

## ZARIADENIA NA MECHANICKÉ SKÚŠKY MATERIÁLOV

### A. Všeobecné ustanovenia

#### 1. Vymedzenie meradiel a spôsob ich metrologickej kontroly

- 1.1 Táto príloha upravuje zariadenie na mechanické skúšky materiálov, ktoré sa používa na statické skúšky materiálov ťahom, tlakom, ohybom, šmykom a tečením v ťahu a ktorého integrálnou súčasťou je meradlo sily ako určené meradlo podľa § 11 zákona.
- 1.2 Zariadenie na mechanické skúšky materiálov sa člení na
  - a) skúšobný trhací stroj a skúšobný lis,
  - b) stroj na skúšanie tečenia materiálu v ťahu so zaťažovacím zariadením
    1. pákovým a s priamym zaťažením,
    2. pružinovým,
    3. iným,
  - c) kyvadlové kladivo na skúšky vrubovej a rázovej húževnatosti materiálov (ďalej len „kyvadlové kladivo“).
- 1.3 Zariadenie na mechanické skúšky materiálov pred uvedením na trh podlieha prvotnému overeniu.
- 1.4 Zariadenie na mechanické skúšky materiálov, ktoré pri overení vyhovie ustanoveným požiadavkám, sa označí overovacou značkou a vydá sa doklad o overení.
- 1.5 Zariadenie na mechanické skúšky materiálov počas jeho používania ako určené meradlo podlieha následnému overeniu. Postup pri následnom overení je zhodný s postupom pri prvotnom overení.

#### 2. Pojmy

- 2.1 Skúšobný trhací stroj je skúšobný stroj, v ktorom sa pôsobením zaťažovacieho zariadenia zväčšuje vzdialenosť medzi spínacími čeľuťami, a ktorý je určený najmä na skúšky ťahom.
- 2.2 Skúšobný lis je skúšobný stroj určený najmä na skúšky tlakom a ohybom.
- 2.3 Stroj na skúšky ťahom a tlakom je skúšobný stroj, ktorý zlučuje funkcie strojov podľa bodov 2.1 a 2.2.
- 2.4 Stroj na skúšanie tečenia materiálu v ťahu je skúšobný stroj, v ktorom sú skúšobné telesá zaťažené ťahom stálou silou a pri stálej teplote.
- 2.5 Zaťažovacie zariadenie je časť skúšobného stroja alebo lisu určená na vyvodenie sily zaťažujúcej skúšobné teleso.
- 2.6 Skúšobné teleso je teleso vyrobené z materiálu, ktorý je predmetom skúšky.
- 2.7 Zaťažovacie teleso je súčasť zaťažovacieho zariadenia vyvodzujúceho silu pôsobením tiaže tohto telesa.
- 2.8 Kyvadlové kladivo je zariadenie, ktoré sa používa na skúšku rázom v ohybe podľa Charpyho.

- 2.9 Kyvadlové kladivo na priemyselné účely sa používa na priemyselné skúšky alebo laboratórne skúšky kovových materiálov; toto kyvadlové kladivo sa nepoužíva na určenie referenčných hodnôt práce spotrebovanej na prerazenie referenčnej skúšobnej tyče.
- 2.10 Kyvadlové kladivo, ktoré sa používa na určenie hodnoty referenčnej skúšobnej tyče, sa na tento účel špeciálne kalibruje; požiadavky na kalibráciu sú prísnejšie ako požiadavky na kyvadlové kladivo určené na priemyselné účely v závislosti od požadovanej neistoty určenia referenčných hodnôt skúšobných tyčí.
- 2.11 Opora je časť kyvadlového kladiva, ktorá tvorí zvislú rovinu, ktorá zadržiava skúšobnú tyč pri prerázaní; táto rovina opôr je kolmá na rovinu podpier.
- 2.12 Podpera je časť kyvadlového kladiva, ktorá tvorí vodorovnú rovinu, na ktorej je skúšobná tyč pred prerazením kyvadlom; táto rovina podpier je kolmá na rovinu opôr.

