

Na osnovu člana 33. stav 1. Zakona o mernim jedinicama i merilima ("Službeni list SFRJ", br. 9/84), direktor Saveznog zavoda za mere i dragocene metale propisuje

METROLOŠKO UPUTSTVO ZA PREGLED AREOMETARA

1. OPŠTE ODREDBE

1.1. Ovim metrološkim uputstvom se propisuje način pregleda areometara koji odgovaraju uslovima propisanim Pravilnikom o metrološkim uslovima za areometre, objavljenim u "Službenom listu SFRJ", br. 25/85 (u daljem tekstu: Pravilnik).

1.2. Metrološko uputstvo za pregled areometara se označava skraćenom oznakom MUP.GA-(1,2)/1.

1.3. Areometri se pregledaju pojedinačno.

2. OPREMA I MATERIJAL ZA PREGLED

2.1. Oprema za pregled areometara se sastoji od:

- 1) garniture etalonskih areometara;
- 2) staklenih cilindara;
- 3) termostata ili vodenog kupatila;
- 4) laboratorijskih termometara;
- 5) laboratorijske vage;
- 6) lenjira sa nonijusom;
- 7) aparata za ispitivanje unutrašnjeg naprezanja u staklu;
- 8) stativa, levkova i mešalica;
- 9) gumenih listića;
- 10) lanene krpe za brisanje.

2.1.1. Garnitura etalonskih areometara mora da ima veći merni opseg od mernog opsega ispitivanog areometra. Najmanja podela skale svakog etalonskog areometra mora biti manja od odgovarajuće podele ispitivanog areometra.

2.1.2. Stakleni cilindri različitih dimenzija mogu se koristiti za držanje tečnosti u kojoj se ispituju areometri, kao i za ispiranje areometara.

Cilindri u kojima se ispituju areometri moraju biti izradjeni od stakla bez defekata usled kojih bi moglo nastati krivljenje slike pri očitavanju. Osnovica cilindra mora biti tako izradjena da obezbedjuje stabilnost pri radu. Cilindri mogu imati sledeće dimenzije:

- 1) visinu: od 500 mm do 520 mm;
- 2) prečnik: od 100 mm do 120 mm za uronjavanje najviše dva areometra,
170 mm za uronjavanje većeg broja areometara (ne više od pet).

Za ispitivanje areometara mogu se koristiti i stakleni cilindri koji imaju dimenzije različite od navedenih, pod uslovom da prečnik bude najmanje 25 mm veći od prečnika tela areometra, a visina dovoljna da dno areometra, pri slobodnom plivanju, bude najmanje 25 mm udaljeno od unutrašnjeg dna cilindra.

Cilindri za ispiranje areometara mogu imati visinu od 500 mm do 520 mm i prečnik od 60 mm do 80 mm, a moraju se zatvarati poklopcem koji dobro zaptiva.

- 2.1.3. Laboratorijski termometri služe za ispitivanje termometara ugradjenih u telo areometra. Merni opseg termometra mora biti od 0°C do $+50^{\circ}\text{C}$, a najmanja podela $0,1^{\circ}\text{C}$. Najpogodniji su stakleni termometri punjeni živom, a mogu se upotrebiti i drugi termometri pod uslovom da imaju podelu jednaku $0,1^{\circ}\text{C}$ ili manju.
- 2.1.4. Laboratorijska vaga za merenje mase areometra (kad je potrebno izvršiti korekciju zbog kapilarnosti) treba da ima najveće opterećenje od 200 g do 500 g i najmanju podelu od 10 mg.
- 2.1.5. Lenjir sa nonijusom sa najmanjom podelom na 0,05 mm koristi se za proveru dimenzija areometra.
- 2.1.6. Uredjaj za ispitivanje unutrašnjeg naprezanja u staklu daje kvalitativnu sliku naprezanja u staklu pomoću polarizovane svetlosti.
- 2.1.7. Stativi koji služe za držanje areometara u toku ispitivanja mogu biti izradjeni od drveta, metala ili neke odgovarajuće plastične mase.
- 2.1.8. Mešalice za tečnost mogu biti izradjene od stakla ili metala. Za mešanje kiselih i baznih rastvora mogu se upotrebiti samo staklene mešalice.
Najpogodniji oblik mešalice je štapić, koji mora biti duži od cilindra za merenje i na jednom kraju kružno savijen u ravan koja je normalna na njegov prav deo.
- 2.1.9. Gumeni listići služe kao podmetači koji su otporni na kiselinu i koji se postavljaju u cilindar za ispiranje i na radnu površinu na kojoj se radi sa kiselinom.
- 2.1.10. Pored navedene opreme, mogu se koristiti i barometar, higrometar i sekundomer za praćenje i kontrolisanje radnih uslova.
- 2.2. Za ispitivanje areometara koriste se tečnosti sa podešenom gustinom koja odgovara ispitivanoj crti podele na skali areometra.
- 2.2.1. Za pripremu rastvora za ispitivanje areometara koristi se sledeća oprema:
- 1) merni cilindri, pipete, čaše, levci;
 - 2) filtrir-papir;
 - 3) staklena vata;
 - 4) lanene krpe;
 - 5) staklene boce sa šlifovanim zapašaćima, zapremine 2 l;
 - 6) markeri za pisanje po staklu.
- 2.2.2. Tečnosti za ispitivanje areometara se dele u sledeće grupe:
- 1) naftne smeše za merni opseg od 650 kg/m^3 do 860 kg/m^3 ,
 - 2) rastvori vode i etil-alkohola za merni opseg od 870 kg/m^3 do 950 kg/m^3 ,
 - 3) rastvori sumporne kiseline u alkoholu za merni opseg od 960 kg/m^3 do $1\ 010\text{ kg/m}^3$,
 - 4) rastvori sumporne kiseline u vodi za merni opseg od $1\ 000\text{ kg/m}^3$ do $1\ 330\text{ kg/m}^3$,
 - 5) smeše vodenih rastvora HgJ_2 i KJ za merni opseg od $1\ 840\text{ kg/m}^3$ do $2\ 000\text{ kg/m}^3$.

