů
-

66

VYHLÁŠKA

ze dne 3. února 2004,

kterou se stanoví požadavky na kontrolní momentové klíče

Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví podle § 27 zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění zákona č. 119/2000 Sb. a zákona č. 137/2002 Sb., (dále jen „zákon“) k provedení § 6 odst. 2 a § 9 odst. 1 zákona:

§ 1

Tato vyhláška stanoví požadavky na kontrolní momentové klíče (dále jen „momentové klíče“), které se dělí na typ I a II, jakož i postup při jejich schvalování a ověřování.

§ 2

(1) Pro účely této vyhlášky se za momentové klíče typu I (příloha obrázek 1) považují:

- a) třída A: momentové klíče s kroucenou nebo ohýbanou tyčí,
- b) třída B: momentové klíče s pevným tělesem, se stupnicí nebo číselníkovým úchylkoměrem nebo displejem,
- c) třída C: momentové klíče s pevným tělesem klíče a elektronickým měřicím systémem,
- d) třída D: momentové šroubováky se stupnicí nebo s číselníkovým úchylkoměrem nebo s displejem a

e) třída E: momentové šroubováky s elektronickým měřicím systémem.

(2) Pro účely této vyhlášky se za momentové klíče typu II (příloha obrázek 2) považují:

- a) třída A: momentový klíč nastavitelný podle stupnice,
- b) třída B: momentový klíč pevně nastavený,
- c) třída C: momentový klíč nastavitelný bez stupnice,
- d) třída D: momentový šroubovák nastavitelný podle stupnice,
- e) třída E: momentový šroubovák pevně nastavený a
- f) třída F: momentový šroubovák nastavitelný bez stupnice.

§ 3

Terminologie a požadavky na momentové klíče, postup při schvalování jejich typu a postup pro jejich ověřování jsou stanoveny v příloze.

§ 4

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. března 2004.

Ministr:

Ing. Urban v. r.

1. TERMINOLOGIE

- 1.1. Kontrolní momentový klíč je momentový klíč používaný ke kontrole dotažení šroubových spojů na ocelových konstrukcích, kolech motorových vozidel a v dalších případech, kde v případě uvolnění šroubových spojů může být ohrožen život nebo majetek.
- 1.2. Momentové klíče typu I (ukazovací momentové klíče) jsou momentové klíče s mechanickým nebo elektronickým měřicím systémem opatřené stupnicí, které ukazují přímo hodnotu měřeného momentu síly v jednotkách momentu síly nebo v hodnotách úměrných momentu síly (dílcích).
- 1.3. Momentové klíče typu II (limitní momentové klíče) jsou momentové klíče, které indikují dosažení nastaveného utahovacího momentu mechanicky, akusticky nebo opticky. Tento moment se může u těchto klíčů nastavovat podle stupnice, bez stupnice na určitou hodnotu, nebo může být pevně nastaven.
- 1.4. Měřicí rozsah je rozsah momentů síly, který lze měřit momentovým klíčem.
- 1.5. Dolní mez měřicího rozsahu je nejmenší hodnota momentu síly, který lze momentovým klíčem ještě měřit. Hodnota dolní meze měřicího rozsahu u momentových klíčů se stupnicí by měla být menší nebo rovna 20 % horní meze měřicího rozsahu.
- 1.6. Horní mez měřicího rozsahu je největší nebo jmenovitá hodnota momentu momentového klíče.
- 1.7. Stupnice momentového klíče je u momentových klíčů typu I zařízení, na němž se indikuje hodnota měřeného momentu síly. U momentových klíčů typu II se podle stupnice nastavuje hodnota momentu síly, který má být dosažen.
- 1.8. Odhadnutá odchylka indikace E udává interval skutečných odchylek momentu síly od indikované hodnoty. Udává se v jednotkách momentu síly mN.m, N.m nebo kN.m.
- 1.9. Skutečný moment X je moment, který je nastaven na ověřovacím zařízení. Udává se v jednotkách momentu síly mN.m, N.m nebo kN.m.
- 1.10. Ověřovací bod je bod stupnice momentu síly, ve kterém se provádí ověřování momentového klíče.
- 1.11. Střední hodnota údaje ověřovacího zařízení je aritmetický průměr hodnot naměřených na stupnici ověřovaného přístroje, určený z pěti řad měření (n – řad měření) v určitém ověřovacím bodě. Označuje se \bar{M} a udává se v jednotkách momentu síly N.m.
- 1.12. Jmenovitý kroutící moment je údaj ověřovacího zařízení při dosažení jmenovitého kroutícího momentu momentového klíče. Označuje se M a udává se v jednotkách momentu síly N.m.
- 1.13. Hodnota skutečného momentu v ověřovacím bodě je údaj stupnice ověřovaného přístroje v j -tém zatížení v daném ověřovacím bodě. Označuje se M_j a udává se v jednotkách momentu síly N.m.
- 1.14. Indikovaná hodnota na momentovém klíči. Je to hodnota, která je nastavená na momentovém klíči nebo ukazovaná na stupnici momentového klíče v j -tém ověřovacím bodě. Označuje se X_j a udává se v jednotkách momentu síly N.m nebo dílcích.

- 1.15. Jmenovitá hodnota indikovaná na momentovém klíči. Obvykle je to horní mez měřicího rozsahu. Označuje se X_E a udává se v jednotkách momentu síly N.m nebo dílcích.
- 1.16. Indikovaná hodnota vypočtená z teoretické křivky lineární regresí. Označuje se X_a a udává se v jednotkách momentu síly N.m nebo dílcích.
- 1.17. Součinitel citlivosti udává poměr mezi údajem na stupnici a etalonovým momentem. Označuje se S .
- 1.18. Opakovatelnost momentového klíče se vypočte jako výběrová směrodatná odchylka z pěti naměřených hodnot momentu síly v j-tém ověřovacím bodě. Označuje se b' a udává se v jednotkách momentu síly N.m.
- 1.19. Odchylka indikace se určí jako rozdíl mezi hodnotami ukazovanými (nebo nastavenými) na stupnici momentového klíče pro j-tý ověřovací stupeň a skutečným momentem síly udaným etalonovým přístrojem. Označuje se f_q a udává se v jednotkách momentu síly N.m.
- 1.20. Koeficient rozšíření je koeficient udávající pro pravděpodobnost $p=0,95$ velikost intervalu spolehlivosti. Označuje se k a je bezrozměrný.
- 1.21. Relativní odchylka indikace momentového klíče je odchylka indikace vztažená na měřenou hodnotu. Označuje se q a udává se v %.
- 1.22. Rozlišitelnost je nejmenší změna údaje, kterou lze na stupnici momentového klíče přečíst nebo nastavit. Označuje se r a udává se v jednotkách momentu síly N.m.
- 1.23. Rozšířená nejistota ověřování momentového klíče udává interval spolehlivosti měření pro $p=0,95$. Označuje se U a udává se v jednotkách momentu síly N.m.
- 1.24. Nejlepší měřicí schopnost laboratoře je nejlepší hodnota rozšířené nejistoty, kterou může laboratoř dosáhnout. Označuje se U_{bmc} a udává se v jednotkách momentu síly N.m.
- 1.25. Standardní nejistota opakovatelnosti je dílčí nejistota ověřování zahrnující opakovanost ověřování momentového klíče. Označuje se u_b a udává se v jednotkách momentu síly N.m.
- 1.26. Standardní nejistota nejlepší měřicí schopnosti etalonového přístroje se používá pro výpočet rozšířené nejistoty ověřovaného momentového klíče a získá se jako podíl hodnoty nejlepší měřicí schopnosti a koeficientu rozšíření. Označuje se u_{bmc} a udává se v jednotkách momentu síly N.m.
- 1.27. Standardní nejistota střední hodnoty udává odchylku měřených hodnot od střední hodnoty. Označuje se $u(\bar{M})$ a udává se v jednotkách momentu síly N.m.
- 1.28. Standardní nejistota rozlišitelnosti momentového klíče charakterizuje nejistoty způsobené omezeným rozlišením momentového klíče. Označuje se u_r a udává se v jednotkách momentu síly N.m.
- 1.29. Rozšířená relativní nejistota ověřování momentového klíče udává interval spolehlivosti měření pro $p=0,95$. Označuje se W a udává se v % měřené hodnoty.
- 1.30. Relativní hodnota nejlepší měřicí schopnosti laboratoře je nejlepší hodnota rozšířené relativní nejistoty, kterou může laboratoř dosáhnout. Označuje se W_{bmc} a udává se v % měřené hodnoty.

- 1.31. Relativní standardní nejistota opakovatelnosti je dílčí nejistota ověřování zahrnující opakovatelnost ověřování momentového klíče. Označuje se w_b a udává se v % měřené hodnoty.
- 1.32. Relativní standardní nejistota nejlepší měřicí schopnosti etalonového přístroje se používá pro výpočet relativní rozšířené nejistoty ověřovaného momentového klíče a získá se jako podíl relativní hodnoty nejlepší měřicí schopnosti a koeficientu rozšíření. Označuje se w_{bmc} a udává se v % měřené hodnoty.
- 1.33. Relativní standardní nejistota střední hodnoty udává odchylku měřených hodnot od střední hodnoty. Označuje se $w(\overline{M})$ a udává se v % měřené hodnoty.
- 1.34. Relativní standardní nejistota rozlišitelnosti momentového klíče charakterizuje nejistoty způsobené omezeným rozlišením momentového klíče. Označuje se w_r a udává se v % měřené hodnoty.
- 1.35. Efektivní stupně volnosti vyjadřují váhu opakovatelnosti v celkové standardní nejistotě kalibrace a slouží ke stanovení koeficientu rozšíření. Označuje se ν_{eff} a udává se v % měřené hodnoty.

2 POŽADAVKY NA MOMENTOVÉ KLÍČE

2.1 METROLOGICKÉ POŽADAVKY

2.1.1 Klasifikace momentových klíčů

2.1.1.1 Mezní odchylka indikace

2.1.1.1.1 Momentové klíče typu I (ukazovací momentové klíče)

Přípustná odchylka hodnoty kroutícího momentu ukazované na stupnici momentového klíče od údaje na stupnici etalonového přístroje, ukazovaného v témže okamžiku, musí být pro:

- a) třídy A a D: ± 6 % údaje etalonového přístroje a
- b) třídy B, C a E: ± 4 % údaje etalonového přístroje.

2.1.1.1.2 Momentové klíče typu II (limitní momentové klíče)

Přípustná odchylka hodnoty kroutícího momentu nastavené na stupnici (třídy A a D), nebo jmenovitá hodnota (třídy B a E) od hodnoty kroutícího momentu čtené na stupnici etalonového přístroje musí být pro:

- a) třídy A a B: ± 4 % údaje stupnice etalonového přístroje a
- b) třídy D a E: ± 6 % údaje stupnice etalonového přístroje.

Přípustná odchylka nastavené hodnoty kroutícího momentu od hodnoty čtené na stupnici etalonového přístroje musí být pro:

- a) třídu C: ± 4 % údaje stupnice etalonového přístroje a
- b) třídu F: ± 6 % údaje stupnice etalonového přístroje.

Pro třídy C a F se nastavená hodnota kroutícího momentu rovná aritmetickému průměru z deseti čtení na etalonovém přístroji.

2.1.2 Etalonový přístroje

Pro ověřování momentových klíčů se použijí etalonové přístroje, které mají platný kalibrační list a rozšířenou nejistotu kalibrace v rozsahu použití $W \leq 1 \%$.

Etalonové přístroje musí být upevněny na dostatečně tuhém rámu. Etalonové přístroje pro větší momenty (nad 200 N.m) musí být vybaveny mechanizovaným zatěžovacím systémem.

2.2 TECHNICKÉ POŽADAVKY

2.2.1 Konstrukce

2.2.1.1 Přiřazení připojovacích čtyřhranů

Velikost připojovacího čtyřhranu se řídí podle největší hodnoty kroutícího momentu momentového klíče. Přiřazení se provádí podle hodnot uvedených v tabulce 1.

Tabulka 1: Jmenovité velikosti připojovacích čtyřhranů

Největší hodnota kroutícího momentu	Připojovací čtyřhran jmenovitá velikost
N·m	mm
30	6,3
135	10
340	12,5
1000	20
2700	25

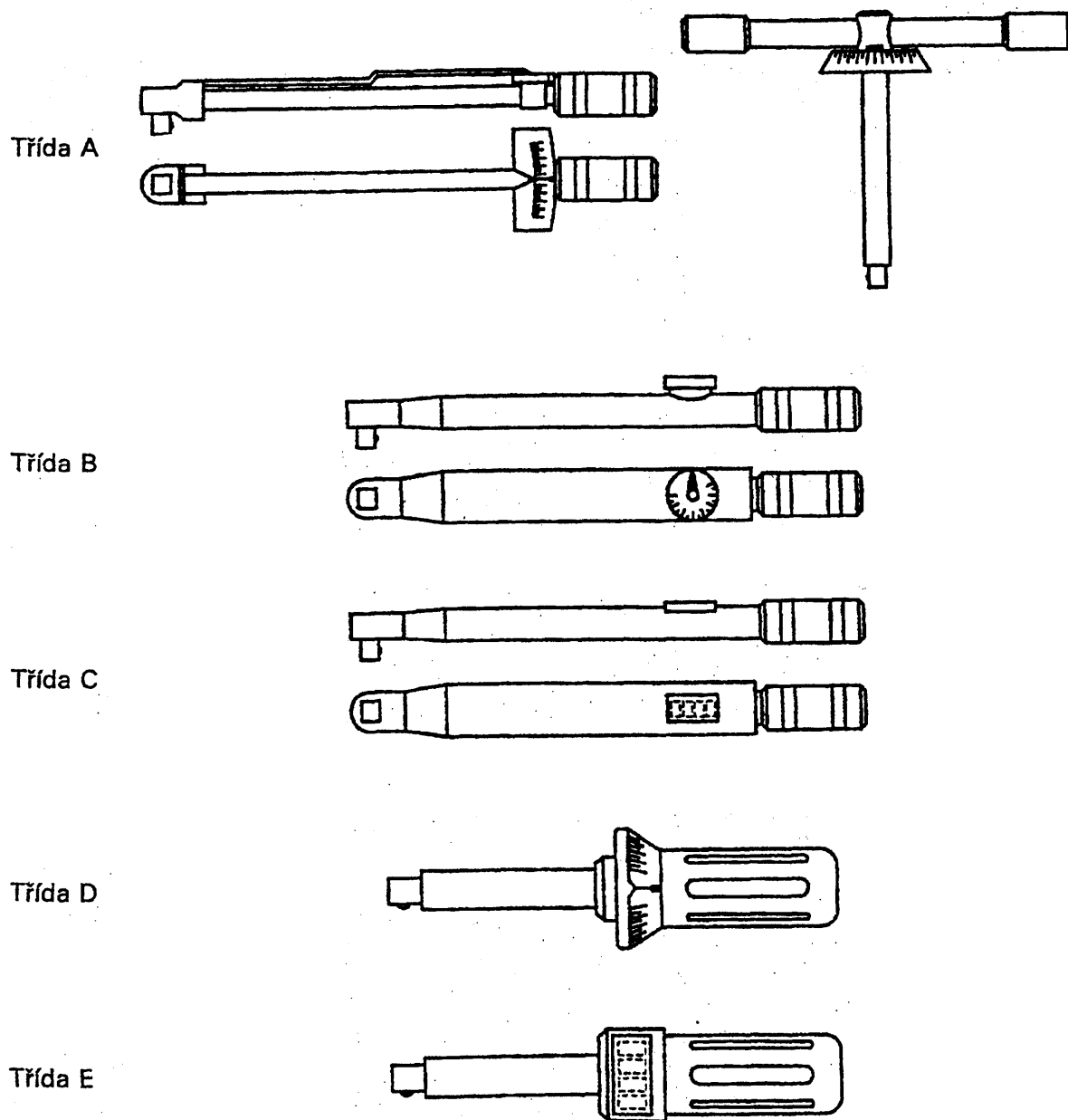
2.2.1.2 Stanovený měřicí rozsah

Měřicí rozsah u momentových klíčů se stupnicí pokrývá oblast od 20 % do 100 % největšího kroutícího momentu každého momentového klíče.

Stupnice momentových klíčů typu I musí mít vyznačenu nulovou hodnotu.

2.2.1.3 Stupnice

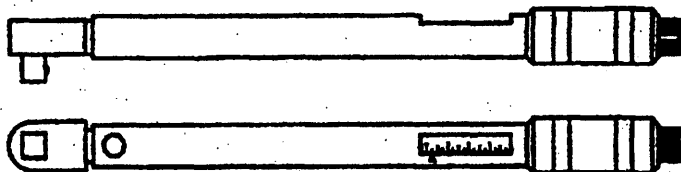
Přírůstek momentu síly mezi dvěma značkami na stupnici nesmí převyšovat 5 % největší hodnoty rozsahu. Rozlišitelnost stupnice r je nejmenší údaj, který lze na stupnici bezpečně indikovat (momentové klíče typu I) nebo nastavit (momentové klíče typu II).

Nářadí na měření velikosti krouticího momentu: typ I

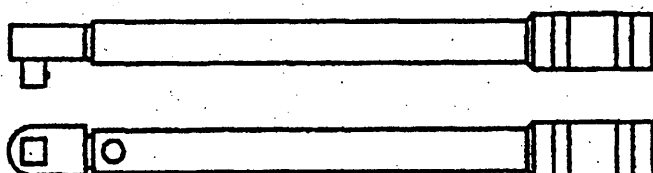
Obrázek 1. Příklady momentových klíčů typu I

Nářadí na omezení velikosti krouticího momentu: typ II

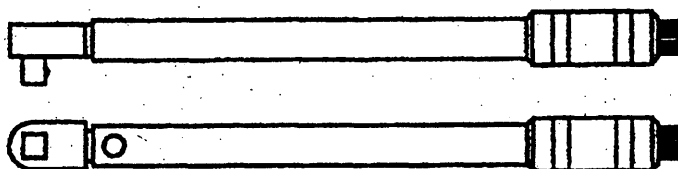
Třída A



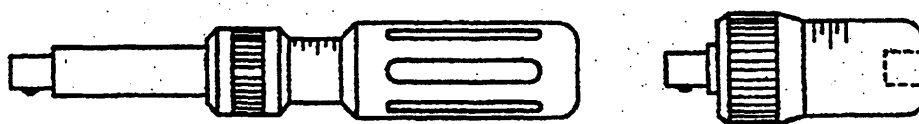
Třída B



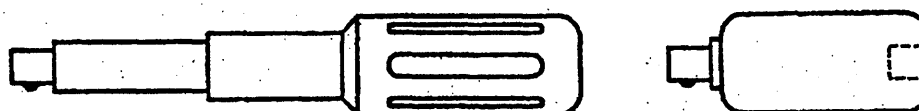
Třída C



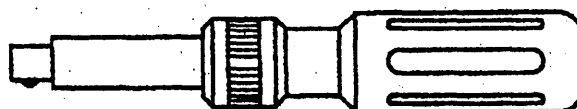
Třída D



Třída E



Třída F



Obrázek 2. Příklady momentových klíčů typu II

2.2.2 Nápisy a značky

Momentové klíče musí být trvale a čitelně označeny následujícími údaji:

- a) největší hodnotou jmenovitého krouticího momentu,
- b) měřicí jednotkou,
- c) smyslem zatěžování (jen u momentových klíčů s jedním smyslem zatěžování) a
- d) je-li výrobcem právnická osoba, uvede se její obchodní firma nebo název a sídlo, a u podnikající fyzické osoby její jméno, příjmení a trvalý pobyt, popřípadě též její obchodní firma, pokud jí má.

3 SCHVALOVÁNÍ TYPU

3.1 Postup při schválení typu

3.1.1 Požadavky na předloženou dokumentaci

Žadatel předloží dokumentaci podle zvláštního právního předpisu¹⁾.

3.1.2 Vzorky

Na vyžádání vykonavatele zkoušky typu dodá žadatel bezplatně jeden vzorek momentového klíče k provedení zkoušky typu. Tento vzorek zůstane uložen u vykonavatele zkoušky typu.

3.1.3 Požadavky na etalonový přístroj

Pro provedení zkoušek se použije etalonový přístroj uvedený v bodu 2.1.2.

3.1.4 Podmínky prostředí

Při zkouškách je třeba zajistit běžné podmínky pro umístění etalonového přístroje . Teplota při zkoušce musí být $(23 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.

3.1.5 Mezní odchylky indikace

Mezní odchylky indikace jsou uvedeny v bodu 2.1.1.1.

3.1.6 Postup zkoušek

Postup zkoušek je stejný jako při prvotním a následném ověřování (bod 4).

Při zkouškách se postupuje podle bodu 4.

3.2 Certifikát schválení typu

Náležitosti certifikátu schválení typu stanoví zvláštní právní předpis²⁾.

4 OVĚŘOVÁNÍ

4.1 Etalonový přístroj

Nejlepší měřicí schopnost etalonového přístroje musí být menší nebo se rovnat $\pm 1 \%$ měřené hodnoty krouticího momentu.

Před provedením ověření musí být etalonový přístroj seřízen a na stupnici krouticího momentu nastaven na nulu.

¹⁾ Vyhláška č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření, ve znění vyhlášky č. 344/2002 Sb.

²⁾ § 3 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

4.2 Teplota při ověřování

Ověření musí být provedeno po vyrovnání teploty zkoušeného momentového klíče a kalibračního přístroje při teplotě prostředí $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

4.3 Průběh ověřování

4.3.1 Před započítáním ověřování je nutno se přesvědčit, zda:

- a) je u momentových klíčů typu I ukazovatel nebo displej (u elektronických momentových klíčů) nastaven na nulu,
- b) je u momentových klíčů typu I se stupnicí nebo s číselníkovým úchylkoměrem směr pohledu při čtení hodnot kolmý ke stupnici nebo číselníkovému úchylkoměru,
- c) je u momentových klíčů typu II pětkrát provedena funkční zkouška momentového klíče bez čtení hodnot při největším nebo jmenovitém krouticím momentu ve smyslu zatěžování a
- d) u jednoramenných momentových klíčů působí zatěžovací síla F ve středu rukověti.

4.3.2 Momentové klíče musí být zatěžovány v etalonovém přístroji zvětšujícím se krouticím momentem tak dlouho, dokud není dosaženo hodnoty zkušební hodnoty (údaj na stupnici momentového klíče nebo proklouznutí západky). Po dosažení přibližně 80 % této hodnoty musí probíhat zatěžování jemně v intervalu od jedné do čtyř sekund přiměřeně k hodnotě krouticího momentu, není-li uvedeno výrobcem jinak.

Byla-li u momentových klíčů typu I zkušební hodnota krouticího momentu překročena, musí se zkouška opakovat.

Typ II momentových klíčů musí mít nastavenou příslušnou zkušební hodnotu krouticího momentu, zkouška musí začít u nejnižší hodnoty.

4.4 Postup ověřování

Ověření momentového klíče se provede ve třech bodech stupnice momentového klíče odpovídajících 20 %, 60 % a 100 % jmenovité hodnoty krouticího momentu momentového klíče.

Ověření momentového klíče typu II, třídy B a E se provede při jmenovité hodnotě krouticího momentu.

Není-li značka na stupnici momentového klíče pro 20 % největšího krouticího momentu vyznačena, provede se zkouška na nejbližší nižší značce.

Počet měření v každém smyslu krouticího momentu a v každém ověřovaném bodě stupnice musí být podle následujícího textu:

- a) typ I, všechny třídy: pětkrát za sebou v každém měřeném bodě,
- b) typ II, třídy A a D: pětkrát za sebou v každém měřeném bodě,
- c) typ II, třídy B a E: pětkrát za sebou při jmenovité hodnotě a

d) typ II, třídy C a F: desetkrát za sebou v každém měřeném bodě.

Mezní odchylka indikace pro každý ověřovaný bod stupnice momentového klíče musí být menší než jsou hodnoty stanovené v bodu 2.1.1.

4.5 Vyhodnocení ověření

Ověření se provede při hodnotě kroutícího momentu nastavované na konstantní hodnotu stupnice momentového klíče.

4.5.1 Určení součinitele citlivosti momentového klíče S

Součinitel citlivosti momentového klíče S se vypočte podle rovnice (1). Součinitel citlivosti je podíl jmenovité hodnoty síly momentového klíče a střední hodnoty naměřených hodnot.

$$S = \frac{X}{M}. \quad (1)$$

4.5.2 Určení střední hodnoty z naměřených hodnot \overline{M}

Střední hodnota se vypočte jako aritmetický průměr z n řad měření pro každou měřenou hodnotu kroutícího momentu podle rovnice (2):

$$\overline{M} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n M_j. \quad (2)$$

4.5.3 Určení opakovatelnosti momentového klíče b'

Opakovatelnost momentového b' klíče se vypočte podle rovnice (3). Opakovatelnost se vypočte jako směrodatná odchylka ze souboru n naměřených hodnot pro každou hodnotu kroutícího momentu.

$$b' = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (M_j - \overline{M})^2}{n-1}}. \quad (3)$$

4.5.4 Určení mezní odchylky indikace momentového klíče f_q

Mezní odchylka indikace se určuje u momentových klíčů, u nichž je stupnice vyznačena v jednotkách kroutícího momentu. Vypočte se podle rovnice (4) jako rozdíl skutečné hodnoty kroutícího momentu a střední hodnoty zjištěné pro určitý stupeň tohoto momentu.

$$f_q = X - \overline{M}. \quad (4)$$

4.6 Ověřovací list

Náležitosti ověřovacího listu stanoví zvláštní právní předpis³⁾. Ověřený momentový klíč označí orgán, který ověření provedl úřední značkou⁴⁾.

³⁾ Příloha 2 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

⁴⁾ § 6 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

67

VYHLÁŠKA

ze dne 3. února 2004,

kterou se stanoví požadavky na kyvadlová kladiva

Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví podle § 27 zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění zákona č. 119/2000 Sb. a zákona č. 137/2002 Sb., (dále jen „zákon“) k provedení § 6 odst. 2 a § 9 odst. 1 zákona:

§ 1

Tato vyhláška stanoví požadavky na zkušební kyvadlová kladiva pro zkoušky vrubové a rázové houževnatosti materiálu (dále jen „kyvadlová kladiva“), postup při schvalování jejich typu a postup pro jejich ověřování.

§ 2

Pro účely této vyhlášky se za kyvadlová kladiva považují:

- a) kyvadlová kladiva pro průmyslové účely a
- b) referenční kyvadlová kladiva.

§ 3

Terminologie a požadavky na kyvadlová kladiva, jakož i schvalování jejich typu a jejich ověřování jsou stanoveny v příloze.

§ 4

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. března 2004.

Ministr:

Ing. Urban v. r.

1. TERMINOLOGIE

1.1. Kyvadlové kladivo pro průmyslové účely je kyvadlové kladivo používané pro průmyslové nebo laboratorní zkoušky kovových materiálů: tyto stroje nesmí být použity pro stanovení referenčních hodnot.

1.2. Referenční kyvadlové kladivo je kyvadlové kladivo používané pro stanovení referenčních hodnot.

1.3. Opěry jsou části stroje tvořící svislou rovinu, která zadržuje zkušební tyč, když je přerážena. Rovina opěr je kolmá k rovině podpěr.

1.4. Podpěry jsou části stroje tvořící vodorovnou rovinu, na které leží zkušební tyč, než je kyvadlem přerážena. Rovina podpěr je kolmá k rovině opěr.

1.5. Břit je část kyvadla, která je v dotyku se zkušební tyčí.

1.6. Střed břitu je bod na nárazové hraně břitu kyvadla, který se dostane do vodorovné roviny v polovině zkušební tyče, když je kyvadlo spuštěno.

1.7. Střed nárazu je bod na tělese, kde je při dopadu stejný účinek nárazu, jako když je celková hmota tělesa soustředěna v tomto bodě.

1.8. Jmenovitá počáteční potenciální energie (dále jen „jmenovitá energie“) A_N je energie daná konstrukcí kyvadlového kladiva.

1.9. Skutečná počáteční potenciální energie (dále jen „potenciální energie“) A_p je hodnota počáteční potenciální energie stanovená při přímém ověřování.

1.10. Indikovaná spotřebovaná energie (dále jen „indikovaná energie“) A_s je hodnota energie indikovaná ukazovatelem nebo čtená na indikačním zařízení kyvadlového kladiva.

1.11. Skutečná spotřebovaná energie (dále jen „spotřebovaná energie“) A_v je celková energie potřebná k přerážení zkušební tyče, je-li zkoušena kyvadlovým kladivem. Je rovna rozdílu potenciální energie kyvadla v počáteční a koncové poloze prvního kyvu, během kterého je zkušební tyč přerážena.

1.12. Referenční zkušební tyč je tyč pro zkoušku rázem v ohybu používaná k ověření kyvadlového kladiva porovnáním energie spotřebované strojem s referenční hodnotou danou referenčními zkušebními tyčemi.

1.13. Referenční hodnota je hodnota spotřebované energie daná referenční zkušební tyčí a určená zkouškou na referenčním kyvadlovém kladivu.

1.14. Geometrie referenční zkušební tyče

Referenční zkušební tyč, která je umístěna na podpěrách ve zkušební poloze:

- a) výška: vzdálenost mezi stranou s vrubem a protilehlou stranou,
- b) šířka: rozměr kolmý k výšce, který je rovnoběžný s vrubem,
- c) délka: větší z rozměrů kolmých k vrubu.

1.15. Spodek stojanu je část nosné konstrukce kyvadlového kladiva nacházející se pod vodorovnou rovinou podpěr.

2 POŽADAVKY NA KYVADLOVÁ KLADIVA

2.1. METROLOGICKÉ POŽADAVKY

2.1.1 Metrologické parametry kyvadlového kladiva

2.1.1.1 Základní metrologické parametry kyvadlového kladiva pro průmyslové účely zjišťované metodou přímého ověření jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1. Základních metrologické parametry kyvadlového kladiva pro průmyslové účely

Geometrické vlastnosti	Jednotka	Hodnota
Kyvadlo:		
Úhel ostří břitu	°	30 ± 1
Poloměr ostří břitu	mm	2 + 0,5
Poloha stojanu/kyvadla		
Vzdálenost osy otáčení kyvadla		
- stroje s referenční rovinou ^{x)}	1	± 2/1000
- stroje bez referenční roviny	1	± 4/1000
Rovnoběžnost mezi osou referenční zkušební tyče a osou otáčení kyvadla	1	± 3/1000
Vzdálenost mezi nárazovou hranou břitu a středem nárazu	mm	± 0,5
Poloha nárazové hrany břitu, vztažená k rovině souměrnosti opěr	mm	+ 0,5
Axiální vůle ložisek	mm	0,25
Radiální vůle ložisek	mm	0,08
Opěry		
Poloměr zaoblení opěr	mm	1+ 0,5
Úkos opěr	°	11 ± 1

Úhel mezi podpěrami a opěrami	°	90 ± 0,1
Vzdálenost mezi rovinami opěr	mm	0,1
Vzdálenost mezi rovinami podpěr	mm	0,1
Vzdálenost mezi opěrami	mm	40 ± 0,20
Nárazová rychlost		
Nárazová rychlost	m/s	5 až 5,5
x) vztaženo k referenční rovině		

2.1.1.2 Při nepřímém ověření kyvadlového kladiva je ověřované kyvadlové kladivo správné, jestliže jsou hodnoty opakovatelnosti a chyby menší nebo rovné hodnotám uvedeným v tabulce 2.