## **B. Skúšobný trhací stroj, skúšobný lis a stroj na skúšanie tečenia materiálu v ťahu**

### **1. Technické požiadavky**

- 1.1 Skúšobný trhací stroj, skúšobný lis a stroj na skúšanie tečenia materiálu v ťahu (ďalej len „skúšobný stroj“) a ich príslušenstvo sa vyrábajú z dostatočne trvanlivých a stabilných materiálov, ktoré za podmienok používania odolávajú vplyvu prostredia.
- 1.2 Skúšobný stroj sa umiestňuje v suchej miestnosti zbavenej prachu a škodlivých výparov.
- 1.3 Skúšobný stroj môže byť namontovaný na pevnom stojane alebo môže byť prenosný.
- 1.4 Prenosný skúšobný stroj má zariadenie, ktoré umožňuje jeho postavenie do správnej polohy a spoľahlivú olovnicu alebo vodováhu na kontrolu správneho postavenia.
- 1.5 Skúšobný stroj sa vybaví vyrovnávacím zariadením.
- 1.6 Skúšobný stroj je zabezpečený proti nepriaznivým vplyvom podmienok okolia.
- 1.7 Konštrukcia a spínacie systémy umožňujú ošové pôsobenie sily.
- 1.8 Pohybový mechanizmus skúšobného stroja dovoľuje stálu a plynulú zmenu sily a umožňuje nastavenie jednotlivých hodnôt sily s dostatočnou presnosťou. Pohybový mechanizmus skúšobného stroja vyhovuje požiadavkám na rýchlosť deformácie skúšobného telesa pôsobením jednotlivej sily tak, že umožňuje odčítať aktuálnu silu z indikačného zariadenia. Pri použití závaží je indikačným zariadením stupnica meracieho zariadenia sily skúšobného stroja a pri použití silomerov je to stupnica etalónu.
- 1.9 Konštrukcia skúšobného stroja zabezpečuje jeho stálosť, spoľahlivosť a tuhosť pri dlhodobom používaní.
- 1.10 Skúšobný stroj sa vybaví meracím zariadením sily, ktoré môže mať čiarkovú stupnicu, číslicovú stupnicu alebo registračné zariadenie. Čiarková stupnica môže byť priama alebo nepriama.
- 1.11 Hrúbka značky stupnice je rovnaká a šírka ukazovateľa alebo šírka stopy pri použití registračného zariadenia sa približne rovná hrúbke značiek stupnice.
- 1.12 Pri použití číslicovej stupnice sily sa horná medza meracieho rozsahu vyjadruje najmenej štyrmi číslicami.
- 1.13 Na štítku pripevnenom ku skúšobnému stroju je zreteľne a nezmazateľne uvedené
  - a) meno výrobcu alebo značka výrobcu,

- b) typ určeného meradla,
  - c) výrobné číslo a
  - d) merací rozsah.
- 1.14 Miesto na umiestnenie overovacej značky sa vyhradí na skúšobnom stroji tak, že overovacia značka zaručuje neodstrániteľnosť výrobného štítku.

## 2. Metrologické požiadavky

- 2.1 Skúšobný trhací stroj a skúšobný lis sa zaraďuje do triedy presnosti 0,5, 1, 2 a 3.
- 2.2 Skúšobný lis na skúšky zatvrdnutého betónu sa zaraďuje do triedy presnosti 1, 2 a 3.
- 2.3 Stroj na skúšanie tečenia materiálu v ťahu má triedu presnosti 1.
- 2.4 Metrologické požiadavky na meracie zariadenie sily skúšobného stroja pre jednotlivé triedy presnosti sú uvedené v tabuľke č. 1.

Tabuľka č. 1

Trieda presnosti	Najväčšia dovolená relatívna hodnota [%]				
	Chyba meradla $q$	Opakovateľnosť $b$	Chyba spätného chodu $u$	Chyba nuly $f_0$	Rozlíšiteľnosť $a$
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

- 2.5 Meracie zariadenie sily spĺňa metrologické požiadavky podľa bodu 2.3 najmenej v intervale medzi 1/5 meracieho rozsahu a menovitou hodnotou meracieho rozsahu.
- 2.6 Najväčšia dovolená relatívna chyba je vyjadrená ako percentuálny zlomok skutočnej sily  $\bar{F}$ .