- 2.2.2.1. Naftne smeše, zavisno od potrebne gustine, pripremaju se od petrol-etra (gustine od 690 kg/m^3 do 710 kg/m^3) i benzola (gustine 880 kg/m^3).
- 2.2.2.2. Rastvori vode i etil-alkohola se spravljaју od destilovane vode i prečišćenog alkohola.
- 2.2.2.3. Rastvori sumporne kiseline u alkoholu predstavljaju smešu prečišćenog etil-alkohola razblaženog destilovanom vodom do 85% rastvora i hemijski čiste sumporne kiseline. Ovi rastvori se mogu upotrebljavati za ispitivanje areometara 14 dana posle pripreme.
- 2.2.2.4. Rastvori sumporne kiseline u vodi pripremaju se od hemijski čiste sumporne kiseline i destilovane vode i mogu se koristiti po isteku jednog dana od momenta pripreme.

PAŽNJA: sumpornu kiselinu treba polako i pažljivo sipati u vodu, a nikako obrnuto - vodu u kiselinu.

2.2.2.5. Smeše vodenih rastvora HgJ_2 i KJ spravljaју se rastvaranjem 620 g HgJ_2 i 500 g KJ u 180 g destilovane vode. Rastvaranje se izvodi u vatrostalnoj posudi, uz blago zagrevanje, posle čega se rastvor filtrira. Od dobijenog rastvora, koji ima gustinu oko 3190 kg/m^3 i destilovane vode može se dobiti željena gustina. Prethodno treba proračunati odnos mešanja tečnosti.

PAŽNJA: HgJ_2 i njegovi rastvori su otrovni i pri radu sa njima treba poštovati sledeće mere zaštite:

- 1) sve operacije sa ovim rastvorima moraju se izvoditi u uključenom digestoru;
- 2) pri pripremanju rastvora treba zaštititi disajne puteve od finih kristalnih čestica soli HgJ_2 i KJ, pokriti nos i usta krpom ili salvetom i paziti da otrovni rastvor ne dodje u dodir sa licem i rukama;
- 3) pri zagrevanju treba paziti da rastvor ne padne na električnu ploču ili drugi grejač koji mora uvek da se nalazi u digestoru;
- 4) pri mešanju treba paziti da rastvor ne prska;
- 5) areometar izvadjen iz rastvora mora se odmah spustiti u sud sa protočnom vodom i oprati četkom, a da se pri tom ne dodirne rukom.

2.2.3. Da bi se pripremio rastvor željene gustine, potrebno je računskim putem dobiti zapreminski odnos tečnosti koje se mešaju.

2.2.3.1. Potrebno je izabrati dve tečnosti koje imaju veću i manju gustinu od one koja se želi postići i izračunati razliku gustine svake od ovih tečnosti i željene gustine smeše. Zapremina svake od tečnosti uzete za sastavljanje smeše biće obrnuto srazmerna odgovarajućoj razlici gustina.

PRIMER: potrebno je sastaviti smešu gustine 728 kg/m^3 od benzina gustine 704 kg/m^3 i benzola gustine 791 kg/m^3 .