Tabulka 2. Hodnoty opakovatelnosti a chyby kyvadlového kladiva pro průmyslové účely

Úroveň energie	Opakovatelnost	Chyba
J	J	J
< 40	≤ 6	< 4
≥ 40	< 15 % z E	< 10 % z E
E je hodnota energie spotřebovaná Charpyho referenční tyčí s V-vrubem.		

2.1.2 Požadavky na zkušební zařízení

2.1.2.1 Měřidla pro měření geometrických parametrů kyvadlového kladiva:

- a) posuvné měřítko s rozsahem 400 mm a dlouhými měřicími čelistmi,
- b) optický úhломěr,
- c) radiusové měrky sada od 0,5 mm do 5 mm.

2.1.2.2 Speciální měrka pro kontrolu geometrie bříty a opěr kyvadlového kladiva; je znázorněna na obrázku 5.

2.1.2.3 Speciální měrky pro kontrolu pracovní části kyvadlového kladiva

- a) měrka pro kontrolu vzdálenosti opěr,
- b) měrky na kontrolu vzdálenosti kyvadla od opěr,
- c) měrka o výšce odpovídající polovině výšky používaného vzorku,
- d) přípravek pro vyznačení bodu nárazu na bříty kyvadlového kladiva.

2.1.2.4 Sada stavitelného mikrometrického odpichu od 25 mm do 1m.

2.1.2.5 Rýsovací jehla.

2.1.2.6 Referenční zkušební tyč s břitem s nastavitelnou délkou v rozsahu od 0,5 m do 1,5 m pro měření úhlu a tíhy kyvadla.

2.1.2.7 Etalonový siloměr třídy 0,5 jmenovitých sil 100 N a 500 N.

2.1.2.8 Inkliniční vodováha, rozsah $\pm 120^\circ$ a upínací přípravky pro upnutí.

2.1.2.9 Podélná vodováha délky 100 mm, citlivost 0,1 mm/m.

2.1.2.10 Stopky digitální.

2.1.3 Charpyho referenční zkušební tyče s V-vrubem

2.1.3.1 Předmět

Účelem této části přílohy je popis výroby a charakteristika Charpyho referenčních zkušebních tyčí s V-vrubem.

2.1.3.2 Všechny Charpyho referenční zkušební tyče s V-vrubem z jednotlivé série musí pocházet z téhož ingotu nebo těžce tavby a musí projít stejným tepelným zpracováním. Během všech fází výroby zkušebních tyčí musí být zvláště dbáno na dosažení co největší homogenity těchto tyčí. Charpyho referenční zkušební tyče s V-vrubem musí být ocelové nebo z jiného kovového materiálu a musí být zpracovány takovým způsobem, aby zajistily následující úroveň energie:

nízká energie:	menší než 30 J,
střední energie:	30 J až 110 J,
vysoká energie:	110 J až 220 J,
velmi vysoká energie:	větší než 220 J.

Rozměrové parametry Charpyho referenčních zkušebních tyčí s V-vrubem jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3.: Rozměry Charpyho referenčních zkušebních tyčí s V-vrubem

Název rozměru	Hodnota
Délka	$(55 \pm 0,25)$ mm
Výška	$(10 \pm 0,06)$ mm
Šířka	$(10 \pm 0,075)$ mm
Úhel vrubu	$45^\circ \pm 1^\circ$
Zbývající výška u dna vrubu	$(8 \pm 0,06)$ mm
Poloměr zaoblení dna vrubu	$(0,25 \pm 0,025)$ mm
Vzdálenost mezi rovinou souměrnosti vrubu a jedním z konců zkušební tyče	$(27,5 \pm 0,10)$ mm
Úhel mezi rovinou souměrnosti vrubu a podélnou osou zkušební tyče	$90^\circ \pm 2^\circ$
Úhel mezi přilehlými plochami	$90^\circ \pm 0,10^\circ$

2.1.3.3 Vyhodnocení Charpyho referenčních zkušebních tyčí s V-vrubem

Vyhodnocení Charpyho referenčních zkušebních tyčí s V-vrubem se musí provést pomocí referenčního kyvadlového kladiva.

2.1.3.4 Referenční kyvadlové kladivo

Referenční kyvadlové kladivo lze používat pouze pro vyhodnocování referenčních zkušebních tyčí; jeho základní metrologické parametry jsou shodně se základními metrologickými parametry uvedenými v tabulce 1, s výjimkou následujících:

- | | |
|---|-----------------------------|
| a) poloměr zaoblení opěr: | $(1 \pm 0,1) \text{ mm}$, |
| b) úhel mezi podpěrami a opěrami: | $90^\circ \pm 0,10^\circ$, |
| c) vzdálenost mezi opěrami: | $(40 + 0,1) \text{ mm}$ a |
| d) poloha nárazové hrany břitu ve vztahu k rovině souměrnosti opěr: | $\pm 0,25 \text{ mm}$. |

Referenční kyvadlové kladivo musí být ověřeno pomocí referenčních zkušebních tyčí úředně ověřených střediskem Evropské unie pro referenční materiály (Bureau Communautaire de Référence). Aby mohlo být kyvadlové kladivo prohlášeno za referenční, musí splňovat hodnoty opakovatelnosti a chyby, které jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4. Hodnoty opakovatelnosti a chyby referenčního kyvadlového kladiva

Úroveň energie	Opakovatelnost	Chyba
J	J	J
< 40	≤ 3	< 2
≥ 40	< 7,5 % z E	< 5 % z E

E je hodnota energie spotřebovaná Charpyho referenční tyčí s V-vrubem.

2.1.3.5 Charakterizace sérií Charpyho referenčních zkušebních tyčí s V-vrubem

Každá série Charpyho referenčních zkušebních tyče s V-vrubem je charakterizována hodnotou energie, která byla změřena při přeražení předepsaného počtu Charpyho referenčních zkušebních tyčí s V-vrubem na referenčním kyvadlovém kladivu při téže teplotě. Počet Charpyho referenčních zkušebních tyčí s V-vrubem pro charakterizaci příslušné série je 25, bez ohledu na počet Charpyho referenčních zkušebních tyčí s V-vrubem, které daná série obsahuje. Hodnota energie, která charakterizuje příslušnou sérii se určí jako aritmetický průměr z 25 provedených zkoušek. Standardní nejistota opakovatelnosti měření se vyhodnotí jako výběrová směrodatná odchylka, která se vypočte z 25 měření. Hodnoty směrodatné odchylky zjištěné při zkoušce nesmí překročit hodnoty uvedené v tabulce 5.

Tabulka 5. Mezní hodnoty směrodatné odchylky série Charpyho referenční zkušební tyče s V-vrubem

Úroveň energie série E_s	Hodnota směrodatné odchylky s
J	J
< 40	≤ 2.0
≥ 40	$< 5\% \text{ z } E$

2.2 TECHNICKÉ POŽADAVKY

2.2.1 Konstrukce

2.2.1.1 Stojan kyvadlového kladiva

Stojan kyvadlového kladiva musí být dostatečně tuhý, aby při nárazu kladiva na vzorek nebyly naměřené hodnoty ovlivněny vibrační stojanu.

2.2.1.2 Základ kyvadlového kladiva

Základ kyvadlového kladiva musí mít dostatečnou hmotnost, aby dokázal utlumit rázy při zkoušce. Tato hmotnost musí být větší než je čtyřiceti násobek hmotnosti kyvadla. Základ musí být uložen na stabilním podkladu, který zaručuje, že nedojde k přenosu vibrací z okolního prostředí.

2.2.1.3 Kyvadlo

Šířka břitu kyvadla musí být v rozmezí od 10 mm do 18 mm. Úhel ostří břitu musí být $30^\circ \pm 1^\circ$ a jeho poloměr zaoblení musí být $(2 + 0,5)$ mm. Úhel mezi přímkou dotyku břitu a vodorovnou osou zkušebních tyčí musí být $90^\circ \pm 2^\circ$.

2.2.1.4 Spouštěcí mechanismus kyvadla

Spouštěcí mechanismus kyvadla z jeho počáteční polohy musí fungovat volně a spouštět kyvadlo bez jakéhokoli počátečního šubnutí, nebo podnětu ke vzniku vibrací. Jestliže tento mechanismus obsahuje také brzdový systém, musí být zamezeno nežádoucí činnosti brzdy.

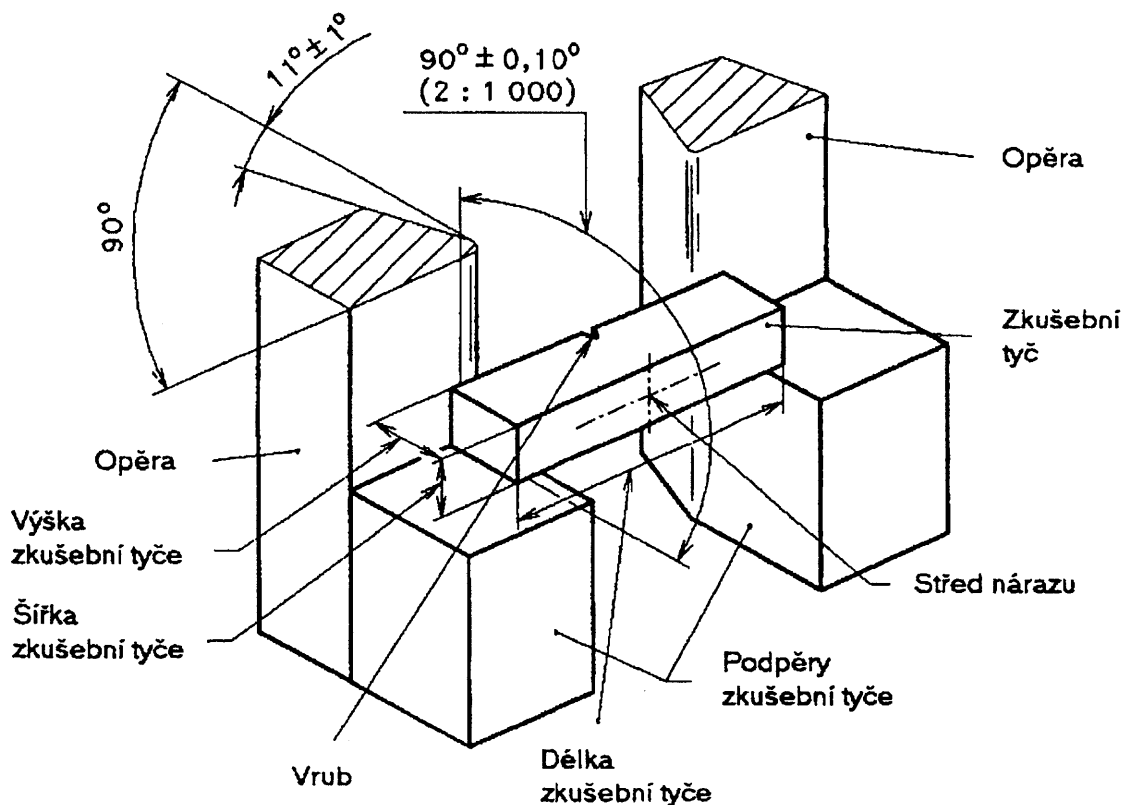
2.2.1.5 Podpěry a opěry referenční zkušební tyče

Podpěry musí ležet v jedné rovině. Vzdálenost mezi rovinami obou podpěr nesmí překročit hodnotu 0,1 mm. Horní rovina opěr musí být rovnoběžná s osou otáčení kyvadla. Odchylka rovnoběžnosti podpěr musí být menší než 3/1000. Opěry musí ležet v jedné rovině. Vzdálenost rovin proložených opěrnými plochami obou opěr nesmí překročit 0,1 mm. Úhel mezi rovinou opěr a podpěr musí být $90^\circ \pm 0,1^\circ$. Vzdálenost mezi opěrami musí být $(40 + 0,2)$ mm, poloměr zaoblení opěr musí být $(1 + 0,5)$ mm a úhel úkosu opěr musí být $11^\circ \pm 1^\circ$. Umístění opěr a podpěr referenční zkušební tyče je patrné z obrázku 1.

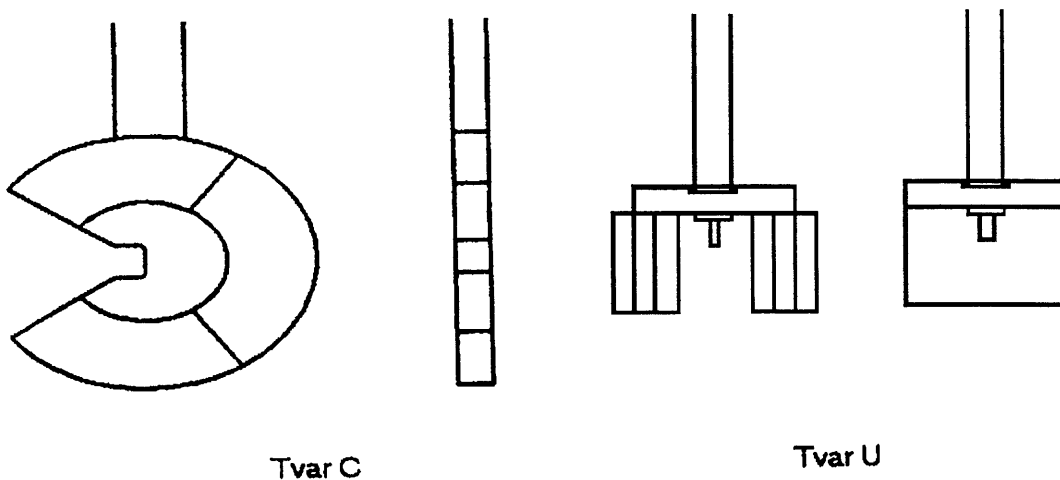
2.2.1.6 Světlost mezi opěrami a kyvadlem

Světlost mezi opěrami a kyvadlem musí být taková, aby přeražené části referenční zkušební tyče spadly volně z kyvadlového kladiva, s minimálním vlivem a bez zpětného dopadu na kyvadlo, dříve než dokončí kvy. Žádná část kyvadla, která

prochází mezi opěrami nesmí být tlustší než 18 mm. Základní tvary kyvadla jsou na obrázku 2. Tvar C nebo tvar U.



Obrázek 1. Opěry a podpěry referenční zkušební tyče



Obrázek 2. Základní tvary pracovní části kyvadla

U kyvadla, jehož pracovní část má tvar C nedopadnou přerážené části referenční zkušební tyče zpět na kyvadlo, jestliže je vůle na obou koncích referenční zkušební tyče větší než 13 mm.

U kyvadla, jehož pracovní část má tvaru U se musí zabránit zpětnému dopadu částí přeražené referenční zkušební tyče na kyvadlo. U kyvadlových kladiv, u kterých se používá tento tvar kyvadla, musí být instalovány bezpečnostní plechové kryty, které splňují následující požadavky:

- a) musí mít tloušťku alespoň 1,5 mm,
- b) musí mít minimální tvrdost 45 HRC,
- c) poloměr zaoblení musí být alespoň 1,5 mm,
- d) musí mít takovou polohu, aby vůle mezi bezpečnostním krytem a kyvadlem nepřekročila 1,5 mm.

U kyvadlových kladiv, u kterých světlost průchodu kyvadla připouští vůli mezi koncem referenční zkušební tyče připravené v poloze pro zkoušku a bezpečnostními plechovými kryty alespoň 13 mm, je nutno splnit následující požadavky:

- a) musí mít minimální tvrdost 45 HRC,
- b) poloměr zaoblení musí být alespoň 1,5 mm.

2.2.1.7 Poloha středu nárazu

Vzdálenost l_1 od středu nárazu k ose otáčení se rovná délce matematického kyvadla se stejnou dobou kyvu, jakou má kyvadlo zkušebního stroje. Tato vzdálenost se porovná se vzdáleností L mezi středem dotyku referenční zkušební tyče s břitem a osou otáčení podle rovnice

$$l_1 = 0,995 \cdot L \pm 0,005 \cdot L.$$

Staré typy kyvadlových kladiv obvykle nespĺňujú požadavek $|l_1 - L| \leq L/100$, ačkoliv se jejich údaje pokládají za korektní. Jejich použití se toleruje pokud:

- a) $|l_1 - L| \leq 1,75 \cdot L/100$ a jsou-li splněny všechny ostatní podmínky stanovené pro přímé ověření nebo
- b) byla kyvadlová kladiva podrobena nepřímému ověření, jehož výsledky vyhověly požadavkům uvedeným v tabulce 2.

2.2.1.8 Zařízení pro indikaci hodnoty energie

Kyvadlové kladivo musí být opatřeno stupnicí, která ukazuje úhel polohy kyvadla nebo spotřebovanou energii nebo obě tyto jednotky.

2.2.1.8.1 Analogová stupnice

Značky analogové stupnice musí mít jednotnou šířku a musí být přibližně stejně široké jako ukazovatel. Musí umožňovat čtení měřených hodnot bez paralaxy. Vzdálenost mezi dvěma sousedními značkami musí být nejméně 2,5 mm, aby bylo možno odhadnout 1/10 dílku analogové stupnice. Dílek se musí rovnat nejvýše 1/100 potenciální energie a musí umožňovat odhad přírůstku energie rovnající se nejméně 0,25 % potenciální energie.

2.2.1.8.2 Číslicová stupnice

Číslicová stupnice musí ukazovat dobře čitelný údaj s rozlišitelností nejméně 1/400 potenciální energie.

2.2.2 Nápis a značky

Kyvadlové kladivo musí být na dobře přístupném místě opatřeno firemním štítkem, který obsahuje:

- a) je-li výrobcem právnická osoba, její obchodní firmu nebo název a sídlo, a u podnikající fyzické osoby její jméno, příjmení a trvalý pobyt, popřípadě její obchodní firmu, pokud ji má,
- b) typ kyvadlového kladiva,
- c) rok výroby,
- d) výrobní číslo a
- e) jmenovitá hodnota spotřebované energie.

3 SCHVÁLENÍ TYPU

3.1 Postup při schválení typu

3.1.1 Požadavky na předloženou dokumentaci

Kromě dokumentace podle zvláštního právního předpisu¹⁾ žadatel předloží :

- a) návod pro obsluhu,
- b) návod na seřízení,
- c) výkresovou dokumentaci stojanu, kyvadla a stupnice a
- d) výkresovou dokumentaci základu pro umístění kyvadlového kladiva.

3.1.2 Vzorky

Vzhledem k tomu, že se jedná o nákladné zařízení, které je dodáváno v malém počtu kusů, je upuštěno od dodávky zvláštního vzorku. Zkoušky pro typové schválení se provedou na dodaném kyvadlovém kladivu nebo stejném typu kyvadlového kladiva u výrobce.

3.1.3 Požadavky na zkušební zařízení

Pro provedení zkoušek se použije zkušební zařízení uvedené v bodu 2.1.2.

3.1.4 Podmínky prostředí

Při zkouškách je třeba zajistit běžné podmínky prostředí pro umístění kyvadlového kladiva. Teplota při zkoušce musí být $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

3.1.5 Dovolené chyby

Dovolené chyby jsou uvedeny v bodu 2.1.1.

3.1.6 Postup zkoušek

Při zkouškách se postupuje podle bodu 4.

3.2 Certifikát schválení typu

Náležitosti certifikátu schválení typu stanoví zvláštní právní předpis²⁾.

¹⁾ Vyhláška č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření, ve znění vyhlášky č. 344/202 Sb.

²⁾ § 3 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

4 OVĚŘOVÁNÍ

Postup pro prvotní a následné ověřování je shodný.

Ověřování kyvadlových kladiv se provádí přímo nebo nepřímo nebo kombinací obou způsobů.

a) přímé ověření umožňuje statické a oddělené přezkoušení jednotlivých fyzikálních a geometrických vlastností kyvadlového kladiva,

b) nepřímé ověření představuje zkoušku kyvadlového kladiva používající Charpyho referenční zkušební tyče s V-vrubem (bod 2.1.3).

Přímé ověření musí být použito v případě instalace kyvadlového kladiva, po opravě, a dále v případě, když nepřímé ověření dává nepřipustný výsledek.

4.1 Symboly a označování

Tabulka 6. Symboly a definice

Symboly	Jednotka	Definice
A_N	J	jmenovitá energie
A_P	J	potenciální energie
A_S	J	indikovaná energie
A_V	J	spotřebovaná energie
F	N	síla vyvinutá kyvadlem, působící na etalonový siloměr ve vzdálenosti l_2
F_1	N	tíže kyvadla
L	m	vzdálenost mezi středem břitu a osou otáčení kyvadla (délka kyvadla)
l	m	vzdálenost mezi těžištěm kyvadla a osou otáčení
l_1	m	vzdálenost mezi středem rázu a osou otáčení
l_2	m	vzdálenost mezi bodem aplikace síly F a osou otáčení
p	J	ztráty třením způsobené vlečením ukazovatele.
p'	J	ztráty třením vyplývající z odporu vzduchu a tření ložisek
p_3	J	korekce energetických ztrát pro úhel vzestupu
t	s	perioda kyvadla
T	s	celková doba trvání 100 kyvů kyvadla
T_M	s	maximální hodnota T
T_m	s	minimální hodnota T
α	°	úhel pádu

β	°	úhel vzestupu
E	J	hodnota energie spotřebovaná Charpyho referenční zkušební tyčí s V-vrubem
E_{BCR}	J	ověřená hodnota energie série referenčních zkušebních tyčí ověřených střediskem EU pro referenční materiály

4.2 Přímé ověření kyvadlového kladiva

Přímé ověření se provádí u následujících částí kyvadlového kladiva a jeho parametrů:

- a) stojan kyvadlového kladiva,
- a) kyvadlo,
- b) poloha stojanu a kyvadla,
- c) podpěry a opěry referenční zkušební tyče,
- d) poloha středu nárazu,
- e) zařízení pro indikaci hodnoty energie,
- f) potenciální energie,
- g) chyba indikované energie,
- h) ztráta třením,
- i) nárazová rychlost.

4.2.1 Stojan kyvadlového kladiva

Dolní část stojanu kyvadlových kladiv, která byla vyrobena po roce 1996, má mít hmotnost větší než je dvanácti násobek hmotnosti kyvadla. Hmotnost základu kyvadlového kladiva je větší než je čtyřiceti násobek hmotnosti kyvadla. Hmotnost základu se uvede v dokumentaci.

Momentovým klíčem se překontroluje dotažení matic základových šroubů a zjištěná hodnota se porovná s údaji uvedenými v dokumentaci ke kyvadlovému kladivu. Pokud jsou tyto hodnoty menší, dotáhnou se matice na předepsaný moment.

Dále se provede přezkoušení, zda kyvadlové kladivo není předmětem jakýchkoli vnějších vibrací přenášených základem. Zjištění přenosu vibrací se provádí pomocí zkoušky s nádobou s vodou, která se umístí na stojan kyvadlového kladiva a kontroluje se, jestli se hladina vody nečeří.

4.2.2 Kyvadlo

Šířka břitu je v rozmezí 10 mm až 18 mm; kontroluje se posuvným měřítkem. Úhel ostří břitu je $30^\circ \pm 1^\circ$ a se měří optickým úhloměrem. Poloměr břitu je $(2 + 0,5)$ mm.

Změří se úhel mezi přímkou dotyku břitu a vodorovnou osou referenční zkušební tyče, který musí být $90^\circ \pm 2^\circ$. Určí se nepřímo otisknutím stykové části břitu na zkušební tyč o rozměru (10 x 10) mm a délce 55 mm.

Překontroluje se funkce spouštěcího mechanismu při spouštění kyvadlového kladiva z počáteční hodnoty. Spouštěcí mechanismus musí fungovat volně a spouštět kyvadlo

bez jakéhokoli počátečního šubnutí, zpoždění, nebo podnětu k příčné vibraci. Jestliže tento mechanismus obsahuje také brzdový systém, musí se zamezit nežádoucí funkci brzdy.

4.2.3 Poloha stojanu a kyvadla

Kyvadlové kladivo musí mít referenční rovinu, od které se provádí měření. Tato referenční rovina musí být vodorovná s odchylkou nejvýše 2 mm na 1 m. Měření se provádí pomocí vodováhy a speciálních měrek podle bodu 2.1.2.3 nebo inkliniční vodováhou.

Osa otáčení kyvadla musí být u kyvadlových kladiv s referenční rovinou rovnoběžná s referenční rovinou s úchytkou menší než 2 mm na 1 m. U kyvadlových kladiv bez referenční roviny musí mít osa otáčení kyvadla odchylku od vodorovné roviny menší než 4 mm na 1 m. Tento parametr se stanoví přímým měřením inkliniční vodováhou.

Vzdálenost nárazové hrany břitu kyvadla od nárazové plochy referenční zkušební tyče je $\pm 0,5$ mm; měří se pomocí speciální kosé měrky se stupnicí, která se umístí do místa zkušebního tělesa, přičemž kyvadlo volně visí ve svislé poloze.

Kontroluje se kývání kyvadla v rovině kolmé k ose otáčení o vychýlení 3 mm na 1 m. Dále se kontroluje, zda se nárazová hrana břitu dotýká referenční zkušební tyče v celé její šířce.

Měří se vzdálenost středu nárazové hrany břitu od střední roviny mezi opěrami zkušební tyče; tato vzdálenost musí být menší než $\pm 0,5$ mm. Střední rovina je kolmá k ose otáčení kyvadla.

Axiální vůle ložisek kyvadla se zjistí měřením axiálního posunutí kyvadla v místě břitu, je-li na střed břitu působeno axiální silou odpovídající přibližně 4 % tíže kyvadla. Tato hodnota nesmí být větší než 0,25 mm. Radiální vůle ložisek kyvadla, je-li působeno silou $150 \text{ N} \pm 10 \text{ N}$ ve vzdálenosti L , kolmo k rovině kyvu nesmí být větší než 0,08 mm. Měření se provede číselníkovým úchytkoměrem upevněným na stojan.

4.2.4 Podpěry a opěry zkušební tyče

Měří se vzdálenost mezi rovinami pravé a levé podpěry (max. 0,1 mm) a jejich rovnoběžnost s osou otáčení kyvadla (max. 3 mm na 1 m). Dále se měří vzdálenost mezi rovinami opěr (max. 0,1 mm), úhel mezi rovinou opěr a podpěr ($90 \pm 0,10$)°, vzdálenost mezi opěrami ($40 + 0,2$) mm, poloměr zaoblení opěr ($1 + 0,5$) mm a úhel úkosu opěr (11 ± 1)°. Tvar opěr a podpěr je znázorněn na obr.1.

4.2.5 Světlost mezi opěrami a kyvadlem

Měří se tloušťka kyvadla, která prochází mezi opěrami. Zjišťuje se vůle na obou koncích zkušební tyče. Dále se kontroluje účinnost bezpečnostních krytů.

4.2.6 Poloha středu nárazu

Nejdříve se stanoví doba periody kyvu kyvadla t měřením doby trvání 100 úplných kyvů při počáteční poloze kyvadla vychýlené o úhel menší než 5° ze svislé polohy. Rozdíl mezi největší a nejmenší dobou trvání 100 kyvů musí být menší než 0,2 s. Doba periody kyvu kyvadla musí být určena s nejistotou menší než 0,1 %.

Vzdálenost l_1 od středu nárazu k ose otáčení se rovná délce matematického kyvadla se stejnou dobou kyvu, jakou má kyvadlo kyvadlového kladiva. Délka l_1 se vypočte z rovnice

$$l_1 = \frac{g \cdot t^2}{4 \cdot \pi^2} .$$

Dosažením za tíhové zrychlení $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ a za $\pi^2 = 9,87$, dostaneme přibližný vztah, který lze s dostatečnou přesností použít pro výpočet l_1 podle rovnice

$$l_1 = 0,2485 \cdot t^2 .$$

4.2.7 Potenciální energie A_p

Potenciální energie musí být přezkoušena podle následujícího postupu a nesmí se lišit od jmenovité hodnoty A_N o více než $\pm 1\%$.

Stanoví se taková síla F působící ve vzdálenosti l_2 od osy, která má k této ose stejný moment jako tíže kyvadla (l_2 se nesmí rovnat l).

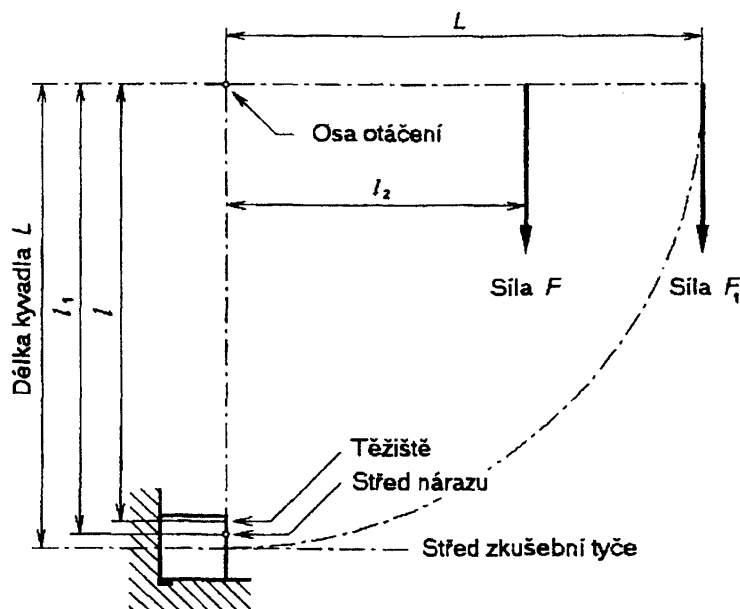
Kyvadlo se zvedne tak, aby jeho těžiště bylo ve vodorovné rovině osy otáčení na 15/1000 (tj. prakticky tak, že nárazová hrana břitu je ve vodorovné rovině osy) a podepře se jeden bod jeho břitu ve vzdálenosti l_2 od osy druhým vodorovným břitem, kolmo k prvnímu, pomocí etalonového siloměru. Změří se síla F , kterou kyvadlo působí na siloměrný snímač a vzdálenost l_2 od bodu podepření k ose na 0,2% (viz obrázek 3.).