## 3. Metódy skúšania pri overení

- 3.1 Kontroluje sa vyhotovenie a správnosť funkcie meracieho zariadenia sily a vykonáva sa skúška meracieho zariadenia sily.
- 3.2 Pri kontrole vyhotovenia sa preverí, či skúšobný stroj svojou konštrukciou zodpovedá požiadavkám podľa tejto prílohy, technickej normy alebo inej obdobnej technickej špecifikácii s porovnateľnými alebo prísnejšími požiadavkami a dokumentácií.
- 3.3 Skúška skúšobného stroja sa vykonáva pre každý z použitých meracích rozsahov sily s najčastejšie používaným meracím zariadením sily. Používané dodatočné zariadenie, ktoré môže ovplyvniť meracie zariadenie sily, sa tiež preskúša.
- 3.4 Ak má skúšobný stroj niekoľko meracích zariadení sily, považuje sa každé meracie zariadenie sily za samostatný skúšobný stroj.
- 3.5 Skúška skúšobného stroja sa vykonáva pomocou etalónového silomera. Pre sily do 500 N vrátane sa použije zaťažovacie teleso známej hmotnosti. Ak ide o skúšku pomocou zaťažovacieho telesa, zaznamená sa hodnota miestneho tiažového zrýchlenia.

- 3.6 Ak to skúšobný stroj dovoľuje, každá skúška sa vykonáva pomaly narastajúcou silou.
- 3.7 Etalónový silomer použitý pri skúške má preukázanú nadväznosť.
- 3.8 Etalónový silomer vyhovuje požiadavkám podľa technickej normy alebo inej obdobnej technickej špecifikácie s porovnateľnými alebo prísnejšími požiadavkami. Trieda presnosti etalónového silomera je vyššia, ako je trieda presnosti overovaného skúšobného stroja. Pri použití zaťažovacieho telesa sa relatívna chyba sily vyvinutej týmito telesami rovná  $\pm 0,1$  % alebo je menšia.
- 3.9 Pri overení skúšobného stroja sa určí rozlíšiteľnosť indikačného zariadenia skúšobného stroja, ktorá sa vyjadří v **N**.
- 3.10 Rozlíšiteľnosť  $r$  indikačného zariadenia s analógovou stupnicou sa určí ako 1/10, 1/5 alebo 1/2 hodnoty dielika analógovej stupnice vyjadrenej v jednotkách sily v závislosti od pomeru medzi šírkou ukazovateľa alebo stopy a vzdialenosti medzi stredom dvoch susedných značiek stupnice, t. j. dĺžky dielika.
- Použije sa hodnota rozlíšiteľnosti, ktorá sa rovná 1/10 hodnoty analógového dielika, ak je dĺžka dielika rovná 2,5 mm alebo je väčšia.
- 3.11 Za rozlíšiteľnosť indikačného zariadenia s číslicovou indikáciou sa považuje tá hodnota indikačného zariadenia, ktorá sa pri nezaťaženom silomere nemení o viac ako o jednu číselnú hodnotu. Ak sa pri odľahčenom silomere indikácia na indikačnom zariadení mení viac ako o jednu číselnú hodnotu, považuje sa rozlíšiteľnosť za rovnú 1/2 rozsahu kolísania.
- 3.12 Relatívna rozlíšiteľnosť  $a$  indikačného zariadenia sily v % je určená vzťahom:

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

kde:  $r$  je rozlíšiteľnosť určená podľa bodov 3.9, 3.10 a 3.11,  
 $F$  je sila v skúšobnom bode.

- 3.13 Relatívna rozlíšiteľnosť je overená pre všetky jednotlivé hodnoty sily stupnice nad 1/5 meracieho rozsahu. Relatívna rozlíšiteľnosť, relatívna chyba meradla, relatívna opakovateľnosť, relatívna chyba spätného chodu a relatívna chyba nuly neprekročia hodnoty podľa tabuľky č. 1 pre triedu presnosti skúšobného stroja.
- Dolná medza sa môže určiť aj nižšia ako 1/5 meracieho rozsahu. Skúšobný stroj vyhovuje triede presnosti vtedy, ak spĺňa požiadavky uvedené v tabuľke č. 1.
- 3.14 Meradlo sa na požiadanie preskúša aj pri spätnom chode. Rozdiel medzi hodnotami získanými pri vzrastajúcej sile a klesajúcej sile umožňuje vypočítať relatívnu chybu spätného chodu v % vzťahom:

$$u = \frac{F - F'}{F} \times 100,$$

alebo pri preskúmaní, ktoré je vykonané pri konštantnej skutočnej sile podľa vzťahu:

$$u = \frac{F'_i - F_i}{\bar{F}_i} \times 100,$$

kde:  $F$  je skutočná sila udávaná silomerom alebo vyvinutá zaťažovacími telesami pri narastajúcej skúšobnej sile,

$F'$  je skutočná sila udávaná silomerom alebo vyvinutá zaťažovacími telesami pri klesajúcej skúšobnej sile,

$F_i$  je sila odčítaná na indikačnom zariadení sily skúšobného stroja pri narastajúcej skúšobnej sile,

$F'_i$  je sila odčítaná na indikačnom zariadení sily skúšobného stroja pri klesajúcej skúšobnej sile,

$\bar{F}_i, \bar{F}$  je aritmetický priemer meraní  $F_i$  a  $F$  pre jednotlivú silu.

3.15 Po skúške meradla sa výsledky merania vyhodnotia podľa týchto vzťahov:

Relatívna chyba meradla vyjadrená ako percentuálny zlomok skutočnej sily  $\bar{F}$  je určená vzťahom:

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

3.15.1 Pri preskúšaní vykonaného pomocou konštantnej skutočnej sily je relatívna chyba meradla určená vzťahom:

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

3.15.2 Relatívna opakovateľnosť je pre každú jednotlivú silu rozdiel medzi najväčšou  $F_{max}$  a najmenšou  $F_{min}$  nameranou silou vo vzťahu k priemeru  $\bar{F}$ . Je vyjadrená v % vzťahom:

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

3.15.3 Pri preskúšaní vykonaného pomocou konštantnej skutočnej sily je relatívna opakovateľnosť určená vzťahom:

$$b = \frac{F_{i\ max} - F_{i\ min}}{F} \times 100,$$

kde:  $F_{i\ max}, F_{max}$  je najväčšia hodnota  $F_i$  alebo  $F$  pre jednotlivú silu,

$F_{i\ min}, F_{min}$  je najmenšia hodnota  $F_i$  alebo  $F$  pre jednotlivú silu.

3.16 Rozšírená neistota merania pri prvotnom overení a následnom overení neprekročí 1/3 najväčšej dovolenej chyby skúšobného stroja. Pri výpočte rozšírenej neistoty sa použije koeficient pokrytia  $k = 2$ .

3.17 Pri overení skúšobného lisu na skúšky zatvrdnutého betónu sa okrem kontroly a skúšania meracieho zariadenia vykonajú aj skúšky zavádzania sily, rovinnosti tlačných dosiek a regulácie rýchlosti zaťažovania podľa technickej normy alebo inej obdobnej technickej špecifikácie s porovnateľnými alebo prísnejšími požiadavkami.

## C. Kyvadlové kladivo

### 1. Technické požiadavky

1.1 Kyvadlové kladivo a jeho príslušenstvo sa vyrába z dostatočne trvanlivého a stabilného materiálu, ktorý za bežných podmienok používania odoláva vplyvu prostredia.