Moment M kyvadla je :

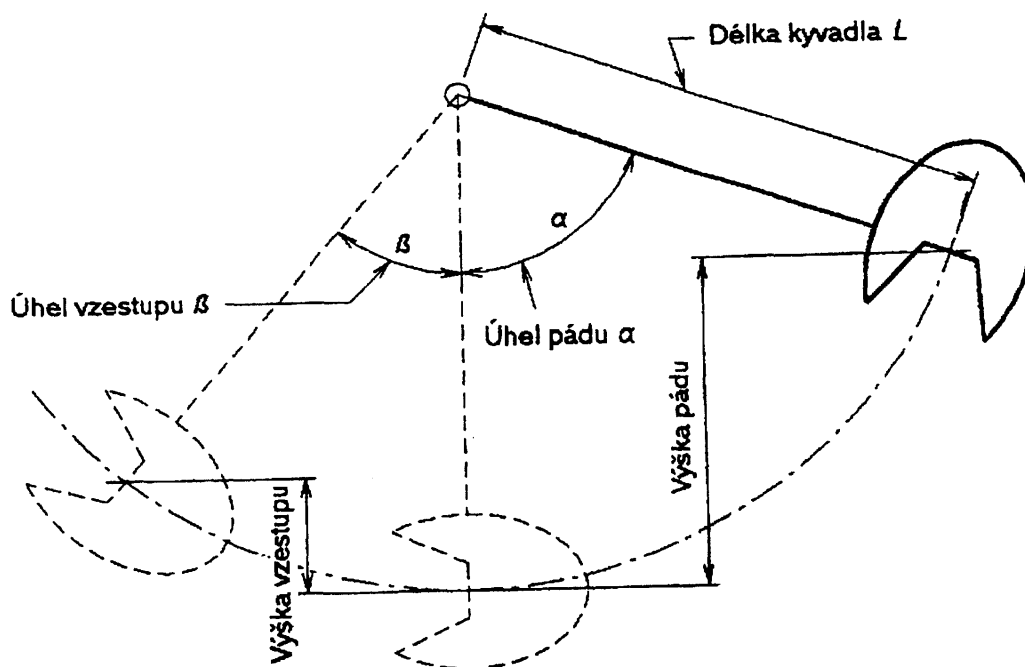
$$M = F \cdot l_2 .$$

Potom se změří úhel otočení, opsaný kyvadlem při průchodu z výchozí klidové polohy do pádové polohy. Toto měření musí být provedeno pomocí optické inklináčnické vodováhy s přesností na $\pm 0,065^\circ$ (obr.4.). Úhel α smí být větší než 90° .

$$A_p = M \cdot (1 - \cos \alpha) = F \cdot l_2 \cdot (1 - \cos \alpha) .$$



Obrázek 3. Znázornění definic geometrie kyvadla



Obrázek 4. Znázornění úhlů používaných při výpočtu energie nárazu

4.2.7.3 Chyba indikované energie A_s

Chyba indikované energie musí být určena následovně:

Pro kyvadlová kladiva s potenciální energií A joulů se přezkouší dělení stupnice indikačního zařízení odpovídající deseti, dvaceti, třiceti, padesáti a osmdesáti procentům počáteční potenciální energie A_N .

Kyvadlo, pohánějící indikační zařízení, se zvedá, dokud ukazovaná hodnota neodpovídá zkoušené hodnotě stupnice. Změří se úhel vzestupu β s přesností na $\pm 0,065^\circ$ (obrázek 4.). Spotřebovaná energie se rovná:

$$A_v = M \cdot (\cos \beta - \cos \alpha) .$$

Rozdíl mezi indikovanou energií A_s a spotřebovanou energií A_v , vypočtený na základě naměřených hodnot, nesmí překročit $\pm 1\%$ spotřebované energie A_v nebo $+ 0,5\%$ potenciální energie A_p . V každém případě je dovolena větší hodnota.

To znamená, že:

$$\left| \frac{A_s - A_v}{A_v} \right| \cdot 100 \leq 1,0 \quad (\text{od } 80 \% \text{ do } 50 \% \text{ jmenovité energie } A_N)$$

$$\left| \frac{A_s - A_v}{A_p} \right| \cdot 100 \leq 0,5 \quad (\text{pod } 50 \% \text{ jmenovité energie } A_N)$$

Z přesnosti požadované pro změření F , l_2 , α a β , vyplývá pro A_v celková střední chyba přibližně $\pm 0,3\%$ jmenovité energie.

Přesnost čtení spotřebované práce je nepřímo úměrná A_v . To je důležité, když je A_v malé v porovnání s A_p .

Hodnoty indikované energie, větší než 80% počáteční potenciální energie, jsou nepřesné a musí být zaznamenány jako přibližné.

Všechny zkoušky se provádí hodnotami relativní změny rychlosti při deformaci, které nejsou větší než 2. Změna rychlosti při deformaci je funkcí nárazové rychlosti kladiva a s průběhem deformace rychlost klesá. Změna rychlosti kyvadla se vypočte jednak ze stanovené nárazové rychlosti (bod 4.2.9) a z rychlosti po rázu s použitím téže rovnice, ve které je ale $\cos \alpha$ nahrazen $\cos \beta$ (viz obrázek 4.)

4.2.8 Ztráty třením

Práce spotřebovaná při přeražení referenční zkušební tyče se rovná rozdílu mezi potenciální energií a zbytkovou energií indikovanou po vzestupu kyvadla, vezmou-li se v úvahu následující způsoby ztráty energie:

- a) ztráty vzniklé třením způsobené vlečením ukazovatele a
- a) ztráty vzniklé následkem odporu vzduchu a třením v ložiskách.

4.2.8.1 Výpočet ztráty vzniklé následkem vlečení ukazovatele

Ukazovatel se uvede do polohy odpovídající nulovému úhlu vzestupu, kyvadlo se nechá volně kývnout (úhel pádu α), bez vložené referenční zkušební tyče, a čte se úhel vzestupu β_1 , nebo přímo energie E_1 .

Potom se, bez změny polohy ukazovatele, nechá kyvadlo kývnout podruhé, s polohy odpovídající úhlu pádu a čte se nový úhel vzestupu β_2 , nebo přímo energie E_2 .

Ztráty třením ukazovatele se rovnají:

$$p = M \cdot (\cos \beta_1 - \cos \beta_2) \quad \text{jestliže je stupnice dělena ve stupních}$$

nebo

$$p = E_1 - E_2 \quad \text{jestliže je stupnice dělena v jednotkách energie.}$$

Při tomto výpočtu se použijí hodnoty β_1 a β_2 (nebo E_1 a E_2) ze čtyř stanovení.

4.2.8.2 Výpočet ztráty vzniklé třením v ložiskách a následkem odporu vzduchu

Pro jeden kyv se počítají následovně:

Po určení β_2 nebo energie E_2 se kyvadlo vrátí do jeho počáteční polohy. Potom se, bez opětného nastavení ukazovatele, kyvadlo spustí a dovolí se, aby vykonalo 10 kyvů. Jakmile kyvadlo začne provádět jedenáctý kyv, pohne se ukazovatelem přibližně o 5 % zpět z jeho maximální dosažené polohy a zaznamená se hodnota β_3 . Ztráty třením v ložiskách a následkem odporu vzduchu pro jeden kyv jsou:

$$p' = \frac{1}{10} \cdot M \cdot (\cos \beta_3 - \cos \beta_2) \quad \text{jestliže je stupnice dělená ve stupních}$$

nebo

$$p' = \frac{1}{10} \cdot (E_3 - E_2) \quad \text{jestliže je stupnice dělena v jednotkách energie.}$$

4.2.8.3 Výpočet celkové ztráty

Celková ztráta vypočtená podle bodů 4.2.8.1 a 4.2.8.2 nesmí překročit 0,5 % jmenovité energie A_N .

Korekce ztrát, odpovídající úhlu vzestupu b , smí být vypočtena za předpokladu, že ztráty jsou úměrné proběhnutému úhlu, tj.:

$$p_\beta = p \cdot \frac{\beta}{\beta_1} + p' \cdot \frac{\alpha + \beta}{\alpha + \beta_2} .$$

Tato přibližná hodnota se blíží těsněji ke skutečné korekční hodnotě se snižováním spotřebované energie.

4.2.9 Nárazová rychlost kyvadla

Nárazová rychlost kyvadla se vypočte z rovnice:

$$v = \sqrt{2gL(1 - \cos \alpha)},$$

kde v je rychlost kyvadla v m/s,

g tíhové zrychlení (lze dosadit $g=9,81 \text{ m/s}^2$) v m/s^2 ,

α úhel pádu (viz obr.4.) ve stupních,

L vzdálenost mezi středem břitu a osou otáčení v metrech.

Nárazová rychlost musí být mezi 5,0 m/s a 5,5 m/s. U kyvadlových kladiv vyrobených před rokem 1983 je nárazová rychlost v rozmezí mezi 4,5 m/s a 7,0 m/s. Musí být zaznamenána v ověřovacím listu.

4.2.10 Přezkoušení geometrických vlastností použitím speciální měrky pro kontrolu geometrie břitu a opěr kyvadlového kladiva

4.2.10.1 Oblast použití

Speciální měrkou pro kontrolu geometrie břitu a opěr kyvadlového kladiva se přezkouší :

- a) poloha břitu v rovině souměrnosti opěr,
- b) vodorovnost osy otáčení kyvadla,
- c) kolmost ramene kyvadla k ose otáčení,
- d) souosost břitu a ramene kyvadla a
- e) kolmost roviny souměrnosti břitu k referenční zkušební tyči.

Tato metoda se použije na všechna kyvadlová kladiva, a to zejména na kyvadlová kladiva bez referenční roviny na nosné konstrukci.

4.2.10.2 Speciální měrka pro kontrolu geometrie břitu a opěr kyvadlového kladiva

Tvar a rozměry speciální měrky pro kontrolu geometrie břitu a opěr kyvadlového kladiva jsou stanoveny na obrázku 5. Dva konce (A a B), odpovídající dvěma polohám při použití (A a B).

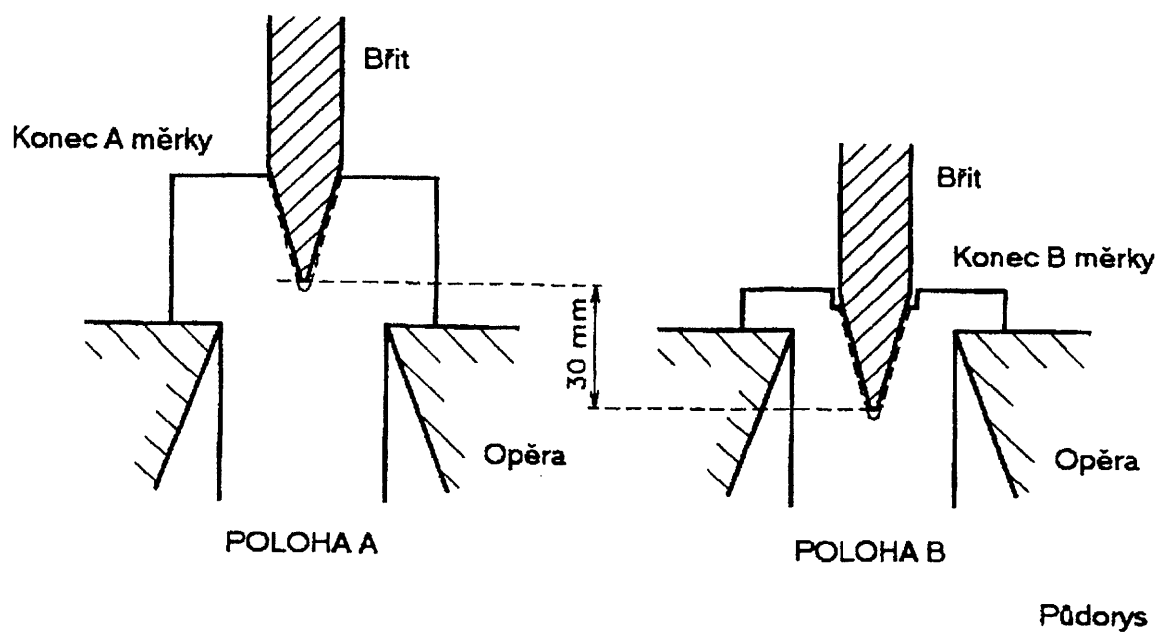
4.2.10.3 Postup

Před použitím speciální měrky pro kontrolu pracovní části kyvadlového kladiva musí být přezkoušeny pomocí optické inklinanční vodováhy dvě následující vlastnosti:

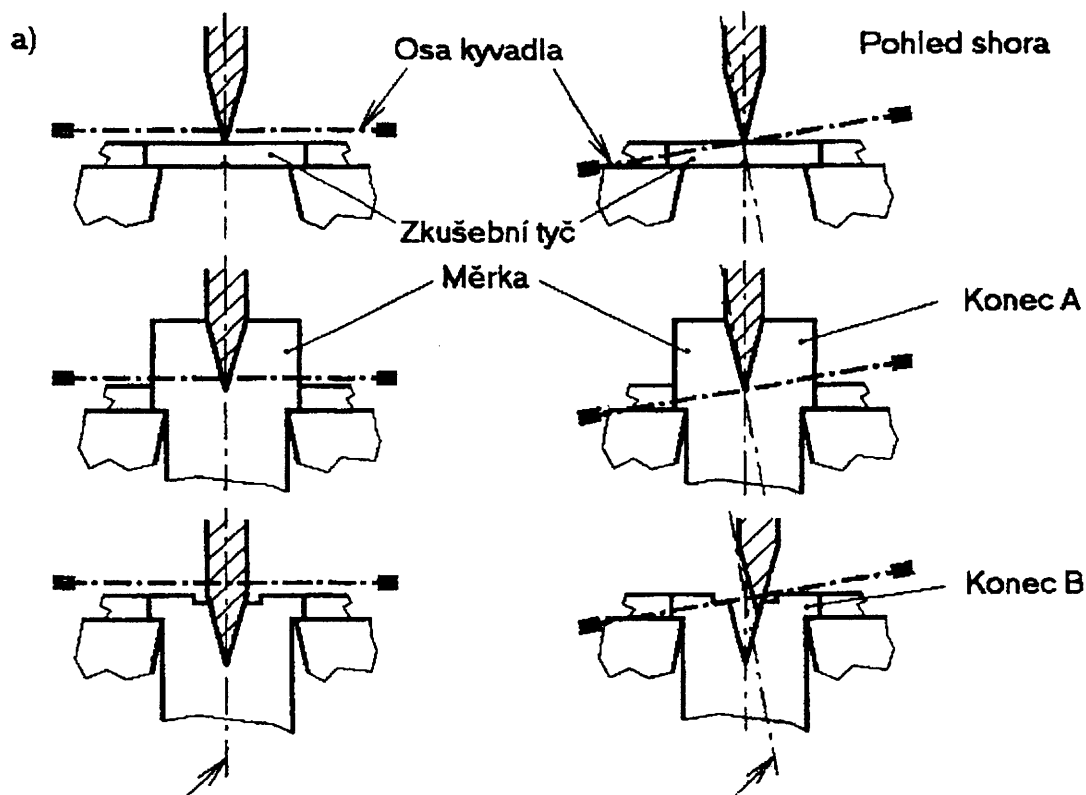
- a) vodorovnost roviny podpěr,
- b) kolmost roviny opěr k rovině podpěr.

Speciální měrka pro kontrolu geometrie břitu a opěr kyvadlového kladiva musí být použita v obou polohách (A a B) jak je znázorněno na obrázku 6. Přechod břitu z polohy A do polohy B odpovídá dráze 30 mm.

Obrázky 7 a 8 objasňují způsob použití speciální měrky pro kontrolu geometrie břitu a opěr kyvadlového kladiva pro přezkoušení vlastností podle bodu 4.2.10.1.

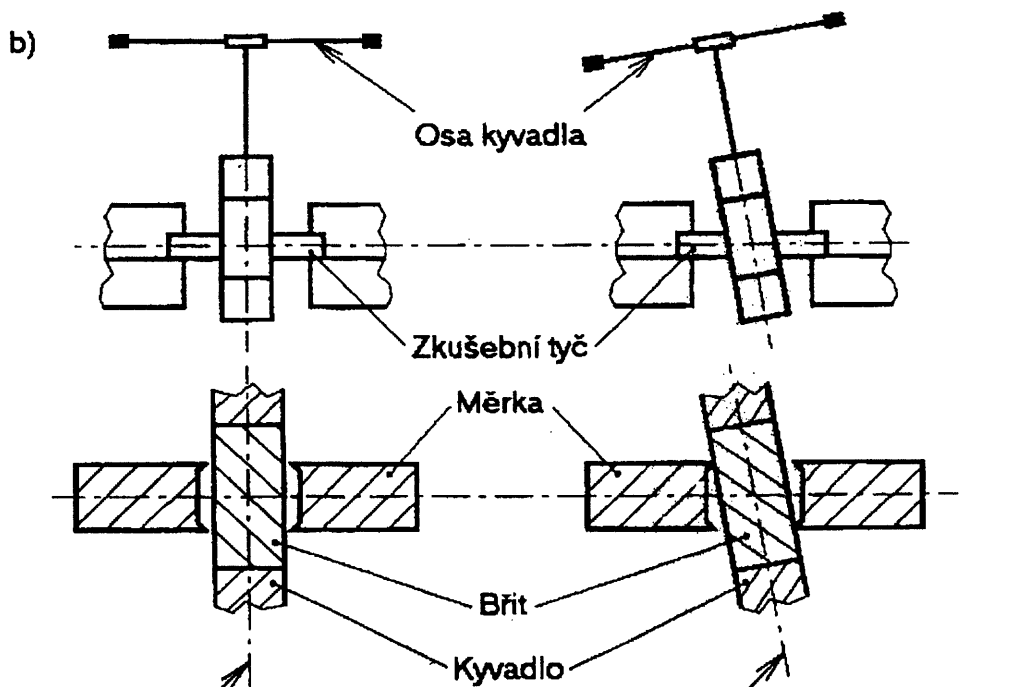


Obrázek 6. Změna polohy z A do B, odpovídající dráze břitu 30 mm



Rovina kyvu kyvadla, kolmá k podélné ose zkušební tyče

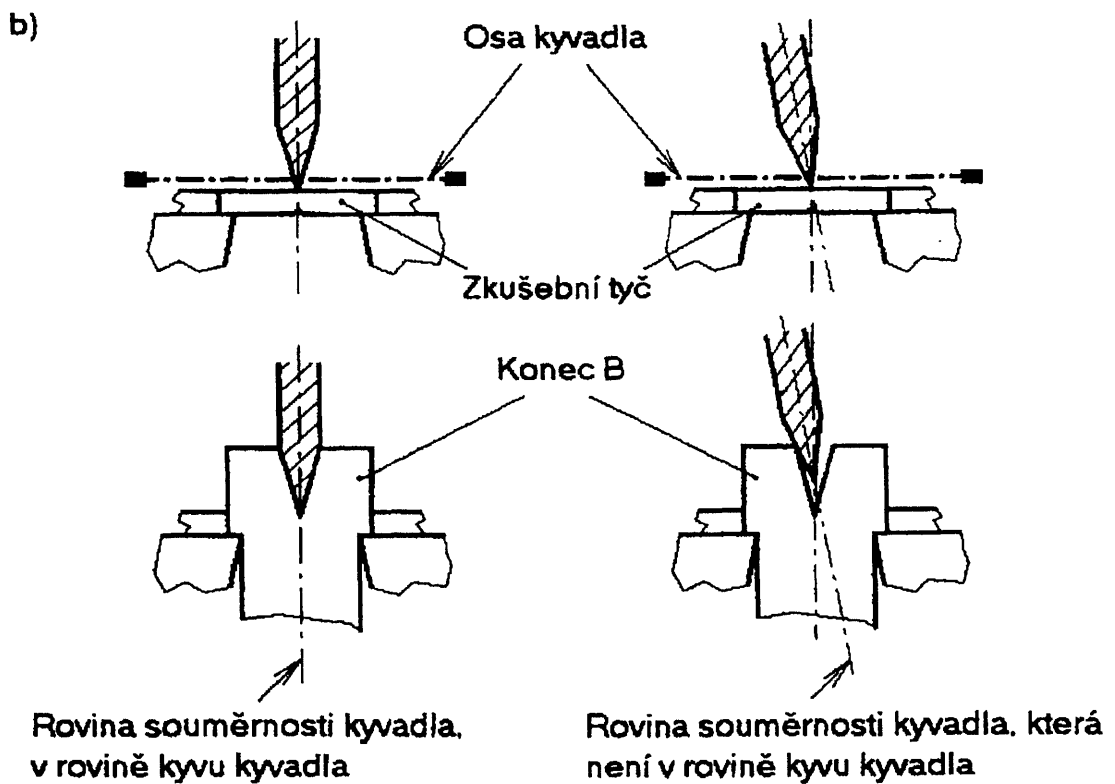
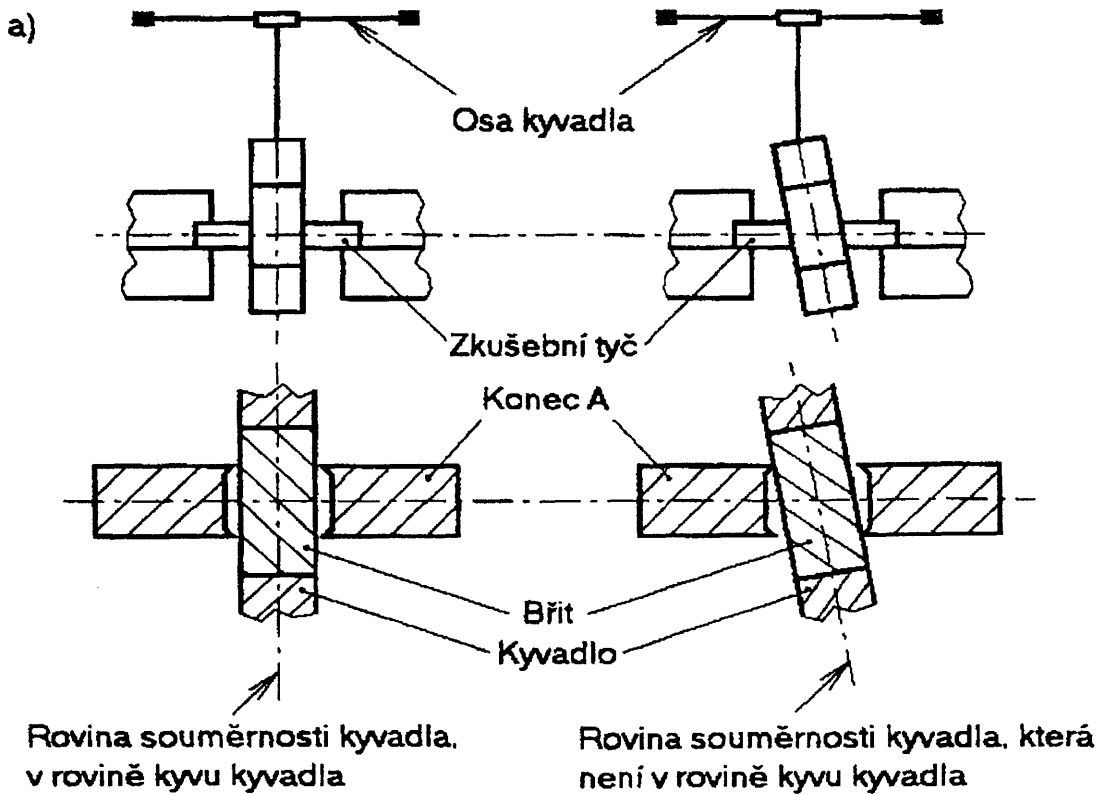
Rovina kyvu kyvadla, která není kolmá k podélné ose zkušební tyče



Rovina kyvu kyvadla, kolmá k podélné ose zkušební tyče

Rovina kyvu kyvadla, která není kolmá k podélné ose zkušební tyče

Obrázek 7. Příklad použití měrky



Obrázek 8. Další příklad použití speciální měrky pro kontrolu geometrie břitu a opěr kyvadlového kladiva

4.3 Nepřímé ověření kyvadlového kladiva

4.3.1 Princip

Stanovení spotřebované práce přeražením Charpyho referenční zkušební tyče s V-vrubem, ze série tyčí, jejichž energie potřebná pro přeražení je známá (viz bod 2.1.3). V úvahu se bere celková práce, spotřebovaná na přeražení zkušební tyče.

Celková spotřebovaná práce se skládá z:

- a) práce spotřebované na přeražení zkušební tyče,
- b) vnitřních energetických ztrát kyvadlového kladiva při prvním kyvu z počáteční polohy.

Energetické ztráty se rovnají:

- a) odporu vzduchu a tření v ložiskách a tření následkem vlečení ukazovatele. Tyto ztráty mohou být určeny přímou metodou,
- b) otřesům základu a chvění stojanu a kyvadla, pro které nebyly vyvinuty vhodné měřicí metody.

Pro výpočet se neberou v úvahu následující práce:

- a) práce spotřebovaná na deformaci opěr a středu břitu,
- b) práce spotřebovaná třením zkušební tyče na povrchu podpěr a zejména na povrchu opěr.

4.3.2 Charpyho referenční zkušební tyč s V-vrubem

Charpyho referenční zkušební tyče s V-vrubem, které mohou být používány při nepřímém ověřování kyvadlového kladiva, jsou národními referenčními tyčemi, navázanými na referenční zkušební tyče, které byly ověřeny střediskem Evropské unie pro referenční materiály (viz bod 2.1.3). Referenční zkušební tyče musí být použity v souladu s pokyny poskytnutými výrobcem.

4.3.3 Postup

Před provedením nepřímého ověření je nezbytné:

- a) zkontrolovat, podpěry a opěry zkušební tyče podle bodu 4.2.4,
- b) zkontrolovat, je-li Charpyho referenční zkušební tyč s V - vrubem správně vystředěna a
- c) určit ztráty třením, jak je popsáno v bodu 4.2.8.

Nepřímé ověření musí být provedeno alespoň pro dvě energie uvnitř rozsahu použití kyvadlového kladiva a pro které existují Charpyho referenční zkušební tyče s V-vrubem. Tyto dvě úrovně musí být co nejbližší mezím tohoto rozsahu. Jestliže jsou prověřovány více než dvě úrovně energie, musí být dodatečné úrovně rozděleny rovnoměrně v rozsahu použití, s přihlédnutím k Charpyho referenčním zkušebním tyčím s V-vrubem, které jsou k dispozici.

Pro každou úroveň se přerazí pět Charpyho referenčních zkušebních tyčí s V - vrubem. Zkouška se provede při teplotě $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, každá Charpyho referenční zkušební tyč s V - vrubem musí být ve správné poloze s úchytkami udanými v tabulce 1. Všechny zjištěné nedostatky musí být uvedeny v ověřovacím listu.

4.3.4 Stanovení opakovatelnosti a chyby kyvadlového kladiva

Necht' E_1, E_2, \dots, E_5 jsou hodnoty energie, spotřebované na přeražení pěti Charpyho referenčních zkušebních tyčí s V - vrubem, seřazené ve vzestupném pořadí.

4.3.4.1 Opakovatelnost ověření kyvadlového kladiva je charakterizována hodnotou $E_5 - E_1$, tj.

$E_{max} - E_{min}$.

4.3.4.2 Chyba

Chyba ověření kyvadlového kladiva je charakterizována hodnotou $\bar{E} - E$, kde je

$$\bar{E} = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5}{5}$$

a E je referenční hodnota Charpyho referenční zkušební tyče s V-vrubem, ze série tyčí.

4.3.5 Vyhodnocení při ověřování

Ověřované kyvadlové kladivo je považováno za vyhovující, jestliže hodnoty opakovatelnosti a chyby kyvadlového kladiva jsou menší nebo rovné hodnotám uvedeným v tabulce 2. Jestliže kyvadlové kladivo tyto požadavky nespĺňuje, je nutno vyhledat příčinu použitím metody přímého ověření (viz bod 4.2).

4.4 Ověřovací list

Náležitosti ověřovacího listu stanoví zvláštní právní předpis²⁾. Ověřené kyvadlové kladivo označí orgán, který ověření provedl úřední značkou³⁾ na místě stanoveném v certifikátu schválení typu měřidla.

²⁾ Příloha 2 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

³⁾ § 6 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

68

VYHLÁŠKA

ze dne 3. února 2004,

kterou se stanoví požadavky na tvrdoměry na kovy

Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví podle § 27 zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění zákona č. 119/2000 Sb. a zákona č. 137/2002 Sb., (dále jen „zákon“) k provedení § 6 odst. 2 a § 9 odst. 1 zákona:

§ 1

Tato vyhláška stanoví požadavky na tvrdoměry na kovy (dále jen „tvrdoměry“), postup při schvalování jejich typu a postup pro jejich ověřování.

§ 2

Pro účely této vyhlášky se za tvrdoměry považují:

- a) tvrdoměry typu Rockwell,
- b) tvrdoměry typu Vickers,
- c) tvrdoměry typu Brinell.

§ 3

Terminologie, požadavky na tvrdoměry, jakož i postup při schvalování jejich typu a postup při jejich ověřování jsou stanoveny v příloze.

§ 4

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. března 2004.

Ministr:

Ing. **Urban** v. r.

1. TERMINOLOGIE

- 1.1 Tvrdoměr je přístroj, který se používá pro měření tvrdosti materiálů.
- 1.2 Vnikací těleso je těleso stanoveného tvaru a z předepsaného materiálu, které vniká do materiálu a vytváří v něm trvalý vtisk. Vtisk se změří předepsanou metodou a z jeho velikosti se vypočítá tvrdost materiálu.
- 1.3 Tvrdoměrná destička je destička s předepsanými parametry, která slouží jako etalon a přenáší hodnotu tvrdosti.
- 1.4 Siloměr je zařízení, kterým se měří síla.
- 1.5 Předběžné zatížení je zatížení silou používanou pro metodu Rockwell, která stanoví nulovou hodnotu. Po prodlevě na celkovém zatížení se opět převede síla na předběžné zatížení a zde se měří trvalá hloubka vtisku.
- 1.6 Celkové zatížení je zatížení silou, při které se vytváří trvalý vtisk v materiálu.

2 POŽADAVKY NA TVRDOMĚRY

2.1 METROLOGICKÉ POŽADAVKY

2.1.1 Tvrdoměry typu Rockwell

2.1.1.1 Dovolena mezní odchylka předběžného zatížení (před aplikací a po odstranění celkového zatížení) musí být $\pm 2,0 \%$.

2.1.1.2 Dovolena mezní odchylka celkového zatížení musí být $\pm 1,0 \%$.

2.1.1.3 Vnikací těleso s diamantovým kuželem:

Úhel kužele $(120 \pm 0,35)^\circ$.

Odchyly rovnosti tvořící přímky diamantového kužele přilehlé ke spojení nesmí přesahovat 0,002 mm na minimální délce 0,4 mm.

Úhel mezi osou diamantového kužele a osou držáku vnikacího tělesa nesmí přesahovat $0,5^\circ$.

Vrchol vnikacího tělesa musí být kulový. Jeho poloměr musí být určen z jednotlivých hodnot naměřených v osových řezech. Vzdálenost soustředných kružnic musí být nejvýše 0,004mm. Každá jednotlivá hodnota poloměru musí být $(0,200 \pm 0,015)$ mm. Průměrná hodnota vypočtená nejméně ze čtyř jednotlivých hodnot musí být $(0,20 \pm 0,01)$ mm.