1.2 Kyvadlové kladivo sa umiestňuje v suchej miestnosti zbavenej prachu a škodlivých výparov.

- 1.3 Hmotnosť rámu kyvadlového kladiva je najmenej 40 násobok hmotnosti kyvadla a uvádza sa v dokumentácii.
- 1.4 Nôž kyvadla má šírku od 10 mm do 18 mm.
- 1.5 Spúšťací mechanizmus kyvadla z jeho počiatočnej polohy pracuje voľne a spúšťa kyvadlo bez akéhokoľvek počiatočného trhnutia, oneskorenia alebo podnetu na priečnu vibráciu. Ak tento mechanizmus obsahuje brzdivý systém, zamedzí sa nežiaduca činnosť brzdy.
- 1.6 Kyvadlové kladivo môže mať referenčnú rovinu, od ktorej sa meria.
- 1.7 Kyvadlové kladivo sa nastavuje tak, že referenčná rovina je vodorovná s najväčším sklonom  $0,11^\circ$ .
- 1.8 Os otáčania kyvadla je rovnobežná s referenčnou rovinou, pričom odchýlka ich rovnobežnosti môže byť najviac  $0,11^\circ$ . Túto skutočnosť potvrdí výrobca.
- 1.9 Pri kyvadlovom kladive bez referenčnej roviny je os otáčania kyvadla vodorovná s najväčším sklonom  $0,23^\circ$ . Ak kyvadlové kladivo nemá obrobenú referenčnú rovinu, splnenie tejto požiadavky sa preskúša priamou metódou.
- 1.10 Ak je kyvadlo voľné, visí tak, že nárazová hrana noža je  $\pm 0,5$  mm od miesta, v ktorom sa dotýka skúšobnej tyče.
- 1.11 Kyvadlo sa kýva v rovine kolmej na os otáčania, pričom odchýlka od kolmosti môže byť najviac  $0,17^\circ$ .
- 1.12 Nárazová hrana noža je v dotyku so skúšobnou tyčou pozdĺž celej jej dĺžky.
- 1.13 Kyvadlo sa usadí tak, že stred nárazovej hrany noža splýva so strednou rovinou medzi oporami skúšobnej tyče na  $\pm 0,5$  mm.
- 1.14 Axiálna vôľa ložísk kyvadla meraná v mieste noža neprekročí 0,25 mm, ak na stred noža pôsobí axiálna sila zodpovedajúca približne 4 % tiaže kyvadla.
- 1.15 Radiálna vôľa ložísk kyvadla neprekročí 0,08 mm, ak sa pôsobí silou  $150 \text{ N} \pm 10 \text{ N}$  vo vzdialenosti  $L$  kolmo na rovinu kyvu.
- 1.16 Podpery sú v jednej a tej istej rovine; vzdialenosť medzi rovinami podpier neprekročí 0,1 mm.
- 1.17 Podpery sú také, že os skúšobnej tyče je rovnobežná s osou otáčania kyvadla, pričom odchýlka rovnobežnosti osi skúšobnej tyče a osi otáčania kyvadla môže byť najviac  $0,17^\circ$ .
- 1.18 Opory sú v jednej a tej istej rovine; vzdialenosť medzi oboma rovinami neprekročí 0,1 mm.
- 1.19 Uhol medzi rovinou opôr a rovinou podpier je  $90^\circ \pm 0,10^\circ$ .
- 1.20 Vzdialenosť medzi oporami je  $(40_{-0}^{+0,20})$  mm.
- 1.21 Polomer zaoblenia opôr je  $(1_{-0}^{+0,5})$  mm.
- 1.22 Uhol sklonu opôr je  $11^\circ \pm 1^\circ$ .
- 1.23 Svetlosť medzi oporami a kyvadlom je dostatočná, prerazené časti skúšobnej tyče spadnú voľne z kyvadlového kladiva s najmenším vplyvom a bez spätného dopadu na kyvadlo skôr, ako dokončí kyv. Žiadna časť kyvadla, ktorá prechádza medzi oporami, nie je hrubšia ako 18 mm.
- 1.24 Pri kyvadle tvaru C prerazené časti skúšobnej tyče nedopadnú späť na kyvadlo, ak je vôľa na oboch koncoch skúšobnej tyče väčšia ako 13 mm.

- 1.25 Pri kyvadle tvaru  $U$  sa zabráni spätnému dopadu časti prerazenej skúšobnej tyče na kyvadlo.
- 1.26 Na kyvadlovom kladive, ktoré používa kyvadlo tvaru  $U$ , sa inštalujú bezpečnostné plechové kryty, ktoré spĺňajú tieto požiadavky:
- hrúbka približne 1,5 mm,
  - najmenšia tvrdosť 45 HRC,
  - polomer zaoblenia hrán najmenej 1,5 mm,
  - poloha taká, že vôľa medzi bezpečnostným plechovým krytom a kyvadlom neprekročí 1,5 mm.
- 1.27 Na štítku pripevnenom na kyvadlovom kladive je zreteľne a nezmazateľne uvedené
- meno výrobcu alebo značka výrobcu,
  - typ meradla,
  - výrobné číslo a rok výroby a
  - merací rozsah.
- 1.28 Na umiestnenie overovacej značky sa na kyvadlovom kladive vyhradí miesto tak, že overovacia značka zabezpečí neodstrániteľnosť výrobného štítku.

## 2. Metrologické požiadavky

- 2.1 Metrologické požiadavky pri skúške priamou metódou:
- potenciálna energia  $A_P$  sa neodlišuje od menovitej energie  $A_N$  o viac ako  $\pm 1,0 \%$ .
  - chyba indikácie  $A_S$  vyhovuje podľa bodu 3.5.2.
  - straty trením neprekročia 0,5 % menovitej energie  $A_N$ .
  - nárazová rýchlosť je od 5,0 m/s do 5,5 m/s; pri kyvadlovom kladive vyrobenom pred r. 1983 je dovolená hodnota od 4,5 m/s do 7,0 m/s.
- 2.2 Metrologické požiadavky pri skúške nepriamou metódou:
- najväčšia dovolená chyba a opakovateľnosť je uvedená v tabuľke č. 2, kde  $E$  je referenčná hodnota energie Charpyho referenčnej skúšobnej tyče s V-vrubom.
  - opakovateľnosť sa vypočíta z energií spotrebovaných na prerazenie piatich skúšobných tyčí a je charakterizovaná hodnotou  $E_{\max} - E_{\min}$ .

Tabuľka č. 2

Úroveň energie [J]	Opakovateľnosť [J]	Najväčšia dovolená chyba [J]
< 40	$\leq 6$	< 4
$\geq 40$	$\leq 15 \% z E$	< 10 % z E

## 3. Metódy skúšania pri overení

- 3.1 Kontroluje sa vyhotovenie a správnosť funkcie meracieho zariadenia a vykonáva sa skúška meradla priamou alebo nepriamou metódou.

- 3.2 Pri kontrole vyhotovenia sa preverí, či meracie zariadenie svojou konštrukciou zodpovedá požiadavkám podľa tejto prílohy, technickej normy alebo inej obdobnej technickej špecifikácii s porovnateľnými alebo prísnejšími požiadavkami a dokumentácií.
- 3.3 Priama metóda umožňuje statické a oddelené preskúšanie jednotlivých fyzikálnych a geometrických vlastností kyvadlového kladiva.
- 3.4 Nepriama metóda je celková metóda skúšania kyvadlového kladiva, ktorá používa Charpyho referenčné skúšobné tyče s V-vrubom.
- 3.5 Skúška priamou metódou
- 3.5.1 Predmetom skúšky je
- stojan kyvadlového kladiva,
  - kyvadlo,
  - poloha stojanu alebo kyvadla,
  - podpery a opory skúšobnej tyče,
  - poloha stredu nárazu,
  - zariadenie na indikáciu hodnoty energie,
  - počiatočná potenciálna energia,
  - chyba indikácie energie,
  - straty trením,
  - nárazová rýchlosť.
- 3.5.2 Pri skúške kyvadlového kladiva priamou metódou sa chyba indikovanej energie  $A_S$  určí tak, že sa
- preskúša delenie stupnice indikačného zariadenia energie, ktoré zodpovedá 10 %, 20 %, 30 %, 50 % alebo 60 % a 80 % počiatočnej potenciálnej energie  $A_N$ ,
  - zdvihne kyvadlo, ktoré poháňa indikačné zariadenie, kým indikovaná hodnota energie nezodpovedá skúšanej hodnote stupnice a
  - zmeria sa uhol vzostupu  $\beta$ .
- 3.5.2.1 Toto meranie sa vykonáva pomocou katetometra alebo uhlomernej libely s presnosťou  $\pm 0,065^\circ$ .
- 3.5.2.2 Spotrebovaná energia je rovná

$$A_V = M \times (\cos \beta - \cos \alpha),$$

kde:  $\alpha$  je uhol pádu,

$\beta$  je uhol vzostupu

$M$  je moment kyvadla určený z tiažovej sily kyvadla  $F$  a dĺžky kyvadla  $l_2$ .