Nepřímé ověření vnikacího tělesa musí být provedeno na čtyřech referenčních destičkách, které jsou kalibrovány pro hodnoty dané v tabulce č. 1. Na žádné z destiček se průměrná hodnota tvrdosti ze tří vtisků provedených ověřovaným vnikacím tělesem nesmí lišit od průměrné hodnoty ze tří vtisků provedených referenčním vnikacím tělesem o více než $\pm 0,8$ jednotky Rockwella.

Tabulka 1

Stupnice	Tvrдост	Mezní úchylka
HRC	23	± 3
HRC	55	
HR45N	43	
HR15n	91	

2.1.1.4 Vnikací těleso kulička:

Kuličky musí být vyleštěny a bez povrchových vad.

Ocelové kuličky musí mít tvrdost nejméně 700 HV 10

Tvrđokovové kuličky musí mít tvrdost nejméně 1500 HV 10

Průměr kuličky měřený na třech místech se nesmí lišit od nominálního průměru více než uvádějí mezní úchylky v tabulce 2.

Tabulka č. 2

Stupnice tvrdosti podle Rockwella	Průměr kuličky mm	Mezní úchylky mm
B	1,587 5	± 0,0035
F	1,587 5	± 0,0035
G	1,587 5	± 0,0035
T	1,587 5	± 0,0035
E	3,175	± 0,004
H	3,175	± 0,004
K	3,175	± 0,004

2.1.1.5 Hloubkoměr

Hloubkoměr musí ukazovat s přesností ± 0,001mm pro stupnice A až K a 0,0005 mm pro stupnice N a T.

2.1.1.6 Chyba a spolehlivost

Dovolené chyby a spolehlivosti tvrdoměru jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3

Stupnice tvrdosti podle Rockwella	Rozsah tvrdosti podle referenční destičky	Dovolená chyba v jednotkách Rockwella	Dovolená spolehlivost tvrdoměru ^{a)}
A	20 HRA až ≤ 75 HRA > 75 HRA až ≤ 88 HRA	± 2 HRA ± 1,5 HRA	≤ 0,02 (100- \bar{H}) nebo 0,8 jednotky Rockwella ^{b)}
B	20 HRB až ≤ 45 HRB > 45 HRB až ≤ 80 HRB > 80 HRB až ≤ 100 HRB	± 4 HRB ± 3 HRB ± 2 HRB	≤ 0,04 (130- \bar{H}) nebo 1,2 jednotky Rockwella ^{b)}
C	20 HRC až ≤ 70 HRC	± 1,5 HRC	≤ 0,02 (100- \bar{H}) nebo 0,8 jednotky Rockwella ^{b)}
D	40 HRD až ≤ 70 HRD > 70 HRD až ≤ 77 HRD	± 2 HRD ± 1,5 HRD	≤ 0,02 (100- \bar{H}) nebo 0,8 jednotky Rockwella ^{b)}
E	70 HRE až ≤ 90 HRE > 90 HRE až ≤ 100 HRE	± 2,5 HRE ± 2 HRE	≤ 0,04 (130- \bar{H}) nebo 1,2 jednotky Rockwella ^{b)}
F	60 HRF až ≤ 90 HRF > 90 HRF až ≤ 100 HRF	± 3 HRF ± 2 HRF	≤ 0,04 (130- \bar{H}) nebo 1,2 jednotky Rockwella ^{b)}
G	30 HRG až ≤ 50 HRG > 50 HRG až ≤ 75 HRG > 75 HRG až ≤ 94 HRG	± 6 HRG ± 4,5 HRG ± 3 HRG	≤ 0,04 (130- \bar{H}) nebo 1,2 jednotky Rockwella ^{b)}
H	80 HRH až ≤ 100 HRH	± 2 HRH	≤ 0,04 (130- \bar{H}) nebo 1,2 jednotky Rockwella ^{b)}
K	40 HRK až ≤ 60 HRK > 60 HRK až ≤ 80 HRK > 80 HRK až ≤ 100 HRK	± 4 HRK ± 3 HRK ± 2 HRK	≤ 0,04 (130- \bar{H}) nebo 1,2 jednotky Rockwella ^{b)}
N		± 2 HRN	≤ 0,04 (100- \bar{H}) nebo 1,2 jednotky Rockwella ^{b)}
K		± 3 HRT	≤ 0,06 (100- \bar{H}) nebo 2,4 jednotky Rockwella ^{b)}

^{a)} kde \bar{H} je průměrná hodnota tvrdosti

^{b)} která je větší

2.1.2 Tvrdoměry typu Vickers

2.1.2.1 Dovolená mezní odchylka celkového zatížení je uvedena v tabulce 4.

Tabulka 4

Rozsah zkušebního zatížení F N	Tolerance %
$F \geq 1,961$	$\pm 1,0$
$0,098\ 07 \leq F < 1,961$	$\pm 1,5$

2.1.2.2 Vnikací těleso - diamantový jehlan:

Úhel protilehlých stěn ($136 \pm 0,5$)°.

Úhel mezi osou diamantového jehlanu a osou držáku vnikacího tělesa nesmí přesahovat 0,5°.

Čtyři stěny jehlanu se musí setkat ve vrcholu; největší přípustná délka stříšky mezi protilehlými stěnami je uvedena v tabulce 5.

Tabulka 5

Rozsah zkušebního zatížení N	Největší přípustná délka stříšky mm
$F \geq 49,03$	0,002
$1,961 \leq F < 49,03$	0,001
$0,098\ 07 \leq F < 1,961$	0,0005

2.1.2.3 Měřicí zařízení

Stupnice měřicího zařízení musí být dělena tak, aby dovolila stanovení úhlopříček vtisku a maximální chyba nesmí překročit hodnoty uvedené v tabulce 6. Měřicí zařízení musí být ověřováno měřením provedeným na objektivním mikrometru nejméně v pěti intervalech pro každý pracovní rozsah.

Tabulka 6

Úhlopříčka, d Mm	Schopnost stanovení měřicího zařízení	Maximální dovolená chyba
$d \leq 0,040$	0,0002 mm	0,0004 mm
$d > 0,040$	0,5% z d	1,0% z d

2.1.2.4 Spolehlivost tvrdoměru

Dovolené spolehlivosti tvrdoměru jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7

Tvrdoměrné destičky	Spolehlivost tvrdoměru max						
	\bar{d} ¹⁾			HV			
	HV5 až HV100	HV0,2 až < HV5	< HV0,2	HV5 až HV100		HV0,2 až < HV5	
				Tvrdoměrné destičky	HV	Tvrdoměrné destičky	HV
< 225HV	0,03 \bar{d}	0,06 \bar{d}	0,06 \bar{d}	100	6	100	12
				200	12	200	24
≥ 225HV	0,02 \bar{d}	0,04 \bar{d}	0,05 \bar{d}	250	10	250	20
				350	14	350	28
				600	24	600	48
				750	30	750	60
$1) \bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_5}{5}$							

2.1.2.5 Chyba tvrdoměru

Dovolené chyby tvrdoměru jsou uvedeny v tabulce 8.

Tabulka 8

Značka tvrdosti	Maximální dovolená chyba tvrdoměru v procentech tvrdosti tvrdoměrné destričky															
	Tvrdost, HV															
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1500
HV0,01																
HV0,015	10															
HV0,02	8															
HV0,025	8	10														
HV0,05	6	8	9	10												
HV0,1	5	6	7	8	8	9	10	10	11							
HV0,2		4		6		8		9		10	11	11	12	12		
HV0,3		4		5		6		7		8	9	10	10	11	11	
HV0,5		3		5		5		6		6	7	7	8	8	9	11
HV1		3		4		4		4		5	5	5	6	6	6	8
HV2		3		3		3		4		4	4	4	4	5	5	6
HV3		3		3		3		3		3	4	4	4	4	4	5
HV5		3		3		3		3		3	3	3	3	3	4	4
HV10		3		3		3		3		3	3	3	3	3	3	3
HV20		3		3		3		3		3	3	3	3	3	3	3
HV30		3		3		2		2		2	2	2	2	2	2	2
HV50		3		3		2		2		2	2	2	2	2	2	2
HV100				3		2		2		2	2	2	2	2	2	2

1 – Pro úhlopříčku vtisku menší než 0,020 mm se hodnoty neuvádějí.

2 – Pro mezilehlé hodnoty může být maximální dovolená chyba stanovena interpolací.

3 – Hodnoty pro mikrotvrdoměry jsou založeny na maximální dovolené chybě 0,001 mm nebo 2 % délky střední úhlopříčky vtisku v závislosti na tom, která je větší.

2.1.3 Tvrdoměry typu Brinell

2.1.3.1 Dovolená mezní odchylka celkového zatížení musí být $\pm 1,0\%$.

2.1.3.2 Vnikací těleso kulička:

Kuličky musí být vyleštěny a bez povrchových vad.

Kuličky jsou pouze tvrdokovové a musí mít tvrdost nejméně 1500 HV 10.

Průměr kuličky měřený na třech místech se nesmí lišit od nominálního průměru více než uvádějí mezní úchyly v tabulce 9.

Tabulka 9

Průměr kuličky	Mezní úchyly
10 mm	$\pm 0,005$ mm
5 mm	$\pm 0,004$ mm
2,5 mm	$\pm 0,003$ mm
1 mm	$\pm 0,003$ mm

2.1.3.3 Měřicí zařízení

Stupnice měřicího zařízení musí být dělena tak, aby dovolila stanovení průměru vtisku s přesností $\pm 0,5$ %.

Měřicí zařízení musí být ověřováno měřením provedeným na objektivním mikrometru nejméně v pěti intervalech pro každý pracovní rozsah. Maximální chyba nesmí překročit 0,5 %.

Při měření promítnuté plochy, maximální chyba nesmí přesáhnout 1 %.

2.1.3.4 Chyba a spolehlivost

Dovolené chyby a spolehlivosti tvrdoměru jsou uvedeny v tabulce 10.

Tabulka 10

Tvrdost referenční destičky HBW	Dovolená spolehlivost tvrdoměru mm	Dovolená chyba tvrdoměru % z H
≤ 125	$0,030 \bar{d}$	3
$125 < \text{HBW} \leq 225$	$0,025 \bar{d}$	2,5
> 225	$0,020 \bar{d}$	2

2.2 TECHNICKÉ POŽADAVKY

2.2.1 Nápis a značky

Speciální nápisy a značky na tvrdoměru mimo běžného značení jsou nahrazeny technickou dokumentací, která obsahuje:

a) seznam veškerého příslušenství, které přísluší tvrdoměru, s uvedením výrobců a výrobních nebo jiných identifikačních čísel,

b) čísla certifikátů k jednotlivým zařízením (například měřicí zařízení, tvrdoměrné destičky), pokud byla jejich kalibrace nebo ověření provedeno a

c) metody a stupnice, které lze daným tvrdoměrem měřit.

3. SCHVÁLENÍ TYPU

3.1 Postup při schválení typu

Postup schválení typu sestává z:

- a) posouzení dokumentace¹⁾ o měřidle, kterou je žadatel povinen předložit posuzujícímu orgánu,
- b) předběžného posouzení,
- c) prohlídky tvrdoměru,
- d) zkoušky měřením přímou a nepřímou metodou,
- e) vypracování dokumentace schválení typu a vydání certifikátu; případného zastavení postupu pro schválení typu, pokud tvrdoměr nevyhoví všem požadavkům uvedeným v této vyhlášce.

3.1.1 Tvrdoměry typu Rockwell

3.1.1.1 Všeobecné podmínky

Před měřením tvrdoměru typu Rockwell se musí zkontrolovat, aby bylo zajištěno že:

- a) tvrdoměr je správně ustaven,
- b) tlačný čep držící vnikací těleso se může pohybovat ve svém vedení,
- c) držák vnikacího tělesa je pevně spojen s tlačným čepem,
- d) zkušební zatížení může být aplikováno a odlehčeno bez rázů, chvění a takovým způsobem, aby nebylo ovlivněno čtení,
- e) čtení nesmí být ovlivněno ani pohyby zkušebního tělesa ani deformací stojanu.

3.1.1.2 Přímá metoda měření

3.1.1.2.1 Přímé měření by se mělo provádět při teplotě $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$. Pokud se měření provádí při jiné teplotě, musí být teplota uvedena v protokolu o měření.

3.1.1.2.1 Přístroje použité při měření musí navazovat na státní etalony.

3.1.1.2.2 Přímé měření zahrnuje:

- a) měření zkušebního zatížení,
- b) měření vnikacího tělesa,
- c) měření zařízení pro měření hloubky.

3.1.1.2.3 Měření zkušebního zatížení:

Předběžné zkušební zatížení a každé celkové zkušební zatížení, které bude použito, musí být proměřeno a kdykoliv je to možné, musí se provést měření

¹⁾ § 1 vyhlášky č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření, ve znění vyhlášky č. 344/2002 Sb.

nejméně ve třech polohách tlačného čepu rovnoměrně rozmístěných v rozsahu jeho pohybu během zkoušení. Prodleva zkušebnímu zatížení musí být nejméně dvě sekundy.

Zatížení musí být měřeno buď měřením siloměrem třídy 1 nebo vyvažováním protisilou s přesností $\pm 2,0$ % aplikovanou pomocí etalonových závaží a s použitím mechanického převodu.

Musí být provedena tři čtení pro každé zatížení a každou polohu tlačného čepu. Měření se provádí tak, že při každém měření se provede nejprve čtení hodnoty předběžného zatížení, potom celkového zatížení a opět po odlehčení se provede druhé čtení předběžného zatížení.

3.1.1.2.4 Měření vnikacího tělesa:

Aby bylo zajištěno spolehlivé měření kuželových vnikacích těles, musí se provést jejich přímé i nepřímé měření.

3.1.1.2.4.1 Přímé měření kuželových vnikacích těles

Kontrola povrchu vnikacího tělesa. Provede se vizuálně pomocí vhodného mikroskopu. Vnikací těleso musí být vyleštěno a bez povrchových vad.

Měření geometrie kuželového vnikacího tělesa může být provedeno přímým měřením nebo měřením jeho průmětu na promítací ploše. Měření musí být provedeno v nejméně čtyřech rovnoměrně prostorově rozdělených řezech.

Provede se měření vrcholového úhlu, poloměru zaoblení, odchylky rovnosti tvořící přímky diamantového kužele a úhel mezi osou diamantového kužele a osou držáku vnikacího tělesa. Provedou se vždy čtyři měření a hodnota jednotlivých parametrů povrchu se vypočte jako aritmetický průměr jednotlivých měření. Naměřené výsledky nesmí překročit dovolené odchylky, které jsou uvedeny v bodu 2.1.1.

3.1.1.2.4.2 Nepřímé měření kuželového vnikacího tělesa

Měření se provádí na čtyřech tvrdoměrných destičkách tak, že nejprve se provedou nejméně tři měření referenčním vnikacím tělesem a potom do blízkosti těchto vtisků se provedou za stejných podmínek vtisky měřeným vnikacím tělesem. Vypočtou se průměrné hodnoty tvrdosti jednotlivých destiček naměřené jednotlivými vnikacími tělesy a tyto hodnoty se vzájemně porovnají. Dovolené odchylky naměřené tvrdosti mezi měřeními provedenými referenčním vnikacím tělesem a měřeným vnikacím tělesem jsou uvedeny v bodu 2.1.1.

3.1.1.2.4.3 Měření kuliček

Pro účely měření velikosti a tvrdosti kuliček se považuje za dostatečnou zkouška náhodně vybrané kuličky. Kulička, na které se měřila tvrdost se musí vyřadit.

Kuličky musí být vyleštěny a bez povrchových vad, prohlídka se provede pomocí vhodného mikroskopu.

Uživatel musí buď kuličky změřit, aby se ujistil, že splňují všechny požadavky, nebo musí získat od dodavatele osvědčení, že kuličky všechny požadavky splňují.

Průměr kuličky musí být určen výpočtem střední hodnoty z nejméně tří jednotlivých hodnot průměrů naměřených v různých polohách kuličky.

Všechny požadavky jsou uvedeny v bodu 2.1.1.

3.1.1.2.5 Poznámka

Ve většině případů měření vnikacích těles jak kuliček, tak kuželových provádí k tomu určená pracoviště Českého metrologického institutu, nebo jiných kalibračních laboratoří, která jsou vhodně přístrojově vybavena pro tato měření. Při provádění zkoušek pro typové schválení tvrdoměru se kontrolují kalibrační listy, u kuliček certifikáty od výrobců, k jednotlivým vnikacím tělesům, která jsou součástí zkoušeného tvrdoměru.

3.1.1.2.6 Měření zařízení pro měření hloubky

Zařízení pro měření hloubky vtisku musí být měřeno nejméně ve třech polohách, včetně poloh odpovídajících nejmenší a největší tvrdosti pro které se stupnice normálně používají, v průběhu posuvů vnikacího tělesa ve směru rostoucí tvrdosti.

Přístroj používaný pro měření hloubkoměrů musí mít přesnost 0,0002 mm.

Jestliže není možné zařízení pro měření hloubky měřit přímo, může se provést modifikované nepřímé měření zkouškou tvrdosti s referenčními destičkami a s referenčním vnikacím tělesem. U referenčního vnikacího tělesa je nutné znát korekce. Na třech referenčních destičkách Rockwella stupnice C se provedou referenčním vnikacím tělesem nejméně tři vtisky. Vypočte se střední hodnota tvrdosti na každé destičce a k této tvrdosti se přičtou korekce referenčního vnikacího tělesa. Takto vypočtená tvrdost na každé destičce se nesmí lišit od nominální hodnoty tvrdoměrné destičky o více než 0,8 HRC.

3.1.1.3 Nepřímá metoda měření

3.1.1.3.1 Nepřímé měření se musí provádět při teplotě $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ pomocí kalibračních referenčních tvrdoměrných destiček. Tyto destičky musí být kalibrovány v Českém metrologickém institutu.

3.1.1.3.2 Tvrdoměr musí být měřen pro každou stupnici, kterou tvrdoměr umožňuje měřit. Pro každou měřenou stupnici se musí použít referenční destičky ze tří rozsahů uvedených v tabulce č.3 v bodu 2.1.1.

Na každé referenční destičce musí být provedeno pět vtisků rovnoměrně rozložených po zkoušeném povrchu a každá hodnota tvrdosti musí být stanovena v rozmezí 0,2 jednotky stupnice. Před provedením těchto vtisků se musí provést alespoň dva předběžné vtisky, aby bylo zajištěno že referenční destička, vnikací těleso a podložka jsou správně usazeny. Výsledky těchto předběžných vtisků se nesmí započítávat. Z naměřených výsledků se pak vypočítá spolehlivost a chyba tvrdoměru. Hodnoty dovolených chyb a spolehlivostí jsou uvedeny v bodu 2.1.1.

3.1.1.3.3 Spolehlivost

Pro každou tvrdoměrnou destičku H_1 , H_2 , H_3 , H_4 , H_5 jsou naměřené hodnoty tvrdosti sestavené podle vzrůstající velikosti. Spolehlivost tvrdoměru při vybraných podmínkách je dána rozdílem:

$$H_5 - H_1$$

Průměrná hodnota tvrdosti \bar{H} z pěti vtisků je definována následovně:

$$\bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5}$$

kde H_1, H_2, H_3, H_4, H_5 jsou hodnoty tvrdosti odpovídající pěti provedeným vtiskům.

3.1.1.3.4 Chyba

Chyba tvrdoměru při vybraných podmínkách je vyjádřena rozdílem:

$$\bar{H} - H$$

kde \bar{H} je průměrná hodnota tvrdosti

H specifická tvrdost použité referenční destičky

3.1.2 Tvrdoměry typu Vickers

3.1.2.1 Všeobecné podmínky

Před měřením tvrdoměru typu Vickers se musí zkontrolovat, aby bylo zajištěno že:

- tvrdoměr je správně ustaven,
- tlačný čep držící vnikací těleso se může pohybovat ve svém vedení,
- držák vnikacího tělesa je pevně spojen s tlačným čepem,
- zkušební zatížení může být aplikováno a odlehčeno bez rázů, chvění a takovým způsobem, aby nebylo ovlivněno čtení.

Jestliže měřicí zařízení je součástí tvrdoměru, změna od odlehčení zkušebního zatížení do okamžiku měření neovlivní čtení. Osvětlení neovlivňuje čtení hodnoty. Střed vtisku je pokud možno ve středu zorného pole.

3.1.2.2 Přímá metoda měření

3.1.2.2.1 Přímé měření by se mělo provádět při teplotě $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$. Pokud se měření provádí při jiné teplotě, musí být teplota uvedena v protokolu o měření.

3.1.2.2.2 Přístroje použité při měření musí navazovat na státní etalony.

3.1.2.2.3 Přímé měření zahrnuje:

- měření zkušebního zatížení,
- měření vnikacího tělesa,
- měření měřicího zařízení.

3.1.2.2.4 Měření zkušebního zatížení:

Každé zkušební zatížení, které bude použito, musí být proměřeno a kdykoliv je to možné, musí se provést měření nejméně ve třech polohách tlačného čepu rovnoměrně rozmístěných v rozsahu jeho pohybu během zkoušení.

Zatížení musí být měřeno buď měřením siloměrem třídy 1 nebo vyvažováním protisilou s přesností $\pm 2,0$ % aplikovanou pomocí etalonových závaží a s použitím mechanického převodu.

Musí být provedena tři čtení pro každé zatížení a každou polohu tlačného čepu. Bezprostředně před každým čtením se musí tlačný čep pohybovat stejným směrem jako během zkoušky.

3.1.2.2.5 Měření vnikacího tělesa

Vnikací těleso je ve tvaru pravidelného čtyřbokého jehlanu.

Kontrola povrchu vnikacího tělesa. Proveďte se vizuálně pomocí vhodného mikroskopu. Vnikací těleso musí být vyleštěno a bez povrchových vad.

Měření geometrie vnikacího tělesa může být provedeno přímým měřením nebo měřením jeho průmětu na promítací ploše.

Provede se měření vrcholového úhlu protilehlých stěn, stříšky, a úhlu mezi osou diamantového jehlanu a osou držáku vnikacího tělesa. Hodnota jednotlivých parametrů povrchu se vypočte jako aritmetický průměr jednotlivých měření. Měření vrcholového úhlu se provede tak, že se změří úhly protilehlých stěn a aritmetický průměr těchto měření je výsledným vrcholovým úhlem vnikacího tělesa. Ostatní parametry se měří ve čtyřech řezech. Naměřené výsledky nesmí překročit dovolené mezní odchylky, které jsou uvedené v bodu 2.1.2.

3.1.2.2.6 Poznámka

Ve většině případů měření vnikacích těles provádí k tomu určená pracoviště Českého metrologického institutu nebo jiných kalibračních laboratoří, která jsou vhodně přístrojově vybavena pro tato měření. Při provádění zkoušek pro typové schválení tvrdoměru se kontrolují kalibrační listy k jednotlivým vnikacím tělesům, která jsou součástí zkoušeného tvrdoměru.

3.1.2.2.7 Měření měřicího zařízení

Schopnost odhadu měřicího zařízení závisí na velikosti vtisku, který je možno na zařízení měřit.

Měřicí zařízení musí být měřeno na objektivním mikrometru nejméně v pěti intervalech pro každý pracovní rozsah.

Jestliže není možné měřicí zařízení měřit přímo, může se provést modifikované nepřímé měření zkouškou tvrdosti s referenčními destičkami. Měření se provede měřením referenčního vtisku na každé referenční destičce, zpravidla na referenčních destičkách, které budou použity na nepřímé měření tvrdoměru. Chyba měřicího zařízení vyjádřená v procentech střední úhlopříčky vtisku nesmí být větší než 1 %.

3.1.2.3 Nepřímá metoda měření

3.1.2.3.1 Nepřímé měření se musí provádět při teplotě $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ pomocí kalibračních referenčních tvrdoměrných destiček. Tyto destičky musí být kalibrovány v Českém metrologickém institutu.

3.1.2.3.2. V případě, že se měří tvrdoměry použitelné pro několik zkušebních zatížení, pak musí být vybrána nejméně dvě tato zatížení. Jedno z nich musí být zatížení, které je používáno nejčastěji. Pro každé vybrané zkušební zatížení musí být použity nejméně dvě tvrdoměrné destičky dvou různých rozsahů tvrdosti. Doporučuje se použít tři tvrdoměrné destičky v rozsazích:

$$\leq 225 \text{ HV}$$

$$400 \text{ HV až } 600 \text{ HV}$$

$$> 700 \text{ HV}$$

Na každé referenční destičce musí být provedeno pět vtisků rovnoměrně rozložených po zkoušeném povrchu. Před provedením těchto vtisků se musí provést alespoň dva předběžné vtisky, aby bylo zajištěno že referenční destička, vnikací těleso a podložka jsou správně usazeny. Výsledky těchto předběžných vtisků se nesmí započítávat. Z naměřených výsledků se pak vypočítá spolehlivost a chyba tvrdoměru. Hodnoty dovolených chyb a spolehlivostí jsou uvedeny v článku 2.1.2.

3.1.2.3.3 Spolehlivost

Pro každou tvrdoměrnou destičku d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 jsou aritmetické střední hodnoty změřených úhlopříček vtisků sestavené podle vzrůstající velikosti. Spolehlivost tvrdoměru při vybraných podmínkách je dána rozdílem:

$$d_5 - d_1$$

3.1.2.3.4 Chyba

Chyba tvrdoměru při vybraných podmínkách je vyjádřena rozdílem:

$$\bar{H} - H$$

$$\text{kde } \bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5}$$

příčemž

H_1, H_2, \dots, H_5 jsou hodnoty tvrdosti odpovídající d_1, d_2, \dots, d_5

H je hodnota tvrdosti použité tvrdoměrné destičky

3.1.3 Tvrdoměry typu Brinell

3.1.3.1 Všeobecné podmínky

Před měřením tvrdoměru typu Brinell se musí zkontrolovat, aby bylo zajištěno že:

- tvrdoměr je správně ustaven,
- tlačný čep držící kuličku se může pohybovat ve svém vedení,
- držák kuličky s kuličkou je pevně spojen s tlačným čepem.

Zkušební zatížení může být aplikováno a odlehčeno bez rázů, chvění a takovým způsobem, aby nebylo ovlivněno čtení.

Jestliže měřicí zařízení je součástí tvrdoměru, změna od odlehčení zkušebního zatížení do okamžiku měření neovlivní čtení. Osvětlení neovlivňuje čtení hodnoty. Střed vtisku je pokud možno ve středu zorného pole.

3.1.3.2 Přímá metoda měření

3.1.3.2.1 Přímé měření by se mělo provádět při teplotě $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$. Pokud se měření provádí při jiné teplotě, musí být teplota uvedena v protokolu o měření.

3.1.3.2.2 Přístroje použité při měření musí navazovat na státní etalony.

3.1.3.2.3 Přímé měření zahrnuje:

- a) měření zkušebního zatížení,
- b) měření vnikacího tělesa,
- c) měření měřicího zařízení.

3.1.3.2.4 Měření zkušebního zatížení

Každé zkušební zatížení, které bude použito, musí být proměřeno a kdykoliv je to možné, musí se provést měření nejméně ve třech polohách tlačného čepu rovnoměrně rozmístěných v rozsahu jeho pohybu během zkoušení.

Zatížení musí být měřeno buď měřením siloměrem třídy 1 nebo vyvažováním protisilou s přesností $\pm 2,0\%$ aplikovanou pomocí etalonových závaží a s použitím mechanického převodu.

Musí být provedena tři čtení pro každé zatížení a každou polohu tlačného čepu. Bezprostředně před každým čtením se musí tlačný čep pohybovat stejným směrem jako během zkoušky.

3.1.3.2.5 Měření vnikacího tělesa

Vnikací těleso se skládá z kuličky a jejího držáku.

Pro účely měření velikosti a tvrdosti kuliček se považuje za dostatečnou zkouška náhodně vybrané kuličky. Kulička, na které se měřila tvrdost se musí vyřadit.

Kuličky musí být vyleštěny a bez povrchových vad, prohlídka se provede pomocí vhodného mikroskopu.

Uživatel musí buď kuličky změřit, aby se ujistil, že splňují všechny požadavky, nebo musí získat od dodavatele osvědčení, že kuličky všechny požadavky splňují.

Průměr kuličky musí být určen výpočtem střední hodnoty z nejméně tří jednotlivých hodnot průměrů naměřených v různých polohách kuličky.

Všechny požadavky jsou uvedeny v bodu 2.1.3.

3.1.3.2.6 Poznámka

Ve většině případů měření kuliček provádí k tomu určená pracoviště Českého metrologického institutu nebo jiných kalibračních laboratořích, která jsou vhodně přístrojově vybavena pro tato měření. Při provádění zkoušek pro typové schválení tvrdoměru se kontrolují kalibrační listy, nebo certifikáty od výrobce, k jednotlivým vnikacím tělesům, která jsou součástí zkoušeného tvrdoměru.

3.1.3.2.7 Měření měřicího zařízení

Schopnost odhadu měřicího zařízení závisí na velikosti vtisku, který je možno na zařízení měřit.

Měřicí zařízení musí být měřeno na objektivním mikrometru nejméně v pěti intervalech pro každý pracovní rozsah.

Jestliže není možné měřicí zařízení měřit přímo, může se provést modifikované nepřímé měření zkouškou tvrdosti s referenčními destičkami. Měření se provede měřením referenčního vtisku na každé referenční destičce, zpravidla na referenčních destičkách, které budou použity na nepřímé měření tvrdoměru. Chyba měřicího zařízení vyjádřená v procentech odpovídajícího průměru vtisku nesmí být větší než 1 %.

3.1.3.3 Nepřímá metoda měření

3.1.3.3.1 Nepřímé měření se musí provádět při teplotě $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ pomocí kalibračních referenčních tvrdoměrných destiček. Tyto destičky musí být kalibrovány v Českém metrologickém institutu.

3.1.3.3.2 Tvrdoměr musí být měřen pro každé zkušební zatížení a každou velikost používané kuličky. Pro každé vybrané zkušební zatížení a velikost kuličky musí být použity nejméně dvě tvrdoměrné destičky dvou různých rozsahů tvrdosti. Doporučuje se použít tři tvrdoměrné destičky v rozsazích:

$$\leq 200 \text{ HBW}$$

$$300 \leq \text{HBW} \leq 400$$

$$\leq 500 \text{ HBW}$$

Na každé referenční destičce musí být provedeno pět vtisků rovnoměrně rozložených po zkoušeném povrchu. Před provedením těchto vtisků se musí provést alespoň dva předběžné vtisky, aby bylo zajištěno že referenční destička, vnikací těleso a podložka jsou správně usazeny. Výsledky těchto předběžných vtisků se nesmí započítávat. Z naměřených výsledků se pak vypočítá spolehlivost a chyba tvrdoměru. Hodnoty dovolených chyb a spolehlivostí jsou uvedeny v bodě 2.1.3.