- 3.5.2.3 Rozdiel medzi indikovanou energiou  $A_S$  a spotrebovanou energiou  $A_V$  vypočítaný na základe nameraných hodnôt neprekročí  $\pm 1\%$  spotrebovanej energie  $A_V$  alebo  $\pm 0,5\%$  potenciálnej energie  $A_P$ . Je dovolené vziať do úvahy vypočítanú hodnotu, ktorá je výhodnejšia, to znamená, že

$$\left| \frac{A_S - A_V}{A_V} \right| \times 100 \leq 1,0 \text{ (od 80 \% menovitej energie } A_N \text{ do 50 \% menovitej energie } A_N \text{ vrátane),}$$



$$\left| \frac{A_S - A_V}{A_P} \right| \times 100 \leq 0,5 \text{ (pod 50 \% menovitej energie } A_N).$$

Z presnosti požadovanej na odmeranie  $F$ ,  $l_2$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  vyplýva pre  $A_V$  celková stredná chyba približne  $\pm 0,3$  % menovitej energie.

### 3.5.3 Straty trením

3.5.3.1 Práca spotrebovaná pri prerazení skúšobnej tyče sa rovná rozdielu medzi potenciálnou energiou a zostatkovou energiou indikovanou po vzostupe kyvadla. Tieto straty sa vypočítajú ako straty

- trením spôsobené vlečením ukazovateľa,
- následkom odporu vzduchu a trenia v ložiskách.

#### 3.5.3.2 Straty trením spôsobené vlečením ukazovateľa

3.5.3.2.1 Ukazovateľ sa uvedie do polohy, ktorá zodpovedá nulovému uhlu vzostupu, kyvadlo sa nechá voľne prekyvnuť (uhol pádu  $\alpha$ ) bez vloženej skúšobnej tyče a odčíta sa uhol vzostupu  $\beta_1$  alebo priamo energia  $E_1$ .

3.5.3.2.2 Potom, bez prestavenia ukazovateľa, sa nechá kyvadlo prekyvnuť druhýkrát z polohy, ktorá zodpovedá uhlu pádu a odčíta sa nový uhol vzostupu  $\beta_2$  alebo priamo energia  $E_2$ .

3.5.3.2.3 Straty trením spôsobené vlečením ukazovateľa sa rovnajú

- $p = M \times (\cos \beta_1 - \cos \beta_2)$ , ak sa stupnica delí v stupňoch alebo
- $p = E_1 - E_2$ , ak sa stupnica delí v jednotkách energie.

2.5.1.1.1 Pri tomto výpočte sa použijú stredné hodnoty  $\beta_1$  a  $\beta_2$  alebo  $E_1 - E_2$  z troch meraní.

#### 2.5.1.2 Straty následkom odporu vzduchu a trenia v ložiskách

2.5.1.2.1 Tieto straty sa pre jeden kyv vypočítajú takto:

2.5.1.2.2 Po určení  $\beta_2$  alebo energie  $E_2$  sa kyvadlo vráti do jeho počiatočnej polohy. Bez opätovného nastavenia ukazovateľa, sa kyvadlo spustí a nechá sa vykonať 10 kyvov. Keď kyvadlo začne vykonávať 11. kyv, pohne sa ukazovateľom približne o 5 % späť z jeho maximálnej dosiahnutej polohy a zaznamená sa hodnota  $\beta_3$ . Straty trením v ložiskách a následkom odporu vzduchu pre jeden kyv sú:

- $p' = \frac{1}{10} M(E \cos \beta_3 - \cos \beta_2)$ , ak sa stupnica delí v stupňoch alebo
- $p' = \frac{1}{10} (E_3 - E_2)$ , ak sa stupnica delí v jednotkách energie.

2.5.1.3 Celkové straty  $p + p'$  zmerané týmto spôsobom neprekročia 0,5 % menovitej energie  $A_N$ .

2.5.1.3.1 Korekciu strát, ktoré zodpovedajú uhlu vzostupu  $\beta$  je možné vypočítať, ak sú straty úmerné prebehnutému uhlu podľa vzťahu:

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

2.5.1.3.2 Táto približná hodnota sa blíži ku skutočnej korekčnej hodnote so znižovaním spotrebovanej práce.

2.5.2 Nárazová rýchlosť sa vypočíta podľa vzťahu:

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

kde:  $v$  je nárazová rýchlosť v m/s,

$g$  je zrýchlenie voľného pádu  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ,

$\alpha$  je uhol pádu,

$L$  je vzdialenosť medzi stredom noža a osou otáčania v **m**.