3.1.3.3.3 Spolehlivost

Pro každou tvrdoměrnou destičku d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 jsou naměřené hodnoty průměrů vtisku uspořádaných podle vzrůstající velikosti. Spolehlivost tvrdoměru při vybraných podmínkách je dána rozdílem:

$$d_5 - d_1$$

Průměrná hodnota průměrů \bar{d} z pěti vtisků je definována následovně:

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5}$$

kde d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 jsou hodnoty průměrů odpovídající pěti provedeným vtiskům.

3.1.3.3.4 Chyba

Chyba tvrdoměru při vybraných podmínkách je vyjádřena rozdílem:

$$\bar{H} - H$$

$$\text{kde } \bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5}$$

přičemž

H_1, H_2, \dots, H_5 jsou hodnoty tvrdosti odpovídající d_1, d_2, \dots, d_5

H je hodnota tvrdosti použité tvrdoměrné destičky

3.2 Certifikát schválení typu

Náležitosti certifikátu schválení typu stanoví zvláštní právní předpis²⁾.

4. OVĚŘOVÁNÍ

- 4.1 Prvotní a následné ověřování sestává ze zkoušek uvedených v bodech 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3. Pokud výsledek všech těchto zkoušek je kladný a tvrdoměr splňuje požadavky této přílohy, vystaví se ověřovací list a zkoušený tvrdoměr se opatří úřední značkou³⁾.

²⁾ § 3 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

³⁾ § 6 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

69

VYHLÁŠKA

ze dne 3. února 2004,

kterou se stanoví požadavky na napínací soupravy na předpjatý beton

Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví podle § 27 zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění zákona č. 119/2000 Sb. a zákona č. 137/2002 Sb., (dále jen „zákon“) k provedení § 6 odst. 2 a § 9 odst. 1 zákona:

§ 1

Tato vyhláška stanoví požadavky na napínací soupravy na předpjatý beton (dále jen „napínací soupravy“), postup při schvalování jejich typu a postup pro jejich ověření.

§ 2

Pro účely této vyhlášky se za napínací soupravy považují:

- a) předpjaté betonové konstrukce a
- b) zemní kotvy.

§ 3

Terminologie, požadavky na napínací soupravy, jakož i schvalování jejich typu a jejich ověření jsou stanoveny v příloze.

§ 4

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. března 2004.

Ministr:

Ing. Urban v. r.

1 TERMINOLOGIE

- 1.1. Napínací souprava je zařízení, které slouží k předpínání stavebních konstrukcí.
- 1.2. Napínací lis je hydraulický válec s pístem, který slouží k vyvození předpínací síly.
- 1.3. Hydraulický agregát je zařízení, které slouží jako zdroj tlakové kapaliny pro napínací lis.
- 1.4. Měřicí zařízení síly je část napínací soupravy, která slouží k měření velikosti napínací síly.
- 1.5. Tlakoměr (deformační nebo elektromechanický) je část napínací soupravy, která slouží k měření tlaku oleje v napínacím lisu.
- 1.6. Měřicí zařízení posuvu pístu je část napínací soupravy, která slouží k měření vzájemného posuvu pístu a válce, respektive pohyblivé části napínací soupravy příp. výztuže vůči kotevnímu bloku.
- 1.7. Etalonový siloměr je siloměr (referenční etalon síly 3. řádu), který slouží ke kalibraci a ověření napínacích souprav.
- 1.8. Etalonový tlakoměr je tlakoměr, který slouží ke kalibraci tlakoměrů.
- 1.9. Etalonové měřidlo délky je etalon, který slouží ke kalibraci měřicího zařízení posuvu.
- 1.10. Síla čtená na stupnici F_i je hodnota síly, kterou ukazuje měřicí zařízení síly.
- 1.11. Skutečná síla, F je hodnota síly zjištěná etalonovým siloměrem.
- 1.12. Účinná plocha pístu, S_u je hodnota plochy pístu napínacího lisu daná jeho geometrickými parametry.
- 1.13. Posuv pístu napínacího lisu, L_p je hodnota posuvu pístu napínacího lisu měřená mezi pístem a válcem.
- 1.14. Relativní chyba měřicího zařízení síly, q je rozdíl aritmetických průměrů síly čtené na stupnici a skutečné síly, přičemž jedna ze sil je stálá.
- 1.15. Převodní diagram je diagram závislosti síly působící na pramenec nebo kotvu na tlaku oleje ve válci napínacího lisu.
- 1.16. Koeficient citlivosti S je poměr mezi jmenovitou silou vyvozenou napínací soupravou a údajem manometru při kalibraci.
- 1.17. Jmenovitá síla napínací soupravy je síla, při níž je na měřicím manometru jmenovitý tlak.

- 1.18. Hodnoty čtené na stupnici manometru X_1 , X_2 , X_3 , jsou hodnoty čtené při 1., 2. a 3. řadě měření v *MPa*.
- 1.19. Střední hodnota údajů napínací soupravy při nezměněné poloze siloměru X_s je střední hodnota vypočtená z hodnot při 1. a 2. řadě měření v *MPa*.
- 1.20. Střední hodnota údajů X_{st} napínací soupravy při změněné poloze etalonového siloměru je vypočtena jako aritmetický průměr ze tří řad měření v *MPa*.
- 1.21. Relativní odchylka opakovatelnosti b' je relativní hodnota určená jako podíl rozdílu údajů napínací soupravy při 1. a 2. řadě měření dělená střední hodnotou při nezměněné poloze, udává se v % .
- 1.22. Relativní odchylka reprodukovatelnosti b je určena jako podíl rozdílu hodnot zjištěných při 1. a 3. řadě měření dělený střední hodnotou při změně polohy etalonového siloměru, udává se v % .
- 1.23. Údaj hodnoty napínací soupravy po odlehčení napínací soupravy I_f , udává se v *MPa*.
- 1.24. Údaj hodnoty napínací soupravy před zatěžováním napínací soupravy I_o , udává se v *MPa*.
- 1.25. Střední hodnota údaje napínací soupravy při jmenovité síle X_{stf} , udává se v % .
- 1.26. Relativní odchylka interpolace f_a se určí jako podíl rozdílu střední hodnoty při změně polohy a teoretické hodnoty vypočtené z rovnice 1.řádu, udává se v % .
- 1.27. Teoretická hodnota X_a údaje napínací soupravy se určí metodou nejmenších čtverců z naměřených hodnot.
- 1.28. Rozlišovací schopnost r stupnice napínací soupravy se rovná 1 dílku, který lze na stupnici odhadnout (u analogové stupnice) nebo změně o jednu jednotku (u číselné stupnice).
- 1.29. Relativní standardní nejistota opakovatelnosti w_b při nezměněné poloze siloměru, udává se v % .
- 1.30. Relativní standardní nejistota reprodukovatelnosti při změně polohy w_b , udává se v %
- 1.31. Relativní standardní nejistota nulové hodnoty w_o , udává se v % .
- 1.32. Relativní standardní nejistota interpolace w_a , udává se v % .
- 1.33. Relativní standardní nejistota rozlišovacích schopností w_r , udává se v % .
- 1.34. Relativní standardní nejistota kalibračního manometru w_{Ep} udává se v % .
- 1.35. Relativní standardní nejistota provozního manometru w_{Pp} , udává se v % .
- 1.36. Relativní standardní nejistota etalonového siloměru w_F , udává se v % .

- 1.37. Relativní rozšířená nejistota etalonového siloměru W_F , udává se v % .
- 1.38. Relativní standardní nejistota napínací soupravy w , udává se v % .
- 1.39. Rozšířená relativní nejistota napínací soupravy W , udává se v % .
- 1.40. Koefficient rozšíření K pro pravděpodobnost $p = 0,95$ % . Podle EA-4/02 se používá $k = 2$.

2 POŽADAVKY NA NAPÍNACÍ SOUPRAVY

2.1. METROLOGICKÉ POŽADAVKY

2.1.1 Požadavky na napínací soupravu

Napínací soupravy dělíme do tříd podle tabulky 1. Třída přesnosti napínací soupravy je dána třídou přesnosti měřícího zařízení.

Tabulka 1. Třídy přesnosti napínacích souprav

Třída	Relativní				Rozšířená nejistota kalibrační síly
	chyba	odchylka reprodukovatelnosti	odchylka opakovatelnosti	odchylka interpolace	
	q	b	b'	f_a	
%					W_{bmc}
3	3	3	1,5	2	0,45
5	5	5	2,5	2,5	0,45

2.1.2 Požadavky na kalibrační zařízení

Kalibrace měřícího systému síly napínacích souprav se provede etalonovým siloměrem. Tlak v hydraulickém systému napínací soupravy se měří referenčním nebo pracovním manometrem.

Při zkoušce se používají tyto etalonové a zkušební měřící přístroje a zařízení:

- a) etalonové siloměry,
- b) referenční tlakoměry,
- c) napínací rám,

d) etalon délky,

e) teploměr.

2.1.2.1 Etalonové siloměry

Pro kalibraci měřícího systému síly napínací soupravy se použije etalonového siloměru třídy 1 nebo 2.

Tabulka 2. Přiřazení etalonových siloměrů pro třídu zkušebního stroje

Třída napínací soupravy	Etalonový siloměr použitý ke kalibraci	
	Třída etalonového siloměru	Největší hodnota rozšířené nejistoty kalibrace siloměru
		%
3	1	$\pm 0,24$
5	1 nebo 2	$\pm 0,45$

2.1.2.2 Referenční tlakoměr

Referenční tlakoměr slouží ke kalibraci tlakoměrů používaných pro měření tlaku kapaliny ve válci napínacího lisu napínací soupravy. Lze ho používat i pro měření tlaku ve válci napínací soupravy při jejím ověřování.

Pro kalibraci tlakoměrů předpínací soupravy třídy přesnosti 1 musí být použito etalonových tlakoměrů třídy přesnosti 0,2. Pro ověřování tlakoměrů třídy přesnosti 2,5 musí být použito etalonového tlakoměru nejméně třídy přesnosti 0,6.

2.1.2.3 Napínací rám

Napínací rám slouží k upnutí napínacího lisu na siloměr a k zavedení zkušební síly. Napínací rám musí odpovídat technickým podmínkám pro napínací soupravy. Musí být dostatečně dimenzován, aby při zkoušce nedocházelo k ovlivnění výsledků měření z důvodu nerovnoměrné deformace rámu a aby silové a deformační poměry při zkoušce napínací soupravy nebyly příliš odlišné od podmínek na stavbě.

Součástí rámu jsou další pomocná zařízení, která slouží k manipulaci s napínacím lisem a etalonovým siloměrem a k jejich ustavení do rámu, vymežovací podložky pod etalonový siloměr a podložky s kulovou plochou.

Napínací rám musí být konstrukčně řešen tak, aby nezpůsobil neosové zatížení etalonového siloměru nebo jinak nezkresloval výsledky zkoušky.

2.1.2.4 Etalonové měřidlo délky

Etalonové prostředky pro zkoušku a nastavení měřícího zařízení polohy napínacího lisu je nutno volit podle typu konstrukce a přesnosti tohoto zařízení. Pokud je jako měřící zařízení použito číslíkové posuvné měřítko, je možno použít jako etalonu délky koncových měrek 4. třídy přesnosti. Je-li použito speciálně konstruované měřící zařízení

posuvu, které nedovoluje nastavení koncovými měrkami, použije se etalon délky určený při zkoušce typu.

2.1.2.5 Teploměr

Teploměr slouží k měření teploty vzduchu ve zkušebně, případně v prostorách, kde je ověřováno nepřenosné zařízení, a k měření teploty etalonových siloměrů.

2.2 TECHNICKÉ POŽADAVKY

2.2.1 Napínací souprava

Napínací souprava se skládá z následujících základních částí:

- a) napínacího lisu,
- b) hydraulického agregátu a
- c) propojovacích hadic.

2.2.1.1 Napínací lis

Napínací lis slouží k vyvození síly při předpínání nosných kabelů u předpjatých betonových konstrukcí a při předpínání zemních kotev. Na válci napínacího lisu musí být na tabulce uveden typ napínacího lisu, obchodní firma nebo název a sídlo u právnické osoby, je-li výrobce, nebo jméno, příjmení a trvalý pobyt podnikající fyzické osoby, popřípadě též její obchodní firma, výrobní číslo, rok výroby, jmenovitá síla a jmenovitý tlak.

2.2.1.2 Hydraulický agregát

Hydraulický agregát slouží k dodávání tlakového oleje pro napínací lis a k měření tlaku v hydraulickém systému. Na hydraulickém agregátu musí být na tabulce uveden typ hydraulického agregátu, název nebo obchodní firmu a sídlo výrobce, výrobní číslo, rok výroby, jmenovitý a maximální tlak, dodávané množství kapaliny, u agregátů s elektrickým pohonem ještě příkon elektromotoru a napájecí napětí.

Všechny samostatné části měřícího zařízení síly a měřícího zařízení posuvu pístu napínacího lisu (deformační tlakoměr, tenzometrický snímač tlaku, elektronická aparatura, číslicové posuvné měřítko, propojovací hadice atd.) musí být označeny názvem nebo obchodní firmou výrobce a výrobním číslem, případně číslem napínací soupravy.

2.2.1.3 Zatěžovací desky zkušebního rámu

Zatěžovací desky jsou trvale instalovány ve zkušebním rámu nebo jsou jeho zvláštními součástmi. Zatěžovací desky musí být vyrobeny tak, aby nepoškozovaly dosedací plochy etalonového siloměru a napínací soupravy. Jedna deska etalonového siloměru musí být opatřena kulovým kloubem. Desky musí být dimenzovány tak, aby byly

vyloučeny nežádoucí deformace etalonového siloměru, což by mohlo nepříznivě ovlivnit naměřené hodnoty.

Desky jsou vyrobeny z ocele, tvrdost jejich povrchu musí být větší nebo rovna 55 HRC.

2.2.2 Nápis a značky

2.2.2.1 Nápis a značky na napínací soupravě

Na napínacím lisu a hydraulickém agregátu musí být umístěna dobře přístupná identifikační tabulka výrobce s označením:

- a) obchodní firmy nebo název a sídlo u právnické osoby, je-li výrobce, nebo jméno, příjmení a trvalý pobyt podnikající fyzické osoby, popřípadě též její obchodní firmy,
- b) typu zařízení,
- c) roku výroby,
- d) výrobního čísla,
- e) jmenovité síly,
- f) jmenovitého tlaku.

3 SCHVÁLENÍ TYPU

3.1 Postup při schválení typu

3.1.1 Požadavky na předloženou dokumentaci.

Žadatel předloží dokumentaci podle zvláštního právního předpisu.¹⁾

3.1.2 Vzorky

Vzhledem k tomu, že se jedná o nákladné zařízení, které je dodáváno v malém počtu kusů, je upuštěno od dodávky zvláštního vzorku. Zkoušky pro typové schválení se provedou na dodané napínací soupravě nebo stejném typu napínací soupravy u výrobce.

3.1.3 Požadavky na zkušební zařízení

Pro provedení zkoušek se použije zkušební zařízení uvedené v bodu 2.1.2.

3.1.4 Podmínky prostředí

Při zkouškách je třeba zajistit běžné podmínky pro umístění napínací soupravy. Teplota při zkoušce musí být $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$.

3.1.5 Dovolené chyby

Dovolené chyby jsou uvedeny v bodu 2.1.1.

3.1.6 Postup zkoušek

Při provádění zkoušek se postupuje podle bodu 4.

3.2 Certifikát schválení typu

Náležitosti certifikátu schválení typu stanoví zvláštní právní předpis²⁾.

¹⁾ Vyhláška č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření, ve znění vyhlášky č. 344/2002 Sb.

²⁾ § 3 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

4 OVĚŘOVÁNÍ

4.1 Postup pro prvotní a následné ověřování je shodný.

4.2 Ověření napínací soupravy sestává z:

- a) posouzení konstrukčního provedení a technického stavu napínací soupravy,
- b) kontroly správné činnosti,
- c) zkoušky správnosti měřícího zařízení síly,
- d) zkoušky správnosti měřícího zařízení polohy,
- e) vystavení dokumentu a označení napínací soupravy úřední značkou.

4.3 Posouzení konstrukčního provedení a technického stavu napínací soupravy

4.3.1 Posouzení technického stavu napínací soupravy

Posouzení technického stavu napínací soupravy se rozumí vizuální prohlídka napínací soupravy. Kontroluje se stav vlastního tělesa válce napínacího lisu, zda nejeví známky poškození a zda není poškozena dosedací plocha, kterou se napínací lis opírá o konstrukci nebo o etalonový siloměr. Je-li tato plocha příliš opotřebena, což by mohlo způsobit poškození dosedací plochy etalonového siloměru nebo je nebezpečí, že by tím mohla být ovlivněna přesnost měření, je nutno napínací lis opravit.

4.3.2 Kontrola technického stavu upínacího zařízení

Při kontrole technického stavu upínacího zařízení se posoudí zda upnutí předpínacího prvku bude spolehlivé, aby nedocházelo k prokluzům. To by mohlo způsobit neosové zatížení etalonového siloměru při zkoušce, přičení pístu lisu, což by mělo vliv na přesnost měření zkušební síly. V provozu by to způsobilo nerovnoměrné zatěžování napínacích prvků.

4.3.3 Kontrola technického stavu hydraulického agregátu

Při kontrole technického stavu hydraulického agregátu se kontroluje stav a opotřebení jednotlivých částí. Posuzuje se stav čerpadla a jeho schopnost trvale dosahovat předepsaných parametrů. Dále se posuzuje těsnost jednotlivých spojů, ovladatelnost jednotlivých prvků a stav spojovacích hadic. Kontroluje se, zda souprava vyhovuje podmínkám bezpečnosti práce a ekologickým požadavkům.

4.3.4 Vizuální kontrola měřícího zařízení napínací síly

Provede se vizuální kontrola měřícího zařízení napínací síly a měřícího zařízení polohy pístu. Kontroluje se, zda oba měřící systémy mají příslušné náležitosti a zda splňují požadavky pro příslušnou třídu.

4.3.5 Kontrola konstrukčního provedení

Kontrola konstrukčního provedení napínací soupravy se provádí při každém ověřování.

4.4 Popis jednotlivých zkoušek

Zkouška napínací soupravy se skládá z:

- a) zkoušky měřícího zařízení síly,
- b) zkoušky měřícího zařízení posuvu.

4.4.1 Podmínky při zkoušení

Teplota okolí při zkoušení napínací soupravy má být v rozmezí $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$. Zkouška musí být provedena při teplotě, která se nezmění o více než 2°C .

Před zahájením měření při ověřování měřidel zákazníka je nutné zabezpečit vyrovnání teploty použitých etalonů a měřidel na teplotu prostředí, ve kterém bude probíhat ověřování, minimálně v délce osmi hodin.

Před zahájením měření je prostředí vyhodnoceno z hlediska možných vlivů na chování a správnou funkci použitého zařízení :

- a) nepříjemné vibrace,
- b) intenzivní tepelné zdroje,
- c) silný zdroj rušivé energie,
- d) dostatečné osvětlení, pořádek a klid pro práci,
- e) dostatečný prostor dovolující provádět praktické a přesné pohyby a snižující riziko poškození nebo nebezpečí,
- f) zasahování neoprávněných osob do prováděného měření,
- g) ovlivňování průběhu a výsledků měření a jejich vyhodnocení osobami zákazníka.

Pokud zákazník nezabezpečí dostupnost referenčních podmínek, odstranění nebo zamezení působení uvedených vlivů, ověření se neprovede.

4.4.2 Příprava ke zkoušce

Před zkouškou se zjistí, zda:

- a) má napínací souprava všechny náležitosti nutné pro její správnou funkci,

- b) je napínací souprava schopná provádět předpínání v celém rozsahu, a zda splňuje v celém rozsahu technické požadavky,
- c) teplota napínací soupravy a okolí dovolí spolehlivé provedení zkoušek,
- d) výměnné části měřicího zařízení a ostatní části, které ovlivňují jeho metrologické parametry, přísluší k této napínací soupravě,
- e) etalonové a měřicí zařízení síly je funkční a nepoškozené.

4.4.3 Zkouška měřicího zařízení síly

Zkouška měřicího zařízení síly se provede ověřeným siloměrem třídy 1 nebo 2. Doba od poslední kalibrace etalonového siloměru nesmí být delší než 24 měsíců.

Metoda zkoušky, typ, třída a jmenovité zatížení etalonového siloměru se volí tak, aby odpovídaly co nejlépe konstrukci, silovému rozsahu a třídě přesnosti napínací soupravy. Napínací souprava se společně s etalonovým siloměrem upne pomocí vhodného předpínacího prvku do zkušebního rámu. Přitom je nutno zajistit řádné usazení etalonového siloměru mezi zkušební rám a napínací soupravu, aby nedošlo k poškození dosedacích ploch etalonového siloměru, napínacího lisu nebo rámu.

Poloha napínací soupravy při zkoušce závisí na konstrukci zkušebního rámu. Napínací souprava se zkouší při vertikální poloze osy napínacího lisu nebo při horizontální poloze.

Napínací souprava sestavená v zatěžovacím rámu se třikrát zatíží na jmenovitou hodnotu etalonového siloměru nebo napínací soupravy (podle toho, která hodnota je menší) s následným úplným odlehčením. Etalonový siloměr je nastaven do základní polohy, tlak se měří elektronickým tlakoměrem. Provedou se dvě řady následným úplným odlehčením. Poté se siloměr pootočí o 90° , provede se zatížení na jmenovitou sílu napínací soupravy s následným úplným odlehčením a provede se třetí řada měření. Každá řada měření se provede v 8 – 12 bodech rozsahu stupnice síly napínací soupravy.

4.4.4 Zkouška měřicího zařízení polohy pístu

Zkouška měřicího zařízení polohy napínacího lisu se volí podle konstrukce a přesnosti tohoto zařízení. V případě, že je jako měřicí zařízení použito číslíkové posuvné měřítko, naváže se na koncové měřky čtvrté třídy. Je-li měřicí zařízení posuvu pístu speciálně konstruováno pro napínací lis a je jeho součástí, musí být na pístu a válci napínacího lisu měřicí body, mezi kterými bude možno změřit polohu pístu při jeho různém vysunutí kalibrovaným délkovým měřidlem příslušné přesnosti.

4.4.5 Vyhodnocení zkoušek

Hodnoty naměřené při zkoušce se zaznamenají a vyhodnotí. Vypočte se aritmetický průměr, relativní chyba měřicího zařízení síly, relativní odchylka reprodukovatelnosti, relativní odchylka opakovatelnosti a relativní odchylka interpolace.

4.4.5.1 Střední hodnota tlaku v napínacím lisu

Z naměřených hodnot tří řad měření tlaku se vypočítá aritmetický průměr podle rovnice

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{3},$$

kde X_1, X_2, X_3 jsou naměřené hodnoty tlaku oleje ve válci napínací soupravy (MPa).

4.4.5.2 Střední hodnota při nezměněné poloze siloměru

$$X_o = \frac{X_1 + X_2}{2},$$

kde X_1 1. řada měření tlaku (MPa)

X_2 2. řada měření tlaku (MPa)

4.4.5.3 Koeficient citlivosti S napínací soupravy se vypočítá podle následující rovnice

$$S = \frac{F_N}{X_N},$$

kde F_N je jmenovitá síla napínací soupravy (kN)

X_N střední hodnota ze všech řad měření (MPa)

4.4.5.4 Relativní chyba měřícího zařízení síly

Relativní chyba měřícího zařízení síly q v procentech se vypočítá jako rozdíl hodnot síly čtené na stupnici F_i a skutečné síly F . Relativní chyba měřícího zařízení síly se určuje pouze u napínacích souprav, u nichž je stupnice síly udána v jednotkách síly. U napínacích souprav, u nichž je použito deformačního tlakoměru se stupnicí udanou v jednotkách tlaku, se stanovení relativní chyby podle tohoto bodu neprovádí. Velikost relativní chyby je dána vztahem

$$q = \frac{F_i - F}{F} \cdot 100,$$

kde F_i je síla čtená na stupnici (kN, MN)

F je skutečná síla čtená na etalonovém siloměru (kN, MN)

4.4.5.5 Relativní odchylka opakovatelnosti

Relativní odchylka opakovatelnosti b' se určuje ze dvou řad měření při nezměněné poloze etalonového siloměru podle rovnice

$$b' = \left| \frac{X_1 - X_2}{\bar{X}} \right| \cdot 100,$$

kde b' je relativní hodnota odchylky opakovatelnosti (%)

X_1 hodnota tlaku při 1. řadě měření (MPa)

X_2 hodnota tlaku při 2. řadě měření (MPa)

\bar{X} střední hodnota při nezměněné poloze etalonového siloměru (MPa)

4.2.5.6 Relativní odchylka reprodukovatelnosti

Relativní odchylka reprodukovatelnosti b se určí z řad měření při pootočení siloměru o 90° a v původní poloze

$$b = \left| \frac{X_3 - X_1}{\bar{X}} \right| \cdot 100 \text{ ,}$$

kde b je relativní hodnota odchylky reprodukovatelnosti (%)
 X_3 hodnota tlaku oleje po pootočení siloměru o 90° (MPa)
 X_1 hodnota tlaku oleje při první řadě měření (MPa)
 \bar{X} střední hodnota při změně polohy siloměru (MPa).

4.2.5.7 Relativní odchylka interpolace f_a

Relativní odchylka interpolace f_a se určí pro každou měřenou hodnotu síly jako funkce tlaku oleje použitím rovnice 1. řádu metodou nejmenších čtverců. Hodnota relativní chyby interpolace se určí ze vztahu

$$f_a = \frac{\bar{X} - X_a}{\bar{X}} \cdot 100 \text{ ,}$$

kde f_a je relativní odchylka interpolace (%)
 \bar{X} střední hodnota údaje tlaku oleje (MPa)
 X_a teoretická hodnota vypočtená z interpolační rovnice (MPa).

4.4.6 Výpočet nejistot

Standardní nejistoty vypočtené z naměřených hodnot u napínacích souprav, které nemají stupnici v jednotkách síly jsou uvedeny v následující tabulce 3.

Tabulka 3. Tabulka standardních nejistot

Parametr	Rozdělení standardní nejistoty a typu	Relativní odchylky	Relativní hodnota standardní nejistoty
Relativní odchylka opakovatelnosti	Typ B pravoúhlé rozdělení	$a_{b'} = \frac{b'}{2}$	$w_{rep} = \frac{b'}{\sqrt{12}}$
Relativní odchylka reprodukovatelnosti	Typ B U rozdělení	$a_b = \frac{b}{2}$	$w_{rot} = \frac{b}{\sqrt{8}}$
Relativní odchylka interpolace	Typ B trojúhelníkové rozdělení	$a_a = f_a$	$w_{int} = \frac{f_a}{\sqrt{6}}$

Relativní rozlišovací schopnost	Typ B pravoúhlé rozdělení	$a_r = \frac{r}{2}$	$w_{res} = \frac{r}{\sqrt{12}}$
Relativní standardní nejistota etalonového síloměru		$a_F = \frac{U_F}{2}$	$w_F = \frac{W_{bmc}}{2}$
Relativní standardní nejistota etalonového manometru		$a_{Ep} = \frac{U_{Ep}}{2}$	$w_{Ep} = \frac{W_{Ep}}{2}$
Relativní standardní nejistota pracovního manometru		$a_{Pp} = \frac{U_{Pp}}{2}$	$w_{Pp} = \frac{W_{Pp}}{2}$

Relativní kombinovaná nejistota kalibrace se vypočte jako odmocnina součtu druhých mocnin relativních standardních nejistot

$$w = \sqrt{w_{rep}^2 + w_{rot}^2 + w_{res}^2 + w_{int}^2 + w_{EF}^2 + w_{Ep}^2 + w_{Pp}^2} .$$

Relativní rozšířená nejistota napídací soupravy se získá vynásobením kombinované nejistoty koeficientem rozšíření $k = 2$.

$$W = k \cdot w .$$

Výsledná číselná hodnota nejistoty měření se uvádí nejvýše na dvě desetinná místa. Výsledná číselná hodnota nejistoty musí být větší nebo rovna nejlepší schopnost měření laboratoře.

4.5 Ověření napídací soupravy

4.5.1 Napídací souprava, která splňuje požadavky stanovené touto vyhláškou se opatří úřední značkou³⁾ a vystaví se ověřovací list.

4.5.3 Ověřovací list

Náležitosti ověřovacího listu stanoví zvláštní právní předpis⁴⁾.

V případě neověření napídací soupravy se vystaví protokol o zkoušce, který musí obsahovat důvod proč napídací souprava nebyla ověřena a instrukce potřebné k odstranění zjištěných závad.

³⁾ § 6 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

⁴⁾ Příloha č. 2 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

70

VYHLÁŠKA

ze dne 3. února 2004,

kterou se stanoví požadavky na trhací stroje a lisy

Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví podle § 27 zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění zákona č. 119/2000 Sb. a zákona č. 137/2002 Sb., (dále jen „zákon“) k provedení § 6 odst. 2 a § 9 odst. 1 zákona:

§ 1

Tato vyhláška stanoví požadavky na trhací stroje a zkušební lisy (dále jen „zkušební stroje“), postup při schvalování jejich typu a postup pro jejich ověřování.

§ 2

Terminologie a požadavky na zkušební stroje, jakož i jejich schvalování a ověřování jsou stanoveny v příloze.

§ 3

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. března 2004.

Ministr:

Ing. Urban v. r.

1 TERMINOLOGIE

- 1.1. Trhací stroje jsou zkušební stroje pro mechanické zkoušky materiálu, u nichž je zkušební vzorek materiálu zatěžován staticky působící jednoosou silou při zatěžování v tahu.
- 1.2. Zkušební lisy jsou zkušební stroje pro mechanické zkoušky materiálu, u nichž je zkušební vzorek materiálu zatěžován staticky působící jednoosou silou při zatěžování v tlaku.
- 1.3. Ověřování zkušebního stroje je postup, kterým se zjistí jeho vlastnosti. Skládá se z všeobecného posouzení zkušebního stroje a z ověření měřicího systému síly.
- 1.4. Všeobecné posouzení zkušebního stroje je postup, který je nutno provést před vlastním ověřením měřicího ústrojí zkušebního stroje.
- 1.5. Ověřování zkušebního stroje je soubor činností, které za určených podmínek stanovují vztah mezi hodnotami indikovanými měřicím systémem síly zkušebního stroje a referenčními hodnotami, které se zjistí etalonovým siloměrem.
- 1.6. Měřicí zařízení síly zkušebního stroje je souhrn zařízení, která slouží k zjištění hodnoty zkušební síly působící na vzorek. Sestává ze snímacího a indikačního zařízení. V zásadě se rozeznávají tři základní měřicí systémy. Mechanický měřicí systém, hydraulický měřicí systém a elektromechanický měřicí systém.
 - 1.6.1. Mechanický měřicí systém pracuje na mechanickém principu. Síla působící na vzorek je kompenzována silou pružiny nebo tíhou zatěžovacího tělesa umístěného na páce pákového systému. Indikační zařízení je výhradně analogové s lineární, kruhovou nebo obloukovou stupnicí.
 - 1.6.2. Hydraulický měřicí systém je založen na měření tlaku oleje ve válci zatěžovacího systému. Indikační zařízení je obvykle pístový nebo deformační manometr. Tento manometr je upravený pro potřeby konstrukce zkušebního stroje.
 - 1.6.3. Elektromechanický měřicí systém je založen na přímém měření zkušební síly tenzometrickým snímačem síly nebo na měření tlaku oleje ve válci zatěžovacího systému tenzometrickým snímačem tlaku oleje. Výstupní signál snímače je zesílen a převeden do číslicové formy. Indikaci výsledku zkoušky je zde možno provést mnoha způsoby. Od výstupu hodnoty síly na analogové nebo číslicové stupnici ve formě hodnoty síly přes výstup na zapisovač ve formě diagramu závislosti napětí na prodloužení až po komplexní výstup zjišťovaných vlastností materiálu na tiskárnu počítače s uložením hodnot do paměti počítače.
- 1.7. Zatěžovací zařízení zkušebního stroje slouží k vyvození zkušební síly působící na vzorek. U zkušebních strojů se používají dva základní typy zatěžovacích zařízení. Zatěžovací zařízení mechanické a zatěžovací zařízení hydraulické.
- 1.8. Rám zkušebního stroje je obvykle konstrukce, v níž je umístěn zatěžovací systém zkušebního stroje a snímací část měřicího systému síly.