- 2.5.2.1 Táto rýchlosť je od 5,0 m/s do 5,5 m/s. Pri kyvadlovom kladive vyrobenom pred r. 1983 je dovolená hodnota od 4,5 m/s do 7,0 m/s a je zaznamenaná v doklade o overení.
- 2.5.3 Pri skúške priamou metódou kyvadlové kladivo vyhovuje, ak spĺňa požiadavky podľa bodu 3.1.
- 2.5.4 Skúška priamou metódou sa vykoná, ak
- je kyvadlové kladivo inštalované, demontované alebo premiestnené a pri skončení času platnosti overenia a
  - skúška nepriamou metódou udáva výsledky, ktoré sú nevyhovujúce.
- 2.5.4.1 Zjednodušená skúška priamou metódou, ktorá sa týka geometrických vlastností kyvadlového kladiva sa vykonáva pred každou skúškou nepriamou metódou.
- 2.5.5 Rozšírená neistota merania pri prvotnom overení a následnom overení neprekročí  $\pm 0,3 \%$ . Pri výpočte rozšírenej neistoty sa použije koeficient pokrytia  $k = 2$ .
- 3.6 Skúška nepriamou metódou
- 3.6.1 Pri tejto skúške sa určí spotrebovaná práca prerazením Charpyho referenčnej skúšobnej tyče s V-vrubom zo série tyčí, ktorých energia potrebná na prerazenie je známa. Berie sa do úvahy celková práca spotrebovaná na prerazenie skúšobnej tyče.
- 3.6.2 Celková spotrebovaná práca pozostáva z
- práce spotrebovanej na prerazenie skúšobnej tyče a
  - vnútorných energetických strát kyvadlového kladiva pri prvom kyve z počiatočnej polohy.
- 3.6.3 Energetické straty sa rovnajú
- odporu vzduchu a trenia v ložiskách a trenia spôsobeného vlečením ukazovateľa; tieto straty je možné určiť pomocou priamej metódy,
  - otrasom základu a chveniu stojana a kyvadla, pre ktoré neboli vyvinuté vhodné meracie metódy.
- 3.6.4 Pri výpočte sa neberie do úvahy práca spotrebovaná
- na deformáciu opôr a stredú noža a
  - trením skúšobnej tyče na povrchu podpier.
- 3.6.5 Charpyho referenčná skúšobná tyč s V-vrubom, ktorá sa používa pri overení kyvadlového kladiva nepriamou metódou, je nadviazaná na skúšobnú tyč. Referenčná skúšobná tyč sa použije podľa pokynov dodávateľa.
- 3.6.6 Skúška nepriamou metódou sa
- skúša po inštalácii a po väčšej demontáži, po premiestnení alebo oprave pri skončení času platnosti overenia,

- b) skúša najmenej pre dve úrovne energie vo vnútri meracieho rozsahu kyvadlového kladiva, pre ktoré existuje Charpyho referenčná skúšobná tyč s V-vrubom; tieto dve úrovne sú čo najbližšie medziam tohto rozsahu a ak sa vykonajú skúšky pre viac ako dve úrovne energie, dodatočné úrovne sú rovnomerne rozdelené v meracom rozsahu s prihliadnutím na referenčnú skúšobnú tyč, ktorá je k dispozícii,
  - c) prerazí päť skúšobných tyčí pre každú úroveň; skúška sa vykonáva so skúšobnými tyčami pri teplote  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- 3.6.7 Pri skúške nepriamou metódou kyvadlové kladivo vyhovuje, ak hodnota opakovateľnosti a hodnota chyby spĺňajú požiadavky podľa tabuľky č. 2.
- 3.6.8 Ak kyvadlové kladivo nespĺňa požiadavky na hodnotu opakovateľnosti a na hodnotu chyby, zistí sa príčina použitím skúšky priamou metódou.