2 POŽADAVKY NA ZKUŠEBNÍ STROJE

2.1 METROLOGICKÉ POŽADAVKY

2.1.1 Požadavky na zkušební stroje

Trhací stroje jsou podle metrologických parametrů rozděleny do čtyř tříd podle hodnot relativních chyb uvedených v tabulce 1.

Tabulka 1 udává maximální dovolené hodnoty pro různé relativní chyby měřicího měření síly zkušebního stroje a relativní rozlišitelnost indikačního zařízení, které charakterizují rozsah zkušebního stroje shodně pro příslušnou třídu.

Měřicí rozsah indikačního zařízení se považuje za vyhovující, jestliže kontrola byla uspokojivá alespoň pro rozsah měření síly mezi 20 % a 100 % jmenovité síly příslušného rozsahu.

Tabulka 1. Mezní hodnoty relativních chyb měřicího zařízení síly zkušebního stroje

Třída stupnice stroje	Maximální dovolená hodnota v %				
	Relativní chyba				Relativní rozlišitelnosti indikačního zařízení <i>a</i>
	přesnosti <i>q</i>	opakovatelnosti <i>b</i>	zpětného chodu ^{a)} <i>v</i>	nuly <i>f₀</i>	
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	± 0,05	0,25
1	± 1,0	1,0	± 1,5	± 0,1	0,5
2	± 2,0	2,0	± 3,0	± 0,2	1,0
3	± 3,0	3,0	± 4,5	± 0,3	1,5

^{a)} Podle 5.2.3.8 je relativní chyba zpětného chodu stanovena pouze na požádání.

2.1.2 Požadavky na měřicí systémy síly zkušebních strojů

Ověřování měřicího systému síly zkušebních strojů pro síly nad 500 N se provede výhradně etalonovým siloměrem. Ověřování měřicího systému síly zkušebních strojů pro zatížení do 200 N lze provést etalonovým siloměrem nebo etalonovými zatěžovacími tělesy.

2.1.2.1 Etalonové siloměry

Třída etalonového siloměru musí být stejná nebo vyšší než třída, pro kterou je zkušební stroj ověřován. Třída přesnosti etalonového siloměru je pro danou zatěžovací sílu uvedena v kalibračním listu etalonového siloměru. V tomto kalibračním listu je dále uvedena referenční hodnota výstupního údaje etalonového siloměru a rozšířená nejistota jeho kalibrace. V tabulce 2 jsou uvedeny třídy etalonových siloměrů, které je nutno použít pro ověření zkušebního stroje příslušné třídy.

Tabulka 2. Přiřazení etalonových siloměrů pro třídu zkušebního stroje

Třída zkušebního stroje	Etalonový siloměr použitý při ověřování	
	Třída etalonového siloměru	Největší hodnota rozšířené nejistoty ověřovaného etalonového siloměru %
0,5	0,5	± 0,12
1	0,5, 1	± 0,24
2	0,5, 1, 2	± 0,45
3	0,5, 1, 2	± 0,45

2.1.2.2 Etalonová zatěžovací tělesa

V případě ověřování měřicího systému síly zkušebního stroje etalonovými zatěžovacími tělesy, musí být relativní rozšířená nejistota působící síly menší nebo rovna ± 0,1%.

Přesná rovnice udávající zatěžovací sílu F (N), vyvolanou etalonovým zatěžovacím tělesem nebo soustavou etalonových zatěžovacích těles o hmotnosti m (kg), je:

$$F = m \cdot g_n \cdot \left[1 - \frac{\rho_{\text{air}}}{\rho_m} \right]$$

Zanedbá-li se vliv vzlaku vzduchu na etalonová zatěžovací tělesa, bude zatěžovací síla vypočtená z následující rovnice o 0,02 % větší než je skutečná působící síla. Tuto sílu můžeme vypočítat pomocí následující rovnice:

$$F = m \cdot g_n$$

Relativní chyba této síly se vypočítá pomocí vzorce:

$$\frac{\Delta F}{F} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta g_n}{g_n}$$

Standardní nejistota síly realizované pomocí systému etalonových zatěžovacích těles se určí z následující rovnice

$$u_F = m \cdot u_{g_n} + g \cdot u_m$$

kde u_F je standardní nejistota síly realizované etalonovými zatěžovacími tělesy v N,
 m je hmotnost všech etalonových zatěžovacích těles, která jsou použita pro realizaci síly v kg,

g_n je místní tíhové zrychlení v místě ověřování zkušebního stroje v $m \cdot s^{-2}$,

u_m je nejistota hmotnosti etalonových zatěžovacích těles v kg,

u_{g_n} je standardní nejistota stanovení tíhového zrychlení v místě ověřování v $m \cdot s^{-2}$.

2.2 TECHNICKÉ POŽADAVKY

2.2.1 Konstrukce

2.2.1.1 Rám zkušebního stroje

Rám zkušebního stroje musí být konstrukčně upraven tak, aby zajišťoval jednoznačné působení zkušební síly.

2.2.1.2 Upínací systémy

Konstrukce upínacích systémů musí umožnit osové působení síly.

2.2.1.3 Pohybový mechanismus

Pohybový mechanismus příčnicku musí umožnit stálou a plynulou změnu síly. Dále musí umožnit nastavení libovolné síly s dostatečnou přesností. Pohybový mechanismus musí umožnit rychlé deformace zkušebního tělesa požadované pro určení specifických mechanických vlastností materiálů.

2.2.1.4 Zatěžovací zařízení zkušebního stroje

Zatěžovací zařízení jsou trvale instalována ve zkušebním stroji nebo jsou jeho zvláštními součástmi. Odchylka rovinnosti je 0,01 mm, při naměřené vzdálenosti přes 100 mm.

Je-li zkušební zařízení zkušebního stroje vyrobeno z ocele, musí být tvrdost jeho povrchu větší nebo rovna 55 HRC.

Jsou-li zkušební stroje používané pro zkoušky zkušebních vzorků citlivých na ohybové namáhání, musí být vrchní deska zatěžovacího zařízení upevněna v kulovém kloubu, který je v nezatíženém stavu prakticky bez pohybu a lehce přizpůsobuje úhel přibližně až do 3°.

2.2.1.5 Analogová stupnice

Šířka značek dílků na stupnici musí být stejná a šířka ukazovatele musí být přibližně stejná jako šířka značek stupnice.

2.2.1.6 Číslicová stupnice

Číslicová stupnice musí být dobře čitelná a musí ukazovat stabilní hodnotu. Je-li zkušební stroj nezatížený, motory a kontrolní systémy jsou funkční, nemá indikátor kolísat více než o jeden přírůstek.

2.2.1.7 Postavení zkušebního stroje

Zkušební stroj musí být postaven tak, aby na něj neměly nepříznivý vliv okolní rušivé podmínky (vibrace, elektrické ovlivňování, účinky koroze, nadměrné místní kolísání teploty, a podobně).

2.2.1.8 Rozsahová zatěžovací tělesa

Rozsahová zatěžovací tělesa musí být přesně identifikovatelná. Jsou-li použita oddělitelná zatěžovací tělesa kyvadlových zařízení, musí být tyto pro dobrou identifikaci řádně označeny.

2.2.2 Nápis a značky

Na zkušebním stroji musí být umístěna dobře přístupná identifikační tabulka výrobce s označením:

- a) výrobce,
- b) typu zkušebního stroje,
- c) roku výroby,
- d) výrobního čísla,
- e) jmenovité síly.

Je-li u zkušebního stroje používáno více snímačů síly, musí být označen každý snímač.

3 SCHVALOVÁNÍ TYPU

3.1 Postup při schvalování typu

3.1.1 Požadavky na předloženou dokumentaci

Žadatel předloží dokumentaci podle zvláštního právního předpisu¹⁾.

3.1.2 Vzorky

Vzhledem k tomu, že se jedná o nákladné zařízení, které je dodáváno v malém počtu kusů, je upuštěno od dodávky zvláštního vzorku. Zkoušky pro schválení typu se provedou na dodaném zkušebním stroji nebo stejném typu zkušebního stroje u výrobce.

3.1.3 Požadavky na zkušební zařízení

Pro provedení zkoušek se použije zkušební zařízení uvedené v bodu 2.1.2.

3.1.4 Podmínky prostředí

Při zkouškách je třeba zajistit běžné podmínky pro umístění zkušebního stroje. Teplota při zkoušce musí být $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$.

3.1.5 Dovolené chyby

Mezní hodnoty relativních chyb měřicího zařízení síly zkušebního stroje jsou uvedeny v tabulce 1.

3.1.6 Postup zkoušek

Při provádění zkoušek se postupuje podle bodu 4.

3.2 Certifikát schválení typu

Náležitosti certifikátu schválení typu stanoví zvláštní právní předpis²⁾.

¹⁾ Vyhláška č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření, ve znění vyhlášky č. 344/2002 Sb.

²⁾ § 3 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

4 OVĚŘOVÁNÍ

Postup pro prvotní a následné ověřování je shodný.

Ověřování zkušebního stroje se skládá z :

- a) všeobecného posouzení zkušebního stroje, včetně jeho příslušenství pro silovou aplikaci;
- b) ověření měřicího systému síly.

4.1 Všeobecné posouzení zkušebního stroje

Ověřování zkušebního stroje může být provedeno, jestliže je zkušební stroj v požadovaném technickém stavu. Za tímto účelem se provedou zkoušky podle bodů 4.1.1 až 4.1.4.

4.1.1 Vizualní přezkoumání

Vizualním přezkoumáním se prověřuje:

- a) zda není výrazně opotřeben, zda nedochází k poruchám částí vedení pohyblivého příčnicku nebo upínačů a zda nedošlo k uvolnění namontovaných sloupů a pevného příčnicku,
- b) zda nemají na zkušební stroj nepříznivý vliv okolní podmínky (vibrace, elektrické ovlivňování, účinky koroze, místní kolísání teploty, a podobně) a
- c) zda jsou rozsahová tělesa zkušebního stroje, rozsahové pružiny nebo tenzometrické snímače (jsou-li oddělitelné) přesně identifikovatelné a neumožňují záměnu.

4.1.2 Prohlídka konstrukce zkušebního stroje

Musí být zkontrolováno a zabezpečeno, že konstrukce a upínací systémy umožňují osově působení síly.

4.1.3 Prohlídka pohybového mechanismu příčnicku

Provede se kontrola, zda pohybový mechanismus příčnicku umožňuje stálou a plynulou změnu síly a umožňuje nastavit jednotlivé síly s dostatečnou přesností.

Pohybový mechanismus by měl umožnit dostatečně rychlé deformace zkušebního tělesa požadované pro určení specifických mechanických vlastností.

4.1.4 Kontrola zatěžovacího zařízení zkušebního stroje

Zatěžovací zařízení jsou trvale instalována ve zkušebním stroji nebo jsou zvláštními součástmi zkušebního stroje.

Před ověřením měřicího systému síly je nutno zjistit, zda zatěžovací zařízení vykonává svou funkci ve shodě s požadavky na zkušební stroj.

Odchylka rovin je 0,01 mm, při naměřené vzdálenosti přes 100 mm.

Pokud jsou zatěžovací zařízení vyrobena z ocele, zjistí se, zda je jejich tvrdost větší nebo rovna 55 HRC.

Jsou-li zkušební stroje používány pro zkoušky zkušebních vzorků citlivých na ohybové namáhání, přezkouší se, zda je vrchní deska zatěžovacího zařízení upevněna v kulovém

kloubu, který je v nezatíženém stavu prakticky bez pohybu a lehce se přizpůsobuje o úhel přibližně až do 3°.

4.2 Ověření měřicího systému síly zkušebního stroje

4.2.1 Všeobecně

Ověření musí být provedeno pro každý z použitých rozsahů síly a se všemi použitými indikačními zařízeními síly. Každé příslušenství (například ukazovatel, zapisovač, pokud se používá), které může ovlivnit systém měření síly, musí být přezkoušeno ve shodě s bodem 4.2.3.6.

Jestliže má zkušební stroj několik systémů měření síly, každý systém musí být považován za samostatný zkušební stroj. Stejný postup se musí používat pro dvoupístové hydraulické stroje.

Ověřování se provádí etalonovými siloměry s následujícími výjimkami. Jestliže tahová síla u trhacích strojů, která má být ověřena, je menší než 200 N, lze použít etalonová zatěžovací tělesa.

Jestliže je nutno použít více než jeden etalonový siloměr k ověření silové řady, potom maximální síla používaná u etalonového siloměru s nižším rozsahem síly musí být stejná, jako minimální síla použitá pro etalonový siloměr s vyšším rozsahem síly. Když se k ověřování sil použije sada etalonových zatěžovacích těles, musí být tato sada považována za jedno etalonové měřidlo.

Ověřování se přednostně provádí pro konstantní hodnoty indikovaných sil, F_i . Je-li tato metoda neproveditelná, je ověřování prováděno pro konstantní hodnoty skutečných sil. Ověření je prováděno při pomalu vzrůstající síle.

Etalony použité pro ověřování musí mít platný kalibrační list. Požadavky na etalony jsou uvedeny v bodu 2.1.2.

4.2.2 Stanovení rozlišitelnosti

4.2.2.1 Analogová stupnice

Rozlišitelnost r indikátoru se stanoví z poměru mezi šířkou ukazovatele a vzdáleností mezi středy dvou sousedních značek analogové stupnice (hodnotou dílku). Doporučené poměry jsou 1:2, 1:5 nebo 1:10, pro odhad jedné desetiny dílku analogové stupnice je potřebná délka dílku 2,5 mm nebo větší.

4.2.2.2 Číslicová stupnice

Za rozlišitelnost je pokládána nejmenší změna údaje ukazovaná číslicovým indikátorem, za předpokladu, že zkušební stroj je nezatížený, motory a kontrolní systém jsou funkční a indikátor nekolísá více než o jeden přírůstek.

4.2.2.3 Nestálost čtení

Jestliže se čtené údaje mění o více než dříve vypočtenou hodnotu rozlišitelnosti, musí být rozlišitelnost r , považována za rovnou jedné polovině rozsahu kolísání plus jeden přírůstek.

Toto pouze vymezuje rozlišitelnost způsobenou poruchou měřicího systému a nebere v úvahu chyby řídicího systému, tj. hydraulického stroje.

Pro automatické rozsahy zkušebních strojů rozhodne o změnách indikátorů rozlišitelnost nebo dosažení změny měřicího systému.

4.2.2.4 Jednotka rozlišitelnosti

Rozlišitelnost r , musí být vyjádřena v jednotkách síly.

4.2.2.5 Stanovení relativní rozlišitelnosti indikačního zařízení

Relativní rozlišitelnost a , indikačního zařízení je definována vztahem:

$$a = \frac{r}{F} \cdot 100 ,$$

kde r je rozlišitelnost v jednotkách síly

F je síla v uvažovaném měřícím bodě.

Tato relativní rozlišitelnost musí být stanovena v každém ověřovacím bodě a nesmí překročit hodnoty uvedené v tabulce 1 pro třídu ověřovaného zkušebního stroje.

4.2.3 Zkušební postup

4.2.3.1 Souosost etalonového siloměru

Vyrovnáním se minimalizují jakékoliv vlivy ohybového účinku při zatěžování na etalonovém siloměru ve zkušebním stroji. Pro vyrovnání etalonového siloměru při stlačování, jestliže zkušební stroj nemá zabudovanou kulovou plochu, upevníme vrchní desku s kulovým kloubem na etalonový siloměr.

4.2.3.2 Teplotní kompenzace

Ověřování musí být prováděno při okolní teplotě mezi 10 °C a 35 °C. Tato teplota musí být zaznamenána v ověřovacím listu.

Etalonovému siloměru musí být poskytnuta dostatečně dlouhá doba k vyrovnání teploty. Teplota etalonového siloměru musí zůstat stabilní v rozmezí $\pm 2^\circ\text{C}$ během každého ověřovacího cyklu. V případě nezbytnosti musí být údaje teplotně korigovány.

4.2.3.3 Předběžné zatěžování ve zkušebním stroji

Zkušební stroj, s etalonovým siloměrem ve zkušební poloze, musí být alespoň třikrát zatěžován z nuly na maximální měřenou sílu.

4.2.3.4 Postup při ověřování

Obvykle se používá následující metoda: síla F_i , udávaná indikačním zařízením, se nastaví na zkušebním stroji a skutečná síla F udávaná etalonovým siloměrem se zaznamená.

Jestliže není možné použít tuto metodu, skutečná síla F udávaná na etalonovém siloměru se nastaví na zkušebním stroji a síla F_i udávaná indikačním zařízením ověřovaného stroje se zaznamená.

4.2.3.5 Aplikace jednotlivých sil

Musí být provedeny tři řady měření při zatěžování. U zkušebních strojů ověřovaných nejvíce v pěti bodech stupnice síly, nesmí žádná hodnota relativní chyby překročit

hodnoty uvedené v tabulce 1 pro určité třídy. Pro zkušební stroje ověřované ve více než pěti bodech stupnice síly, musí každá řada měření obsahovat alespoň pět jednotlivých sil stejnoměrně rozložených v intervalu mezi 20 % a 100 % maximální síly stupnice.

Jestliže je ověřování prováděno pro síly nižší než 20 % největší síly rozsahu, musí být provedeno měření síly přibližně při 10 %, 5 %, 2 %, 1 %, 0,5 %, 0,2 % a 0,1 % od dolního rozsahu stupnice síly, včetně dolní meze ověřovaného rozsahu.

Dolní mez měřicího rozsahu je vymezena násobkem rozlišitelnosti r :

- a) 400 pro třídu 0,5,
- b) 200 pro třídu 1,
- c) 100 pro třídu 2 a
- d) 67 pro třídu 3.

Před každou sérií měření se může etalonový siloměr otočit o úhel 120° a provést měření při předběžném zatížení.

Pro každou jednotlivou sílu musí být vypočten aritmetický průměr hodnot získaných pro každou řadu měření. Z těchto průměrných hodnot musí být vypočtena relativní chyba přesnosti a relativní chyba opakovatelnosti měřicího systému zkušebního stroje.

Indikátor čtení musí být seřizen na nulu před každou řadou měření. Nula musí být odečtena přibližně 30 s po úplném odlehčení. V případě analogového indikačního zařízení musí být také zkontrolováno, zda ukazovatel volně kývá okolo nuly a, jestliže je použito číslicové indikační zařízení, že je okamžitě udáván každý pokles pod nulu, například znaméním indikátoru (+ nebo -).

Musí být vypočtena relativní chyba nuly pro každou řadu měření podle následujícího rovnice:

$$f_0 = \frac{F_{i0}}{F_N} \cdot 100.$$

4.2.3.6 Ověřování příslušenství

Dobrý provozní stav a třecí odpor mechanických příslušenství (ukazatel, zapisovač) musí být zkontrolován jednou z následujících metod v závislosti na tom, jestli je stroj běžně používán s příslušenstvím nebo bez příslušenství:

- a) Zkušební stroj běžně používaný s příslušenstvím: musí být provedeny tři řady měření se vzrůstající silou (viz bod 4.2.3.5) s připojeným příslušenstvím pro každý použitý rozsah síly a jedna doplňková řada měření bez příslušenství pro nejmenší používaný rozsah.
- b) Zkušební stroj běžně používaný bez příslušenství: musí být provedeny tři řady měření se vzrůstající silou (viz bod 4.2.3.5) s odpojeným příslušenstvím pro každý použitý měřicí rozsah síly a jedna doplňková řada měření s připojeným příslušenstvím pro nejmenší používaný rozsah.

V obou případech musí být vypočtena relativní chyba přesnosti q , pro tři řady měření, a relativní chyba opakovatelnosti b , musí být vypočtena ze čtyř řad. Získané hodnoty musí odpovídat hodnotám v tabulce 1 pro uvažovanou třídu, a musí být splněny další následující podmínky:

pro ověřování s - konstantní udávanou silou:

$$100 \cdot \left| \frac{F_i - F_c}{F_c} \right| \leq 1,5 \cdot |q|$$

pro ověřování s konstantní skutečnou silou:

$$100 \cdot \left| \frac{F_{ic} - F}{F} \right| \leq 1,5 \cdot |q|$$

Hodnota q v rovnici je maximální přípustná hodnota uvedená v tabulce 1 pro uvažovanou třídu.

4.2.3.7 Ověřování vlivu rozdílných poloh pístu

Pro hydraulické zkušební stroje, kde hydraulický tlak v pohonu se používá k měření zkušební síly, musí být přezkoušen vliv rozdílných poloh pístu pro nejmenší měřící rozsah stroje, použitý během tří řad měření. Poloha pístu musí být odlišná pro každou řadu měření.

V případě dvoupístového hydraulického zkušební stroje je nezbytné vzít v úvahu oba písty.

4.2.3.8 Stanovení relativní chyby zpětného chodu

Je-li požadována relativní chyba zpětného chodu ν , musí být stanovena přezkoušením stejných jednotlivých sil, nejprve při zatěžování a potom při odlehčování. V tomto případě musí být zkušební stroj ověřován také při odlehčování.

Rozdíl mezi hodnotami získanými při zatěžování a při odlehčování umožňuje vypočítat relativní chybu zpětného chodu pomocí následující rovnice:

$$\nu = \frac{F' - F}{\bar{F}} \cdot 100$$

nebo, pro zvláštní případ ověřování provedené pomocí konstantní skutečné síly:

$$\nu = \frac{F'_i - F_i}{F} \cdot 100.$$

Toto přezkoušení musí být provedeno pro nejmenší a největší rozsah síly zkušební stroje.

4.2.4 Vyhodnocení indikačního zařízení síly

4.2.4.1 Relativní chyba přesnosti

Relativní chyba přesnosti vyjádřená v procentech průměrné skutečné síly \bar{F} , je dána rovnicí:

$$q = \frac{F_i - \bar{F}}{\bar{F}} \cdot 100.$$

Ve zvláštním případě ověřování provedené konstantní skutečnou silou je relativní chyba přesnosti dána rovnicí:

$$q = \frac{\bar{F}_i - F}{\bar{F}} \cdot 100.$$

4.2.4.2 Relativní chyba opakovatelnosti

Relativní chyba opakovatelnosti b , pro každou jednotlivou sílu, je rozdíl mezi největší a nejmenší naměřenou silou vztaženou k průměrné hodnotě síly. Je vyjádřena rovnicí:

$$b = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{\bar{F}} \cdot 100.$$

Ve zvláštním případě ověřování provedené konstantní skutečnou silou, je relativní chyba opakovatelnosti vyjádřena rovnicí:

$$b = \frac{F_{i\max} - F_{i\min}}{F} \cdot 100.$$

4.2.4.3 Shodnost mezi dvěma etalonovými siloměry

Je-li prováděna kontrola ověřovaného měřicího rozsahu dvěma etalonovými siloměry, a stejná síla je odděleně aplikována na každý siloměr, pak velikost rozdílu mezi relativními chybami přesnosti získanými pro každý siloměr nesmí převyšovat 1,5 násobek velikosti opakovatelnosti odpovídající třídě stroje uvedené v tabulce 1, tj.

$$q_1 - q_2 \leq 1,5 \cdot b.$$

4.2.5 Rozsah třídy zkušebního stroje

Tabulka 1 udává maximální dovolené hodnoty pro různé relativní chyby systému měření síly a relativní rozlišitelnost indikačního zařízení síly, které charakterizují rozsah zkušebního stroje shodně pro příslušnou třídu.

Měřicí rozsah indikačního zařízení síly je považován za vyhovující, jestliže kontrola byla uspokojivá alespoň pro rozsah měření mezi 20 % a 100 % jmenovitého rozsahu.

4.2.6 Ověřovací list

Náležitosti ověřovacího listu stanoví zvláštní právní předpis³⁾. Ověřený zkušební stroj označí orgán, který ověření provedl úřední značkou⁴⁾ na místě stanoveném v certifikátu schválení typu.

³⁾ Příloha č. 2 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

⁴⁾ § 6 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

71**VYHLÁŠKA**

ze dne 3. února 2004,

**kteřou se stanoví požadavky na měřicí sestavy s Epsteinovým přístrojem
pro měření magnetických vlastností plechů pro elektrotechniku**

Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví podle § 27 zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění zákona č. 119/2000 Sb. a zákona č. 137/2002 Sb., (dále jen „zákon“) k provedení § 6 odst. 2 a § 9 odst. 1 zákona:

§ 1

Tato vyhláška stanoví požadavky na měřicí sestavy s Epsteinovým přístrojem pro měření magnetických vlastností plechů pro elektrotechniku (dále jen „měřicí sestavy“), postup při schvalování jejich typu a postup při jejich ověřování.

§ 2

Terminologie, požadavky na měřicí sestavy, jakož i postup při schvalování typu měřicích sestav a postup při jejich ověřování jsou uvedeny v příloze.

§ 3

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. března 2004.

Ministr:

Ing. **Urban** v. r.

1 TERMINOLOGIE

- 1.1 Měřicí sestava se používá pro měření amplitudové charakteristiky a měrných ztrát plechů pro elektrotechniku. Skládá se z přístrojů a zařízení zapojených podle obrázků 1 až 3 a specifikovaných v bodu 2.
- 1.2 Etalonový vzorek pro Epsteinův přístroj příslušející k měřicí sestavě je vzorek splňující požadavky této vyhlášky a používaný výhradně k metrologické návaznosti měřicí sestavy.
- 1.3 Etalonová měřicí sestava je měřicí sestava podle bodu 1.1, která je v držení metrologické instituce, je dlouhodobě sledovaná a prostřednictvím etalonových vzorků mezinárodně porovnaná.
- 1.4 Měrné ztráty měřené měřicí sestavou jsou ztráty přemagnetováním v měřeném vzorku vztahované k aktivní hmotnosti vzorku.
- 1.5 Amplitudová charakteristika je závislost amplitudy magnetické polarizace ve vzorku na amplitudě intenzity magnetického pole ve vzorku.

2 POŽADAVKY NA MĚŘICÍ SESTAVY

2.1 METROLOGICKÉ POŽADAVKY

Měřicí sestava se skládá z částí, které musí splňovat tyto požadavky :

- a) Epsteinův přístroj specifikovaný v bodu 2.2,
- b) měřidlo frekvence měřící s chybou 0,1 % nebo menší,
- c) voltmetr střední hodnoty měřící s chybou 0,2 % nebo menší,
- d) voltmetr efektivní hodnoty měřící s chybou 0,2 % nebo menší,
- e) měřidlo výkonu měřící s chybou 0,5 % nebo menší při aktuálním účinníku a crest faktoru, resistance napěťového obvodu měřidla výkonu musí být nejméně 5000 krát větší než jeho reaktance,
- f) voltmetr amplitudy měřící s chybou 0,5 % nebo menší ve spojení s odporem s vyhovujícím povoleným proudem a hodnotou známou s chybou 0,2 % nebo menší (místo voltmetru amplitudy s odporem lze použít vzájemnou indukčnost s vyhovujícím povoleným proudem v primárním vinutí a s hodnotou známou s chybou 0,2 % nebo menší spolu s dvoupólovým přepínačem a voltmetrem střední hodnoty),
- g) zdroj magnetovacího proudu s nízkou výstupní impedancí a vysokou stabilitou napětí a frekvence, kolísání napětí a frekvence nesmí být větší než 0,2 % použité hodnoty. Pro měření měrných ztrát musí být zajištěn činitel tvaru sekundárního napětí $1,111 \pm 1\%$.

Součástí měřicí sestavy jsou navazovací etalonové vzorky, které musí magnetickými vlastnostmi a hmotností odpovídat vzorkům, které jsou měřicí sestavou běžně měřeny. Tyto vzorky musí splňovat příslušné požadavky bodu 2.2.

2.2 TECHNICKÉ POŽADAVKY

2.2.1 Konstrukce

2.2.1.1 Epsteinův přístroj

Epsteinův přístroj se skládá ze čtyř cívek, do kterých se vkládají pásky zkoušeného vzorku elektroplechu. Kostry cívek jsou vyrobeny z tvrdého isolačního materiálu, mají obdélníkový průřez s vnitřní šířkou 32 mm. Doporučovaná vnitřní výška je 10 mm. Cívky jsou upevněny na desce z isolačního a nemagnetického materiálu tak, že tvoří čtverec. Délka strany čtverce vnitřních hran pásků vloženého vzorku je $(220 +1 -0)$ mm.

Každá cívka má dvě vinutí – vnější primární vinutí a vnitřní sekundární vinutí. Mezi nimi může být elektrostatické stínění. Vinutí musí být navinuto rovnoměrně na délce 190 mm, každá cívka má jednu čtvrtinu celkového počtu závitů. Primární vinutí všech cívek je sériově spojeno, stejně je sériově spojeno sekundární vinutí všech cívek. Počet závitů není předepsán, ale obvykle je 700 pro užívání při frekvenci 50 Hz.

K maximálnímu snížení vlivu impedancí vinutí musí tyto impedance splňovat tyto podmínky :

$$R_1/N_1^2 \leq 1,25 \cdot 10^{-6} \Omega, \quad R_2/N_2^2 \leq 5 \cdot 10^{-6} \Omega, \quad (1)$$

$$L_1/N_1^2 \leq 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ H}, \quad L_2/N_2^2 \leq 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ H}, \quad (2)$$

kde R_1 a R_2 jsou resistance primárního resp. sekundárního vinutí,

L_1 a L_2 jsou indukance primárního resp. sekundárního vinutí,

N_1 a N_2 jsou celkové počty závitů primárního a sekundárního vinutí.

Epsteinův přístroj musí být kompenzován s ohledem na magnetický tok vzduchem. Za tím účelem je uprostřed prostoru ohraničeného cívkami Epsteinova přístroje umístěna cívka vzájemné indukčnosti, její osa je kolmá k rovině tvořené osami cívek Epsteinova přístroje. Primární vinutí této kompenzační cívky je zapojeno v sérii s primárním vinutím Epsteinova přístroje a sekundární vinutí je zapojeno v sérii se sekundárním vinutím Epsteinova přístroje tak, aby indukovaná napětí v těchto sekundárních vinutích byla opačné polarity. Nastavení hodnoty kompenzační vzájemné indukčnosti je takové, že při průchodu střídavého proudu primárními vinutími při prázdném Epsteinově přístroji (vzorek není vložen) napětí měřené mezi volnými nespojenými konci sekundárních vinutí není větší než 0,1 % napětí na sekundárním vinutí nekompenzovaného Epsteinova přístroje.

2.2.1.2 Etalonové vzorky

Součástí měřicí sestavy jsou etalonové vzorky pro Epsteinův přístroj (dále jen „etalonové vzorky“). Tyto vzorky musí magnetickými vlastnostmi a hmotností pokrývat rozsah magnetických vlastností a hmotností vzorků, které jsou měřicí sestavou běžně měřeny.

Etalonové vzorky jsou vyrobeny z elektrotechnické oceli. Pásy etalonového vzorku musí být ploché, jsou stříhány bez viditelných otřepů a nerovných okrajů a pokud je to

specifikováno, jsou tepelně zpracovány. Pásky musí být čisté, bez okují a jiných nečistot. Pásky vzorku mají následující rozměry :

šířka $30 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$, délka je větší nebo rovna 280 mm a menší nebo rovna 320 mm .

Délka pásků musí být stejná s tolerancí $\pm 0,5 \text{ mm}$. Když jsou pásky stříhány rovnoběžně nebo kolmo se směrem válcování, okraje mateřského pásu nebo tabule jsou brány jako referenční směr. Pásky vzorku zhotoveného z orientovaného materiálu musí mít směr delší osy pásku odlišný od směru válcování nejvýše o $\pm 1^{\circ}$. U pásků vzorku zhotoveného z neorientovaného materiálu musí mít polovina pásků směr delší osy shodný se směrem válcování s tolerancí nejvýše $\pm 5^{\circ}$ a druhá polovina pásků má směr delší osy kolmý na směr válcování s tolerancí nejvýše $\pm 5^{\circ}$. Na každém pásku musí být patrný směr válcování. Pásky s delší osou ve směru válcování se vkládají do protilehlých rovnoběžných cívek Epsteinova přístroje a pásky s delší osou kolmou na směr válcování se vkládají do zbývajících cívek.

Počet pásků vzorku je dělitelný čtyřmi. Aktivní hmotnost etalonového vzorku musí být nejméně 240 g pro vzorky dlouhé 280 mm .

Efektivní délka magnetického obvodu vzorku l_m je stanovena dohodou $0,94 \text{ m}$. Aktivní hmotnost vzorku m_a je dána vztahem

$$m_a = m \cdot l_m / 4l, \quad (3)$$

kde

l je délka pásku vzorku v m,

l_m je efektivní délka magnetického obvodu $0,94 \text{ m}$,

m je celková hmotnost vzorku v kg,

m_a je aktivní hmotnost vzorku v kg.

2.2.1.3 Měřicí sestava

2.2.1.3.1 Měřicí sestava pro měření měrných ztrát

Měřicí sestava pro měření měrných ztrát je zapojena podle schématu na obrázku 1. Magnetovací proud je pomalu zvyšován až se dosáhne požadované střední hodnoty usměrněného napětí $|U_{2m}|$ na sekundárním vinutí Epsteinova přístroje. Přičemž se ampérmetrem sleduje hodnota magnetovacího proudu, aby proudový obvod wattmetru nebyl přetížen. Střední hodnota napětí je vypočtena z požadované amplitudy magnetické polarizace podle :

$$|U_{2m}| = 4 f N_2 A J_a R_i / (R_i + R_t) \quad , \quad (4)$$

kde

$|U_{2m}|$ je střední hodnota usměrněného napětí indukovaného v sekundárním vinutí ve V,

f je frekvence v Hz,

N_2 je celkový počet závitů sekundárního vinutí,

A je průřez vzorku v m^2 ,

J_a je amplituda magnetické polarizace v T,

R_i je celková resistance přístrojů v sekundárním obvodu v Ω ,

R_t je součet resistencí sekundárních vinutí Epsteinova přístroje a kompenzační vzájemné indukčnosti,

Průřez vzorku se vypočte z rovnice

$$A = m / (4 l \rho_m) , \quad (5)$$

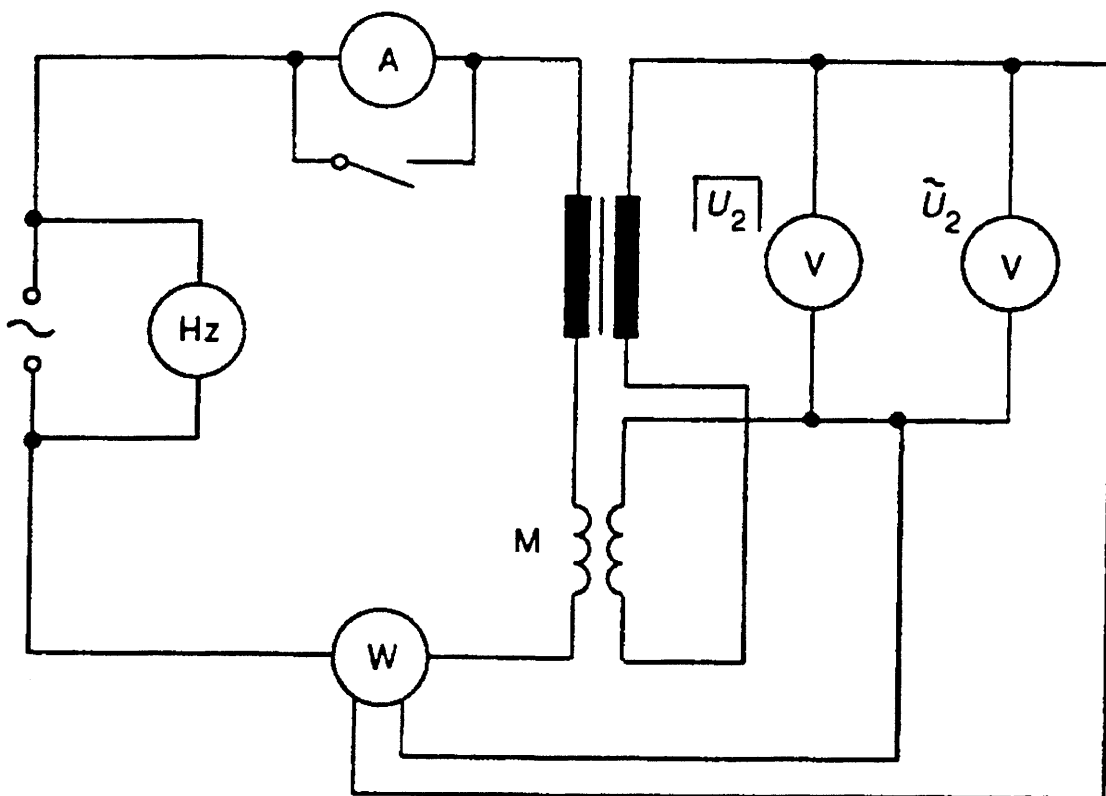
kde

A je průřez vzorku ve čtverečnících m,

m je celková hmotnost vzorku v kg,

l je délka pásků vzorku v m,

ρ_m je stanovená hustota materiálu vzorku v kg/m^3 .



Obrázek 1

Ampérmetr v primárním obvodu se zkratuje a napětí se potom popřípadě dorovná na požadovanou hodnotu. Podílem střední hodnoty a efektivní hodnoty indukovaného napětí se stanoví činitel tvaru indukovaného napětí, který musí být $1,111 \pm 1\%$.

Z údajů wattmetru se vypočtou celkové ztráty P_c podle

$$P_c = P_m N_1 / N_2 - (1,111 |U_{2m}|)^2 / R_i , \quad (6)$$

kde

P_c jsou celkové vypočtené ztráty vzorku ve W,

P_m je výkon změřený wattmetrem ve W,

N_1 je celkový počet závitů primárního vinutí,

N_2 je celkový počet závitů sekundárního vinutí

R_i je celková ekvivalentní resistance přístrojů v sekundárním obvodu v Ω

$|U_{2m}|$ je střední hodnota usměrněného napětí indukovaného v sekundárním vinutí ve V.

Měrné ztráty P_s se vypočtou podle vztahu

$$P_s = P_c / m_a = (P_c / m_a) \cdot (4 l / l_m) \quad , \quad (7)$$

kde

P_s jsou celkové měrné ztráty vzorku ve W/kg,

l je délka pásku vzorku v m,

l_m je smluvená efektivní délka magnetického obvodu v m ($l_m = 0,94$ m),

m je celková hmotnost vzorku v kg,

m_a je aktivní hmotnost vzorku v kg,

P_c jsou vypočtené celkové ztráty vzorku ve W.

2.2.1.3.2 Měřicí sestava pro měření amplitudové charakteristiky

Měřicí sestava pro měření amplitudové charakteristiky je zapojena podle schématu na obrázku 2 nebo na obrázku 3. Před měřením amplitudové charakteristiky se musí vzorek odmagnetovat nastavením takového střídavého magnetovacího proudu, který odpovídá nasycené magnetické polarizaci ve vzorku, a jeho pomalým postupným snižováním do nulové hodnoty.

Amplituda magnetické polarizace J_a se určí měřením střední hodnoty usměrněného napětí indukovaného v sekundárním vinutí podle vztahu (4).

Amplituda intenzity magnetického pole ve vzorku H_a se určí měřením amplitudy proudu v obvodu primárního vinutí I_{1a} , to je měřením amplitudy napětí U_{1a} na odporu R v zapojení podle obrázku 1. Platí $I_{1a} = U_{1a} / R$. Amplituda intenzity magnetického pole se vypočte z rovnice :

$$H_a = I_{1a} N_1 / l_m \quad , \quad (8)$$

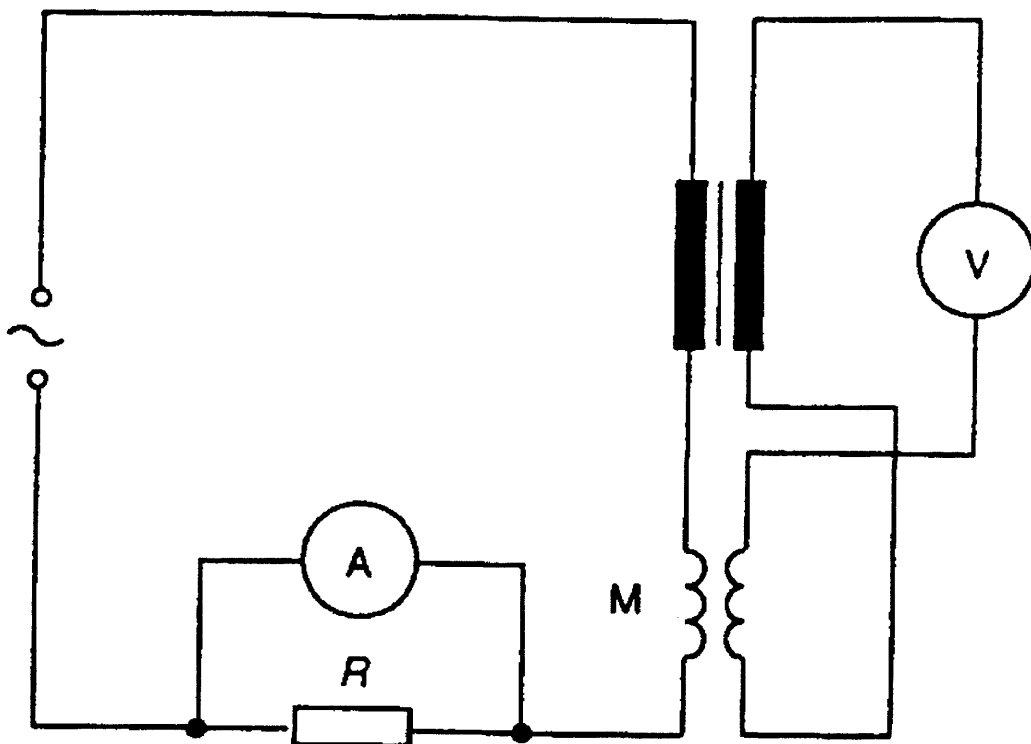
kde

H_a je amplituda intenzity magnetického pole ve vzorku,

I_{1a} je amplituda magnetovacího proudu v obvodu primárního vinutí

l_m smluvený efektivní délka magnetického obvodu vzorku

N_1 je celkový počet závitů primárního vinutí Epsteinova přístroje



Obrázek 2

Alternativně může být amplituda intenzity magnetického pole určena měřením střední hodnoty usměrněného napětí indukovaného v sekundárním vinutí vzájemné indukčnosti M_D , jejíž primární vinutí je zapojeno v sérii s primárním vinutím Epsteinova přístroje v zapojení podle schématu na obrázku 3. Při použití této metody je nezbytné kontrolovat tvar časového průběhu napětí U_{Dm} osciloskopem, časový průběh musí mít pouze dva průchody nulovou hodnotou během jedné periody. Jako voltmetr střední hodnoty nutný k měření U_{Dm} lze použít voltmetr měřící sekundární napětí Epsteinova přístroje a přepínač, jak je znázorněno na obrázku 3.

Amplituda intenzity magnetického pole se vypočte z rovnice :

$$H_a = U_{Dm} [N_1 / (4 f M_D l_m)] \cdot (R_v + R_m) / R_v \quad , \quad (9)$$

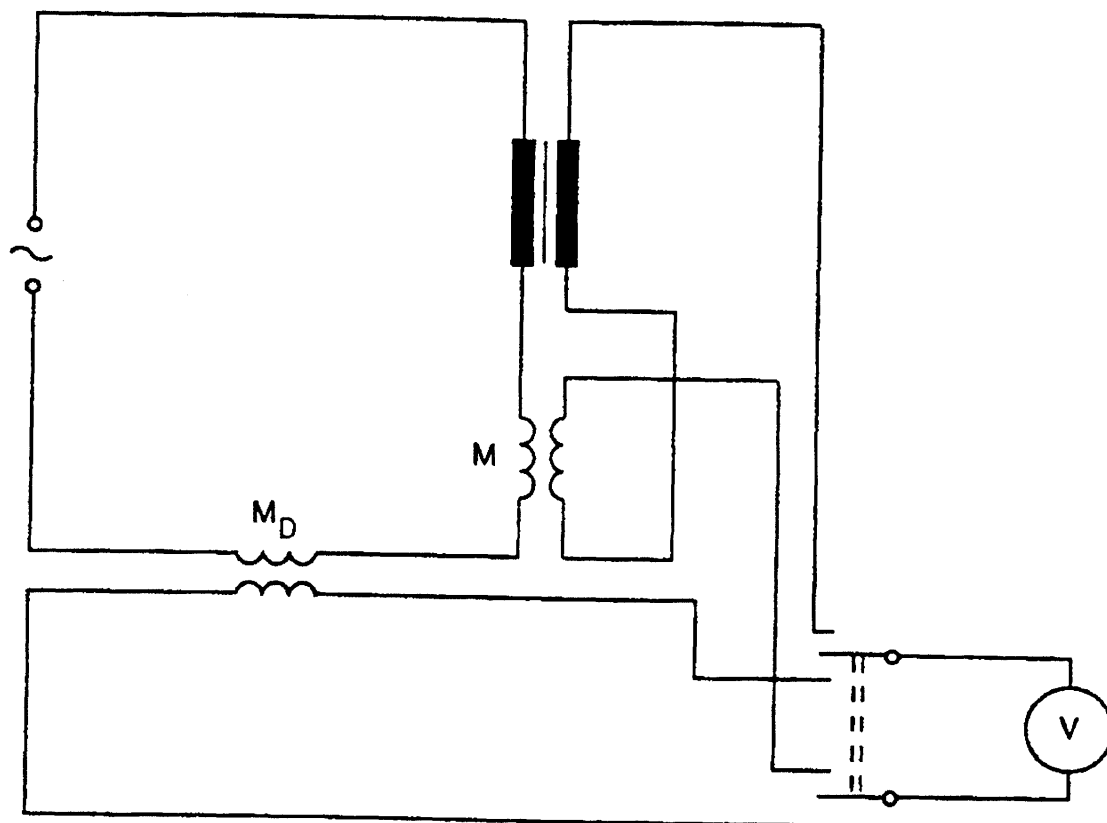
kde

M_D je vzájemná indukčnost v obvodu podle obr. 3 v H

R_v je vnitřní resistance voltmetru střední hodnoty v Ω ,

R_m je resistance sekundárního vinutí vzájemné indukčnosti M_D v Ω ,

U_{Dm} je střední hodnota usměrněného napětí indukovaného v sekundárním vinutí M_D .



Obrázek 3

2.2.2 Nápisy a značky

2.2.2.1 Měřicí sestava

Speciální nápisy a značky na měřicí sestavě jsou nahrazeny technickou dokumentací, která musí být vypracována a která musí obsahovat :

- a) seznam všech měřidel a zařízení, která přísluší k měřicí sestavě, s uvedením výrobců a výrobních čísel a popřípadě chyb měřidel a měřicí sestavy podle údajů výrobce,
- b) podrobné a přehledné schéma zapojení pro příslušný druh měření, technické popisy a návody k obsluze součástí měřicí sestavy,
- c) stručné popisy způsobů měření a napájení (například napájení zesilovačem vynucujícím sinusový časový průběh magnetické indukce, měření výkonu převodníkem na základě vzorkovacího principu, využití řídicího počítače),
- d) dolní a horní meze rozsahů, při kterých bude měřicí sestava používána,
- e) impedance důležitých součástí a měřidel,
- f) seznam etalonových vzorků,
- g) kalibrační nebo ověřovací listy měřidel, která jsou součástí měřicí sestavy, pokud kalibrace nebo ověření byly provedeny,

- h) ověřovací list měřicí sestavy při následném ověření,
- i) kniha záznamů všech měření s etalonovými vzorky příslušejícími k měřicí sestavě.

2.2.2.2 Epsteinův přístroj

Cívky Epsteinova přístroje musí být označeny. Doporučuje se označení ve smyslu hodinových ručiček A, B, C, D. Na Epsteinově přístroji i v dokumentaci měřicí sestavy musí být uvedeny počty závitů primárního i sekundárního vinutí.

2.2.2.3 Etalonové vzorky

Etalonový vzorek musí být označen evidenčním číslem nebo písmeny, a to stejným, trvalým a nesmazatelným způsobem na každém pásku etalonového vzorku.

Všechny pásy etalonového vzorku musí být označeny tak, aby jejich složení v Epsteinově přístroji bylo možné jediným způsobem.

Ke každému etalonovému vzorku musí být vystaven evidenční list, ve kterém musí být uvedeno:

- a) evidenční označení etalonového vzorku,
- b) druh a typ materiálu,
- c) průřez vzorku,
- d) hustota vzorku,
- e) hmotnost vzorku,
- f) počet pásků vzorku,
- g) tloušťka, šířka a délka pásků vzorku.

Pokud jsou všechny údaje, které mají být uvedeny v evidenčním listu, uvedeny v kalibračním listu vzorku, etalonový vzorek nemusí mít evidenční list.

3. SCHVALOVÁNÍ TYPU

3.1 Postup při schvalování typu

3.1.1 Předběžné posouzení

Posuzující orgán na základě prostudování dokumentace¹⁾ zjišťuje, zda dokumentace a následně měřicí sestava splňuje požadavky této vyhlášky, rozhodne o pokračování zkoušek nebo podá návrh na negativní ukončení zkoušek.

3.1.2 Předběžná zkouška měřením vzorků materiálu

3.1.2.1 Žadatel doručí posuzujícímu orgánu nejméně 2 kusy etalonových vzorků příslušejících ke zkoušené měřicí sestavě. Tyto vzorky musí pokrývat svou hmotností a svými magnetickými vlastnostmi rozsah hmotností a magnetických vlastností

¹⁾ § 1 odst. 2 vyhlášky č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření, ve znění vyhlášky č. 344/2002 Sb.

vzorků měřených zkoušenou měřicí sestavou v rámci rozsahu zkoušky typu. Tyto etalonové vzorky musí splňovat požadavky uvedené v bodě 2.2.1.2 a 2.2.2.3. K etalonovým vzorkům žadatele musí být přiloženy kopie evidenčních listů vzorků popřípadě předchozí ověřovací listy vzorků. K doručeným etalonovým vzorkům musí být přiloženy výsledky a protokoly jejich měření zkoušenou měřicí sestavou v rozsazích prováděných zkoušek ne starší než 3 měsíce do data doručení.

3.1.2.2 U doručených vzorků se změří na etalonové měřicí sestavě posuzujícího orgánu měrné ztráty a amplitudová charakteristika podle bodu 2.2.1.3. K změřenému vzorku se vystaví ověřovací list, kde se uvedou aritmetické střední hodnoty z opakovaných měření.

3.1.2.3 Vypočtou se relativní rozdíly měření měrných ztrát etalonových vzorků (příslušejících ke zkoušené měřicí sestavě) zkoušenou měřicí sestavou a etalonovou měřicí sestavou v %

$$\delta_{pi} = (p_{1i} - p_{2i}) \cdot 100 / p_{2i}, \quad (10)$$

kde p_{1i} je aritmetický střed měření i -té hodnoty měrných ztrát zkoušenou měřicí sestavou (výsledky měření zaslané od žadatele spolu s etalonovými vzorky),

p_{2i} je aritmetický střed měření i -té hodnoty měrných ztrát etalonovou měřicí sestavou (výsledky měření uvedené ve vystaveném kalibračním listě).

Hodnoty relativních rozdílů měrných ztrát δ_{pi} zjištěné v rámci této zkoušky musí být menší než 3% pro vzorky z orientovaného materiálu pro hodnoty magnetické polarizace do 1,7 T a pro vzorky z neorientovaného materiálu pro hodnoty magnetické polarizace do 1,5 T.

3.1.2.4 Vypočtou se relativní rozdíly měření amplitudové charakteristiky etalonových vzorků (příslušejících ke zkoušené měřicí sestavě) zkoušenou měřicí sestavou a etalonovou měřicí sestavou v % jako minimální normované vzdálenosti i -tého bodu (B_i, H_i) charakteristiky zjištěné měřením zkoušenou měřicí sestavou od charakteristiky určené měřením téhož etalonového vzorku etalonovou měřicí sestavou podle rovnice (11), (12) nebo (13):

$$\begin{aligned} \delta_{ai} &= \delta_{Bi} \cdot 100 / \sqrt{\{ 1 + [(H_i / B_i) \cdot (dB / dH)_i]^2 \}} = \\ &= \Delta B_i \cdot 100 / \sqrt{\{ B_i^2 + [H_i \cdot (dB / dH)_i]^2 \}} \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \delta_{ai} &= \delta_{Hi} \cdot 100 / \sqrt{\{ 1 + [(B_i / H_i) \cdot (dB / dH)_i^{-1}]^2 \}} = \\ &= \Delta H_i \cdot 100 / \sqrt{\{ H_i^2 + [B_i \cdot (dB / dH)_i^{-1}]^2 \}} \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \delta_{ai} &= \delta_{Bi} \cdot |\delta_{Hi}| \cdot 100 / \sqrt{(\delta_{Bi}^2 + \delta_{Hi}^2)} = \\ &= \Delta B_i \cdot |\Delta H_i| \cdot 100 / \sqrt{(\Delta B_i^2 \cdot H_i^2 + \Delta H_i^2 \cdot B_i^2)} \end{aligned} \quad (13)$$

kde odmocniny se berou jen kladné a kde

$$\delta_{Bi} = (B_i - B_i') / |B_i| = \Delta B_i / |B_i|, \quad (14)$$

$$\Delta B_i = B_i - B_i' \quad , \quad (15)$$

$$\delta_{Hi} = (H_i - H_i') / |H_i| = \Delta H_i / |H_i| \quad , \quad (16)$$

$$\Delta H_i = H_i - H_i' \quad , \quad (17)$$

$(dB / dH)_i$ je směrnice tečny křivky dané měřením etalonového vzorku etalonovou měřicí sestavou v bodě (H_i, B_i') ,

H_i a B_i jsou hodnoty intenzity magnetického pole resp. magnetické indukce i -tého bodu charakteristiky etalonového vzorku měřené zkoušenou měřicí sestavou,

B_i' je hodnota magnetické indukce odečtená na charakteristice měřené etalonovou měřicí sestavou pro hodnotu H_i ,

H_i' je hodnota intenzity magnetického pole odečtená na charakteristice měřené etalonovou měřicí sestavou pro hodnotu B_i .

Relativní rozdíly měření amplitudové charakteristiky δ_{ai} musí být menší než 4 % pro všechny body měření charakteristik etalonových vzorků v rámci této zkoušky.

3.1.3 Prohlídka zkoušené měřicí sestavy

Vnější prohlídka a kontrola předepsané technické dokumentace probíhá v místě užívání zkoušené měřicí sestavy. Při vnější prohlídce se kontroluje :

- a) měřicí sestava nesmí být mechanicky poškozena,
- b) měřicí sestava musí sestávat z měřidel, etalonů a součástí uvedených v dokumentaci,
- c) uspořádání měřidel a součástí musí být v souladu se schématem zapojení pro příslušný druh měření,
- d) úplnost všech dokumentů požadovaných v bodu 2.2.2.

3.1.4 Zkouška měřením vzorků materiálů

Při zkoušce měřením vzorků se měří etalonové vzorky (příslušející k etalonové měřicí sestavě) zkoušejícího metrologického orgánu v jeho přítomnosti zkoušenou měřicí sestavou ve shodě s bodem 3.1.2.

3.1.5 Vypracování protokolu o technické zkoušce

Protokol o technické zkoušce obsahuje popis a výsledky zkoušek provedených podle bodu 3.1.2 , 3.1.3 a 3.1.4, které musí mít kladný výsledek. Dále obsahuje popisy, nákresy a schémata nutné pro identifikaci typu a objasnění jeho funkce.

3.2 Certifikát schválení typu

Náležitosti certifikátu schválení typu stanoví zvláštní právní předpis²⁾.

²⁾ § 3 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

4 OVĚŘOVÁNÍ

Prvotní a následné ověřování sestává ze zkoušek podle bodu 3.1.2, 3.1.3 a 3.1.4. Pokud je výsledek všech těchto zkoušek kladný a měřicí sestava splňuje požadavky stanovené touto vyhláškou, vystaví se ověřovací list a zkoušená měřicí sestava se opatří úřední značkou³⁾.

³⁾ § 6 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

72**VYHLÁŠKA**

ze dne 3. února 2004,

**kterou se stanoví požadavky na měřicí sestavy
pro měření magnetických charakteristik magnetů**

Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví podle § 27 zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění zákona č. 119/2000 Sb. a zákona č. 137/2002 Sb., (dále jen „zákon“) k provedení § 6 odst. 2 a § 9 odst. 1 zákona:

§ 1

Tato vyhláška stanoví požadavky na měřicí sestavy pro měření magnetických charakteristik magnetů (dále jen „měřicí sestava“), postup při schvalování jejich typu a postup při jejich ověřování.

§ 2

Terminologie, požadavky na měřicí sestavy, jakož i postup při schvalování typu měřicích sestav a postup při jejich ověřování jsou stanoveny v příloze.

§ 3

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. března 2004.

Ministr:

Ing. Urban v. r.

1 TERMINOLOGIE

- 1.1 Měřicí sestava se používá pro měření magnetických charakteristik magnetů v uzavřeném magnetickém obvodu, to je statické hraniční hysterezní smyčky (celé nebo její části ve II. kvadrantu označované demagnetovací křivka) a jejich význačných bodů. Skládá se z přístrojů a zařízení specifikovaných v bodu 2.1 a 2.2.
- 1.2 Etalonový vzorek magnetických charakteristik magnetu (dále jen „etalonový vzorek“) příslušející měřicí sestavě je vzorek splňující požadavky této vyhlášky a používaný výhradně k metrologické návaznosti měřicí sestavy.
- 1.3 Etalonová měřicí sestava je měřicí sestava podle bodu 1.1, která je v držení metrologické instituce, je dlouhodobě sledovaná a prostřednictvím etalonových vzorků mezinárodně porovnaná.
- 1.4 Měření charakteristik magnetů podle této normy se týká měření závislosti jak magnetické indukce B , tak magnetické polarizace J na intenzitě magnetického pole H . Tyto veličiny spolu souvisí podle rovnice:

$$B = \mu_0 H + J \quad , \quad (1)$$

kde

B je magnetická indukce v T,

μ_0 je magnetická konstanta $4\pi \cdot 10^{-7}$ v H/m,

H je intenzita magnetického pole v A/m,

J je magnetická polarizace v T.

- 1.5 Remanence B_r je hodnotou magnetické indukce nebo magnetické polarizace na demagnetovací křivce pro nulovou hodnotu intenzity magnetického pole.
- 1.6 Koercivita H_{cB} (koercivita vztažená k magnetické indukci) je hodnota intenzity magnetického pole daná průsečíkem demagnetovací křivky a přímkou $B = 0$.
- 1.7 Koercivita H_{cJ} (koercivita vztažená k magnetické polarizaci) je hodnota intenzity magnetického pole daná průsečíkem demagnetovací křivky a přímkou $J = 0$.
- 1.8 Maximální součin $(BH)_{\max}$ je maximální hodnota součinu odpovídajících hodnot B a H na demagnetovací křivce.

2 POŽADAVKY NA MĚŘICÍ SESTAVY

2.1 METROLOGICKÉ POŽADAVKY

Měřicí sestava se skládá z částí, které musí splňovat tyto požadavky :

- a) elektromagnet specifikovaný v bodu 2.2,
- b) měřicí cívky navinuté nebo nasunuté na vzorku specifikované v bodu 2.2,

- c) měřidlo magnetické indukce nebo magnetické polarizace integrující napětí indukované v měřicích cívkách. Nejistota měření magnetické indukce nebo nejistota měření magnetické polarizace nesmí být větší než 2%,
- d) měřidlo intenzity magnetického pole (plochá měřicí cívka, magnetický potenciálměr nebo Hallova sonda ve spojení s vhodnými přístroji) musí splňovat požadavky specifikované v bodu 2.2 a musí být samostatně kalibrováno. Chyba měření intenzity magnetického pole ve vzorku nesmí být větší než 2%.

Součástí měřicí sestavy jsou etalonové vzorky, které musí magnetickými vlastnostmi a rozměry odpovídat vzorkům, které jsou měřicí sestavou běžně měřeny. Tyto vzorky musí splňovat příslušné požadavky bodu 2.2.

2.2 TECHNICKÉ POŽADAVKY

2.2.1 Konstrukce

2.2.2 Elektromagnet

Elektromagnet z magneticky měkkého materiálu tvoří společně se vzorkem uzavřený magnetický obvod. Schéma je na obrázku 1. Konstrukce jha musí být symetrická, nejméně jeden pólový nástavec musí být pohyblivý, aby se minimalizovala vzduchová mezera mezi vzorkem a pólovými nástavci. Koncové plochy obou pólových nástavců musí být co nejvíce vzájemně rovnoběžné a co nejvíce kolmé k osám pólových nástavců, aby se minimalizovaly vzduchové mezery. Pro některá měření jho a póly mohou být složeny z plechů, aby se zmenšily vířivé proudy. Koercivita materiálu pólů obvykle nesmí být větší než 100 A/m. K tomu, aby se získalo homogenní magnetické pole v prostoru, který zaujímá vzorek, musí být současně splněny podmínky :

$$d_1 \geq d_2 + 1,2 l' \quad (2)$$

$$d_1 \geq 2,0 l' \quad (3)$$

kde

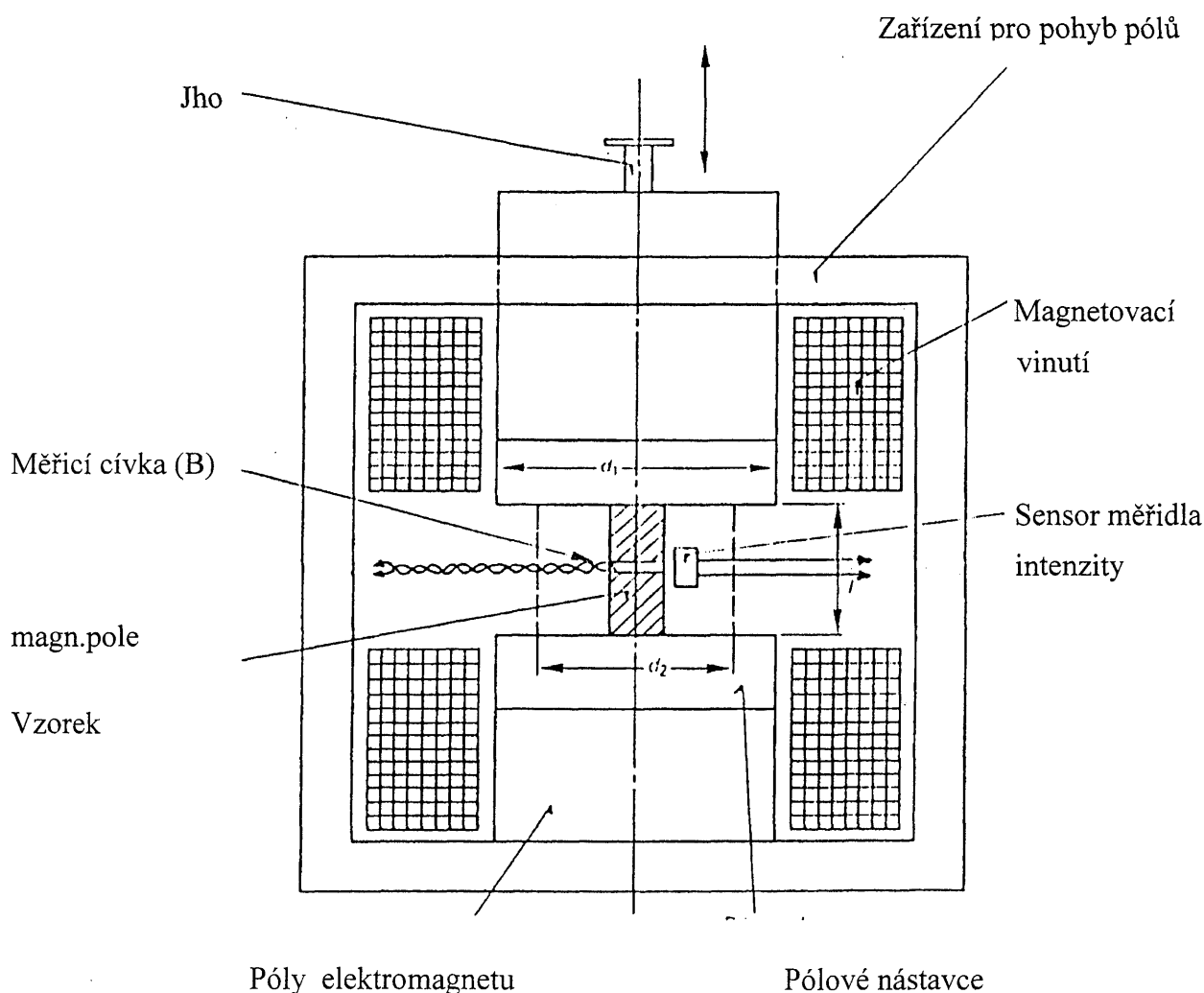
d_1 je průměr válcového pólového nástavce nebo nejmenší rozměr pravoúhlého pólového nástavce v mm,

l' je délka vzdálenosti mezi pólovými nástavci v mm,

d_2 je maximální průměr válcového prostoru homogenního magnetického pole v mm.

Aby se dosáhlo co nejlepší ekvipotenciálnosti čelních ploch pólových nástavců během měření demagnetovací křivky, musí být magnetická indukce v pólových nástavcích podstatně menší než magnetická polarizace ve stavu nasycení. Prakticky to znamená, že magnetická indukce musí být v železe menší než 1 T a ve slitinách obsahujících 35% až 50% kobaltu menší než 1,2 T.

Jho je magnetováno magnetovacími cívkami, které musí být co nejvíce symetrické vzhledem ke vzorku. Vzorek a magnetovací cívky musí být souosé.



Obrázek 1

Pokud materiálová norma nebo výrobce nspecifikují pro materiál vzorku maximální intenzitu magnetického pole, při které se měření provádí, doporučuje se, aby vzorek před měřením demagnetovací křivky byl magnetován do nasycení. Vzorek se považuje za nasycený, jestliže pro dvě výchozí hodnoty intenzity magnetického pole H_1 a H_2 platí:

$$P_2 \leq P_1 e^{0.02454 \ln(H_2/H_1)} \quad , \quad (4)$$

nebo

$$P_2 \leq P_1 10^{0.02454 \log(H_2/H_1)} \quad , \quad (5)$$

a

$$H_2 \geq 1,2 H_1 \quad , \quad (6)$$

kde

P_2 je maximální dosáhnutá hodnota $(BH)_{\max}$ v J/m^3 nebo H_{cB} v A/m ,

P_1 je menší hodnota $(BH)_{\max}$ v J/m^3 nebo H_{cB} v A/m ,

H_2 je hodnota intenzity magnetického pole odpovídající P_2 v A/m ,

H_1 je hodnota intenzity magnetického pole odpovídající P_1 v A/m .

Ve zvláštním případě $H_2 / H_1 = 1,5$ z rovnic (5) a (6) vychází $P_2 \leq 1,01 P_1$.

Magnetovací proces nesmí v žádném případě způsobit nepřiměřené ohřátí vzorku.

2.2.3 Etalonové vzorky

Etalonový vzorek musí mít jednoduchý tvar (např. pravouhlý válec nebo kvádr). Délka l etalonového vzorku nesmí být menší než 5 mm a jeho další rozměry musí být minimálně 5 mm a musí být takové, že vzorek a čidla přístrojů musí být uvnitř průměru d_2 definovaného v bodě 2.2.2.

Etalonový vzorek nesmí mít povrchové vady ani vnitřní defekty.

Koncové plochy etalonového vzorku musí být co nejvíce vzájemně rovnoběžné a kolmé k ose vzorku, aby se co nejvíce zmenšila vzduchová mezera mezi vzorkem a pólovými nástavci.

Příčný průřez etalonového vzorku musí být co nejvíce homogenní podél své délky, rozdíly v průřezu musí být menší než 1% svého minima. Střední hodnota příčného průřezu etalonového vzorku musí být určena s nejistotou menší nebo rovnou 1%.

Na etalonovém vzorku musí být vyznačen směr magnetování.

Etalonové vzorky příslušející k měřicí sestavě musí svými rozměry a magnetickými vlastnostmi pokrývat rozsah magnetických vlastností a rozměrů vzorků, které jsou měřicí sestavou běžně měřeny.

2.2.4 Měřicí sestava

2.2.4.1 Měření magnetické indukce

Změny magnetické indukce ve vzorku se určují integrováním napětí indukovaného v měřicí cívce navinuté nebo nasunuté na vzorek .

Měřicí cívka musí být navinuta nebo nasunuta co nejtěsněji na vzorek a musí být symetrická s ohledem k čelním plochám vzorku. Přívody musí být těsně zkrouceny, aby se neindukovala napětí do smyček přívodů měřicí cívky.

Rozdíl magnetické indukce v měřicí cívce ΔB_{ap} mezi dvěma časovými okamžiky t_1 a t_2 , nekorigovaný se zřetelem k magnetickému toku vzduchem, je dán rovnicí :

$$\Delta B_{ap} = B_2 - B_1 = \frac{1}{AN} \int_{t_1}^{t_2} U dt \quad (7)$$

kde

B_2 je magnetické indukce ve vnitřním prostoru měřicí cívky v okamžiku t_2 v T,

B_1 je magnetická indukce ve vnitřním prostoru měřicí cívky v okamžiku t_1 v T,

A je plocha průřezu vzorku v m^2 ,

N je počet závitů měřicí cívky,

$\int_{t_1}^{t_2} U dt$ je integrované indukované napětí v měřicí cívce ve Wb za časový interval

$(t_2 - t_1)$ v s.

Tento rozdíl magnetické indukce ΔB_{ap} se musí korigovat se zřetelem k magnetickému toku vzduchem ve vinutí měřicí cívky. Rozdíl magnetické indukce ΔB ve vzorku mezi časovými okamžiky t_2 a t_1 je dán rovnicí :

$$\Delta B = \Delta B_{ap} - \mu_0 \Delta H (A_l - A) / A \quad (8)$$

kde

μ_0 je magnetická konstanta rovnající se $4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m,

ΔH je rozdíl v měřených hodnotách intenzity magnetického pole v A/m,

A_l je plocha závitů měřicí cívky vztažená k jednomu závitu v m^2 .

2.2.4.2 Měření magnetické polarizace

Rozdíly magnetické polarizace ve vzorku se určují měřením integrovaného napětí indukovaného v dvojité měřicí cívce, kde vzorek obepíná jen jedna z těchto cívek. Tyto jednotlivé cívky musí mít stejnou celkovou plochu závitů a jsou sériově zapojeny v opozici. Rozdíl magnetické polarizace ΔJ ve vzorku je dán rovnicí:

$$\Delta J = J_2 - J_1 = \frac{1}{AN} \int_{t_1}^{t_2} U dt \quad (9)$$

kde

J_2 je magnetická polarizace ve vzorku v okamžiku t_2 v T,

J_1 je magnetická polarizace ve vzorku v okamžiku t_1 v T,

A je plocha průřezu vzorku v m^2 ,

N je počet závitů měřicí cívky obepínající vzorek,

$\int_{t_1}^{t_2} U dt$ je integrované indukované napětí v měřicí cívce ve Wb za časový interval

$(t_2 - t_1)$ v sekundách.

Obě cívky dvojité měřicí cívky musí ležet v oblasti homogenního magnetického pole definovanému rovnicemi (2) a (3).

2.2.4.3 Měření intenzity magnetického pole

Intenzita magnetického pole na povrchu vzorku je shodná s intenzitou magnetického pole uvnitř vzorku jen tam, kde vektor intenzity magnetického pole je rovnoběžný

s povrchem vzorku. Proto se senzor měřidla intenzity magnetického pole musí umístit do oblasti homogenního magnetického pole co nejbližší vzorku a symetricky vzhledem k čelním plochám vzorku (viz obrázek 1).

K určení intenzity magnetického pole se používá plochá měřicí cívka, magnetický potenciálměr nebo Hallova sonda s odpovídajícími měřidly. Rozměry senzoru a jeho umístění musí být takové, že bude v oblasti omezené poloměrem d_2 podle rovnic (2) a (3).

Vzduchová mezera mezi vzorkem a pólovými nástavci se minimalizuje tak, aby se redukovaly chyby měření.

Čelní plochy pólových nástavců musí být magneticky ekvipotenciální, viz rovnice (3). U některých materiálů permanentních magnetů s vysokou hodnotou remanence, koercivity nebou obou současně může být hodnota magnetické indukce vyšší než 1,0 T nebo 1,2 T. To může generovat nevhodně vysokou hodnotu magnetické indukce v částech pólových nástavců přilehlých ke vzorku. V takových případech čelní plochy pólových nástavců nejsou ekvipotenciálními plochami a mohou vzniknout větší chyby měření.

2.2.4.4 Stanovení demagnetovací křivky

Demagnetovací křivka se může získat nebo zaznamenat jako $B-H$ nebo $J-H$ graf. Přeměna původně získaného B -signálu na J -signál a naopak se může provést elektricky nebo numericky odečtením respektive přičtením $\mu_0 H$ podle rovnice (1).

Stanovení $B-H$ křivky je popsáno v bodě 2.2. Stanovení $J-H$ křivky je obdobné, magnetická indukce B se v odpovídajících vzorcích a křivkách zamění magnetickou polarizací J .

Měřicí cívka užívaná pro měření B nebo J se připojí ke kalibrovanému integrátoru magnetického toku, který je nastaven na nulu. Vzorek se vsune do měřicí cívky, upne se do elektromagnetu a magnetuje se do nasycení. Magnetující proud se sníží na velmi malou hodnotu, nulu, nebo je-li potřeba opačnou polaritu, aby se dosáhlo nulové hodnoty intenzity magnetického pole ve vzorku. Odpovídající hodnota magnetické indukce nebo magnetické polarizace se zaznamená.

Při opačné polaritě proudu než při magnetování do nasycení se hodnota proudu zvětšuje až intenzita magnetického pole projde hodnotou koercivity H_{cB} nebo H_{cJ} . Rychlost změny intenzity magnetického pole musí být taková, aby nedocházelo k fázovému posunu mezi B a H nebo vzniku vířivých proudů ve vzorku. U některých materiálů je zřetelné časové zpoždění mezi magnetickou indukcí a intenzitou magnetického pole. V takových případech musí být časová konstanta integrátoru magnetického toku vhodně dlouhá s nízkým nulovým driftem, aby byla zajištěna správná integrace. Odpovídající hodnoty H a B nebo H a J na demagnetovací křivce se získají buď z plynulého zápisu křivky zapisovačem připojeným na výstupy přístroje měřícího intenzitu magnetického pole a integrátoru magnetického toku nebo měřením bod po bodu intenzity magnetického pole a magnetické indukce nebo magnetické polarizace.

2.2.4.5 Stanovení význačných bodů a hodnot demagnetovací křivky

Remanence se stanoví jako hodnota B nebo J průsečíku demagnetovací křivky s osou B nebo J .

Koercivita H_{cB} se stanoví jako hodnota H průsečíku demagnetovací křivky s přímkou $B = 0$, koercivita H_{cJ} se stanoví jako hodnota H průsečíku demagnetovací křivky s přímkou $J = 0$.

Maximální součin $(BH)_{\max}$ je maximální hodnota absolutních hodnot součinů odpovídajících hodnot B a H . Stanoví se například některou z následujících metod :

- a) přímým čtením nebo interpolací ze souboru křivek $B.H = \text{konstanta}$, na který je demagnetovací křivka zaznamenána,
- b) vyčíslením součinů $B.H$ pro množství bodů demagnetovací křivky a ujištěním se, že maximální hodnota je zahrnuta,
- c) násobením B a H elektronicky a zaznamenáním tohoto součinu jako funkce B nebo H ,
- d) geometrickým zjištěním takového bodu (B,H) demagnetovací křivky, v kterém je tečna k demagnetovací křivce rovnoběžná se spojnicí bodů $(B, 0)$ a $(0, H)$ a vyčíslením tohoto součinu $B.H$.

2.2.4.6 Stanovení vnějších podmínek

Měření se musí provádět při teplotě vnějšího prostředí 18 °C až 28°C. Teplota vzorku se musí měřit nemagnetickým teplotním senzorem připevněným k pólovým nastavcům elektromagnetu. Teplotní závislosti měřicích přístrojů (například Hallovy sondy) se musí zahrnout do výpočtů a vyhodnocení.

2.2.5 Nápis a značky

2.2.5.1 Měřicí sestava

Speciální nápisy a značky na měřicí sestavě mimo běžného značení jsou nahrazeny technickou dokumentací, která musí být vypracována a která musí obsahovat :

- a) seznam všech měřidel a zařízení, která přísluší k měřicí sestavě, s uvedením výrobců a výrobních čísel a popřípadě chyb měřidel a měřicí sestavy podle údajů výrobce,
- b) podrobné a přehledné schéma zapojení pro příslušný druh měření, technické popisy a návody k obsluze součástí měřicí sestavy,
- c) stručné popisy způsobů měření a napájení (například měření intenzity magnetického pole, využití řídicího počítače),
- d) dolní a horní meze rozsahů, při kterých bude měřicí sestava používána,
- e) impedance důležitých součástí a měřidel,
- f) seznam etalonových vzorků,
- g) kalibrační nebo ověřovací listy měřidel, která jsou součástí měřicí sestavy, pokud kalibrace nebo ověření byly provedeny,
- h) ověřovací list měřicí sestavy (při následném ověření),

- i) kniha záznamů všech měření s etalonovými vzorky příslušejícími k měřicí sestavě.

2.2.5.2 Etalonové vzorky

Etalonový vzorek musí být označen evidenčním číslem nebo písmeny, a to stejným, trvalým a nesmazatelným způsobem na vzorku. Označení nesmí být na čelních plochách vzorku.

Ke každému etalonovému vzorku musí být vystaven evidenční list, ve kterém musí být uvedeno:

- a) evidenční označení etalonového vzorku,
- b) druh a typ materiálu,
- c) průřez vzorku,
- d) tvar a rozměry vzorku.

Pokud jsou všechny údaje, které mají být uvedeny v evidenčním listu, uvedeny v kalibračním listu vzorku, etalonový vzorek nemusí mít evidenční list.

3 SCHVALOVÁNÍ TYPU

3.1 Postup při schvalování typu

3.1.1 Předběžné posouzení

Posuzující orgán na základě prostudování dokumentace¹⁾ zjišťuje, zda dokumentace a následně měřicí sestava splňuje požadavky stanovené touto vyhláškou, rozhodne o pokračování zkoušek nebo podá návrh na negativní ukončení zkoušek.

3.1.2 Předběžná zkouška měřením vzorků materiálu

3.1.2.1 Žadatel doručí posuzujícímu orgánu nejméně 2 kusy etalonových vzorků materiálu příslušejících ke zkoušené měřicí sestavě. Etalonové vzorky musí pokrývat svou hmotností a svými magnetickými vlastnostmi rozsah hmotností a magnetických vlastností etalonových vzorků měřených zkoušenou měřicí sestavou v rámci rozsahu zkoušky typu. Tyto etalonové vzorky musí splňovat požadavky uvedené v bodě 2.2.3 a 2.2.5.2. K etalonovým vzorkům žadatele musí být přiloženy kopie evidenčních listů vzorků popřípadě předchozí kalibrační listy vzorků. K doručeným etalonovým vzorkům musí být přiloženy výsledky a protokoly jejich měření zkoušenou měřicí sestavou v rozsazích prováděných zkoušek ne starší než 3 měsíce do data doručení.

3.1.2.2 U doručených etalonových vzorků se změří na etalonové měřicí sestavě posuzujícího orgánu demagnetovací křivka podle bodu 2.2. K změřenému vzorku se vystaví kalibrační list, kde se uvedou aritmetické střední hodnoty z opakovaných měření.

¹⁾ § 1 odst. 2 vyhlášky č. 262/2000 Sb., kterou se zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření, ve znění vyhlášky č. 344/2002 Sb.

3.1.2.3 Vypočtou se relativní rozdíly měření demagnetovací křivky B-H etalonových vzorků (příslušejících ke zkoušené měřicí sestavě) zkoušenou měřicí sestavou a etalonovou měřicí sestavou v % jako minimální normované vzdálenosti i-tého bodu (B_i, H_i) charakteristiky zjištěné měřením zkoušenou měřicí sestavou od charakteristiky určené měřením téhož etalonového vzorku etalonovou měřicí sestavou podle rovnice (10), (11) nebo (12):

$$\begin{aligned} \delta_{ai} &= \delta_{Bi} \cdot 100 / \sqrt{\{ 1 + [(H_i / B_i) \cdot (dB / dH)_i]^2 \}} = \\ &= \Delta B_i \cdot 100 / \sqrt{\{ B_i^2 + [H_i \cdot (dB / dH)_i]^2 \}} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \delta_{ai} &= \delta_{Hi} \cdot 100 / \sqrt{\{ 1 + [(B_i / H_i) \cdot (dB / dH)_i^{-1}]^2 \}} = \\ &= \Delta H_i \cdot 100 / \sqrt{\{ H_i^2 + [B_i \cdot (dB / dH)_i^{-1}]^2 \}} \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \delta_{ai} &= \delta_{Bi} \cdot |\delta_{Hi}| \cdot 100 / \sqrt{(\delta_{Bi}^2 + \delta_{Hi}^2)} = \\ &= \Delta B_i \cdot |\Delta H_i| \cdot 100 / \sqrt{(\Delta B_i^2 \cdot H_i^2 + \Delta H_i^2 \cdot B_i^2)} \end{aligned} \quad (12)$$

kde odmocniny se berou jen kladné a kde

$$\delta_{Bi} = (B_i - B_i') / |B_i| = \Delta B_i / |B_i|, \quad (13)$$

$$\Delta B_i = B_i - B_i', \quad (14)$$

$$\delta_{Hi} = (H_i - H_i') / |H_i| = \Delta H_i / |H_i|, \quad (15)$$

$$\Delta H_i = H_i - H_i', \quad (16)$$

$(dB / dH)_i$ je směrnice tečny křivky dané měřením etalonového vzorku etalonovou měřicí sestavou v bodě (H_i, B_i') ,

H_i a B_i jsou hodnoty intenzity magnetického pole respektive magnetické indukce i-tého bodu charakteristiky etalonového vzorku měřené zkoušenou měřicí sestavou,

B_i' je hodnota magnetické indukce odečtená na charakteristice měřené etalonovou měřicí sestavou pro hodnotu H_i ,

H_i' je hodnota intenzity magnetického pole odečtená na charakteristice měřené etalonovou měřicí sestavou pro hodnotu B_i .

Pokud se měří místo demagnetovací křivky B-H demagnetovací křivka J-H, je postup obdobný, vypočtou se relativní rozdíly δ_{ai} podle rovnic (10) až (16), kde však značka B je vždy nahrazena značkou J , to znamená, že magnetická indukce B je vždy nahrazena odpovídající hodnotou magnetické polarizace J .

Relativní rozdíly měření demagnetovací křivky B-H nebo demagnetovací křivky J-H δ_{ai} musí být menší než 4% pro všechny body měření demagnetovací křivky etalonových vzorků v rámci této zkoušky.

3.1.3 Prohlídka zkoušené měřicí sestavy

Vnější prohlídka a kontrola předepsané technické dokumentace probíhá v místě užívání zkoušené měřicí sestavy. Při vnější prohlídce se kontroluje :

- a) měřicí sestava nesmí být mechanicky poškozena,
- b) měřicí sestava musí sestávat z měřidel, etalonů a součástí uvedených v dokumentaci,
- c) uspořádání měřidel a součástí musí být v souladu se schématem zapojení pro příslušný druh měření,
- d) úplnost všech dokumentů požadovaných v bodu 2.2.5.1.

Zkouška měřením vzorků materiálů

Při zkoušce měřením vzorků se měří etalonové vzorky (příslušející k etalonové měřicí sestavě) zkoušejícího metrologického orgánu v jeho přítomnosti zkoušenou měřicí sestavou ve shodě s bodem 3.1.2.

Vypracování protokolu o technické zkoušce

Protokol o technické zkoušce obsahuje popis a výsledky zkoušek provedených podle bodů 3.1.2 , 3.1.3 a 3.1.4, které musí mít kladný výsledek. Dále obsahuje popisy, nákresy a schémata nutné pro identifikaci typu a objasnění jeho funkce.

Certifikát schválení typu

Náležitosti certifikátu schválení typu stanoví zvláštní právní předpis ²⁾.

4. Ověřování

Prvotní a následné ověřování sestává ze zkoušek podle bodů 3.1.2, 3.1.3 a 3.1.4.. Pokud výsledek všech těchto zkoušek je kladný a měřicí sestava splňuje požadavky stanovené touto vyhláškou, vystaví se ověřovací list, a zkoušená měřicí sestava se opatří úřední značkou.³⁾

²⁾ § 3 vyhlášky č. 262/2000 Sb.

³⁾ § 6 vyhlášky č. 262/2000 Sb.



Vydává a tiskne: Tiskárna Ministerstva vnitra, p. o., Bartůňkova 4, pošt. schr. 10, 149 01 Praha 415, telefon: 272 927 011, fax: 974 887 395 – **Redakce:** Ministerstvo vnitra, Nad Štolou 3, pošt. schr. 21/SB, 170 34 Praha 7-Holešovice, telefon: 974 832 341 a 974 833 502, fax: 974 833 502 – **Administrace:** písemné objednávky předplatného, změny adres a počtu odebíraných výtisků – MORAVIAPRESS, a. s., U Póny 3061, 690 02 Břeclav, telefon: 519 305 161, fax: 519 321 417. Objednávky ve Slovenské republice přijímá a titul distribuuje Magnet-Press Slovakia, s. r. o., Teslova 12, 821 02 Bratislava, tel.: 00421 2 44 45 46 28, fax: 00421 2 44 45 46 27. **Roční předplatné** se stanovuje za dodávku kompletního ročníku včetně rejstříku a je od předplatitelů vybíráno formou záloh ve výši oznámené ve Sbírce zákonů. Závěrečné vyúčtování se provádí po dodání kompletního ročníku na základě počtu skutečně vydaných částek (první záloha na rok 2004 činí 3000,- Kč) – Vychází podle potřeby – **Distribuce:** MORAVIAPRESS, a. s., U Póny 3061, 690 02 Břeclav, celoroční předplatné – 516 205 176, 519 305 176, objednávky jednotlivých částek (dobírky) – 516 205 179, 519 305 179, objednávky-knihkupci – 516 205 161, 519 305 161, faxové objednávky – 519 321 417, e-mail – sbirky@moraviapress.cz, zelená linka – 800 100 314. **Internetová prodejna:** www.sbirkyzakonu.cz – **Drobný prodej – Benešov:** Oldřich HAAGER, Masarykovo nám. 231; **Brno:** Ing. Jirí Hrazdil, Vranovská 16, SEVT, a. s., Česká 14, Knihkupectví JUDr. Oktavián Kocián, Příkop 6, tel.: 545 175 080; **Břeclav:** Prodejna tiskovin, 17. listopadu 410, tel.: 519 322 132, fax: 519 370 036; **České Budějovice:** SEVT, a. s., Česká 3; **Hradec Králové:** TECHNOR, Wonkova 432; **Hrdějovice:** Ing. Jan Fau, Dlouhá 329; **Cheb:** EFREX, s. r. o., Karlova 31; **Chomutov:** DDD Knihkupectví – Antikvariát, Ruská 85; **Kadaň:** Knihařství – Příbicková, J. Švermy 14; **Kladno:** eL VaN, Ke Stadionu 1953; **Klatovy:** Krameriovo knihkupectví, nám. Míru 169; **Liberec:** Podještědské knihkupectví, Moskevská 28; **Litoměřice:** Jaroslav Tvrdík, Lidická 69, tel.: 416 732 135, fax: 416 734 875; **Most:** Knihkupectví „U Knihomila“, Ing. Romana Kopková, Moskevská 1999; **Olomouc:** ANAG, spol. s r. o., Denisova č. 2, Zdeněk Chumchal – Knihkupectví Tycho, Ostružnická 3; **Ostrava:** LIBREX, Nádražní 14, Profesio, Hollarova 14, SEVT, a. s., Nádražní 29, Petr Gřeš, Markova 34; **Otrokovice:** Ing. Kučeřík, Jungmannova 1165; **Pardubice:** LEJHANEC, s. r. o., třída Míru 65; **Plzeň:** ADMINA, Úslavská 2, EDICUM, Vojanova 45, Technické normy, Lábkova pav. č. 5; **Praha 1:** Dům učebnic a knih Černá Labuť, Na Poříčí 25, FIŠER-KLEMENTINUM, Karlova 1, LINDE Praha, a. s., Opletalova 35, NEOLUXOR s. r. o., Václavské nám. 41; **Praha 2:** ANAG, spol. s r. o., nám. Míru 9 (Národní dům); **Praha 4:** SEVT, a. s., Jihlavská 405, Donáška tisku, Nuselská 53, tel.: 272 735 797-8; **Praha 5:** SEVT, a. s., E. Peškové 14; **Praha 6:** PPP – Staňková Isabela, Puškinovo nám. 17; **Praha 8:** JASIPA, Zenklova 60, Specializovaná prodejna Sbírky zákonů, Sokolovská 35, tel.: 224 813 548; **Praha 9:** Abonentní tiskový servis-Ing. Urban, Jablonecká 362, po-pá 7-12 hod., tel.: 286 888 382, e-mail: tiskovy.servis@abonent.cz; **Praha 10:** BMSS START, s. r. o., Vinohradská 190; **Prerov:** Knihkupectví EM-ZET, Bartošova 9; **Sokolov:** KAMA, Kalousek Milan, K. H. Borovského 22, tel.: 352 303 402; **Šumperk:** Knihkupectví D&G, Hlavní tř. 23; **Tábor:** Milada Šimonová – EMU, Budějovická 928; **Teplice:** Knihkupectví L & N, Masarykova 15; **Trutnov:** Galerie ALFA, Bulharská 58; **Ústí nad Labem:** Severočeská distribuční, s. r. o., Havířská 327, tel.: 475 259 032, fax: 475 259 029, Kartoony, s. r. o., Solvayova 1597/3, Vazby a doplňování Sbírky zákonů včetně dopravy zdarma, tel.+fax: 475 501 773, www.kartoon.cz, e-mail: kartoon@kartoon.cz; **Zábřeh:** Mgr. Ivana Patková, Žižkova 45; **Žatec:** Prodejna U Pivovaru, Žižkovo nám. 76, Jindřich Procházka, Bezděkov 89 – Vazby Sbírek, tel.: 415 712 904. **Distribuční podmínky předplatného:** jednotlivé částky jsou expedovány neprodleně po dodání z tiskárny. Objednávky nového předplatného jsou vyřizovány do 15 dnů a pravidelné dodávky jsou zahajovány od nejbližší částky po ověření úhrady předplatného nebo jeho zálohy. Částky vyšlé v době od zaevdování předplatného do jeho úhrady jsou doposílány jednorázově. Změny adres a počtu odebíraných výtisků jsou prováděny do 15 dnů. **Reklamacce:** informace na tel. číslech 516 205 174, 519 305 174. V písemném styku vždy uvádějte IČO (právnícká osoba), rodné číslo (fyzická osoba). **Podávání novinových zásilek** povoleno Českou poštou, s. p., Odstěpný závod Jižní Morava Ředitelství v Brně č. j. P/2-4463/95 ze dne 8. 11. 1995.