Izračunavanje se vrši na sledeći način:

$$\begin{array}{l} \text{Benzin } 704 \text{ kg/m}^3 \quad 728 \text{ kg/m}^3 - 704 \text{ kg/m}^3 = 24 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Benzol } 791 \text{ kg/m}^3 \quad 791 \text{ kg/m}^3 - 728 \text{ kg/m}^3 = 63 \text{ kg/m}^3 \end{array}$$

Ako se sa A i B označe zapreminske količine benzina i benzola, može se sastaviti proporcija:

$$A : B = 63 : 24 \text{ odnosno } A : B = 21 : 8$$

To znači da za pripremu naftne smeše željene gustine (728 kg/m^3) treba uzeti 8 zapreminskih delova benzola i 21 zapreminski deo benzina.

Na taj način se dobija smeša koja ima gustinu približnu željenoj. Za fino doterivanje potrebne gustine smeši se dodaju male količine jedne ili druge polazne tečnosti, a vrednost gustine se proverava radnim areometrom.

2.2.3.2. Pri pravljenju vodeno-alkoholnih rastvora određene koncentracije iz dva vodeno-alkoholna rastvora poznate koncentracije izražene u zapreminskim procentima, treba zapreminske procenete prevesti u masene procenete alkohola. Ako su q , q_1 i q_2 koncentracije željenog rastvora i polaznih rastvora izražene u zapreminskim procentima, mase polaznih rastvora m_1 i m_2 su u odnosu:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{P - P_2}{P_1 - P} \quad \text{ili} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{P - P_2}{P_1 - P} \cdot \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

gde su P , P_1 i P_2 koncentracije konačnog rastvora i polaznih rastvora izražene u masenim procentima V_1 i V_2 - zapremine, a ρ_1 i ρ_2 - gustine polaznih rastvora.

2.2.4. Tečnosti kod kojih se pripremaju rastvori za ispitivanje areometara odmeravaju se mernim cilindrima, sipaju u čist stakleni cilindar i pažljivo promešaju. Sveže pripremljene tečnosti za ispitivanje moraju biti savršeno čiste. Ako je tečnost vidljivo uprljana, treba je profiltrirati. Rastvori koji sadrže sumpornu kiselinu filtriraju se kroz staklenu vatu koja se postavlja u stakleni levak. Ostale tečnosti se filtriraju kroz filtrir-papir. Profiltrirane tečnosti za ispitivanje moraju biti homogene i ne smeju sadržavati vazdušne mehuriće. Rastvore spremne za upotrebu treba čuvati u zatvorenim bocama na za to određenom zamračenom mestu.

3. PRIPREMA ZA PREGLED

3.1. Pre nego što se pristupi pregledu, treba obaviti sledeće pripremne radnje:

- 1) čišćenje i sušenje areometra;
- 2) čišćenje staklenih cilindara;
- 3) pripremu pomoćne opreme za pregled.

3.1.1. Areometri se pre uronjavanja u tečnost za ispitivanje moraju oprati 96% etil-alkoholom. Kada se areometri ispituju u naftnim rastvorima, treba ih proprati benzinom koji ima gustinu manju od 730 kg/m^3 . Zatim se areometri drže u stalku pet do deset minuta da bi se osušili i primili temperaturu okoline. Ako je vlažnost vazduha veća od 50%, sušenje treba da traje 30 minuta, a ako ostanu kapljice tečnosti, treba ih obrisati lanenom krpom. Pri brisanju treba izbegavati dugotrajno trljanje da ne bi došlo do pojave statičkog elektriciteta.

Čisti i osušeni areometri ne smeju se dodirivati rukama, a pri uronjavanju u tečnost za ispitivanje treba ih uzimati za vršni deo vrata iznad skale.

3.1.2. Stakleni cilindar u kome se vrši ispitivanje areometara mora se pre sipanja tečnosti za ispitivanje oprati hrom-sumpornom kiselinom (*) ili koncentrovanom sumpornom kiselinom, isprati sa dosta destilovane vode i obrisati čistom lanenom krpom. Na kraju se cilindar ispere malom količinom tečnosti za ispitivanje.

(*) Rastvor hrom-sumporne kiseline se pravi rastvaranjem 15 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ u 500 ml tehničke koncentrovane sumporne kiseline i crvenosmedje je boje, koja se tokom upotrebe menja i na kraju postaje zelena.

Čisti cilindri spremni za ispitivanje areometara ne smeju se dirati rukama sa unutrašnje strane.
Mešalice, takodje, moraju biti čiste i suve.

4. NAČIN PREGLEDA

4.1. Pregled areometara obuhvata:

- 1) prvi pregled;
- 2) periodični pregled.

4.2. Prvi i periodični pregledi areometara obuhvataju:

- 1) spoljašnji pregled;
- 2) proveru tačnosti areometarske skale.

4.2.1. Spoljašnjim pregledom se utvrđuje da li oblik, konstrukcija, natpisi i oznake na areometru ispunjavaju uslove propisane Pravilnikom.

4.2.2. Provera tačnosti areometarske skale obuhvata upoređivanje pokazivanja ispitivanog areometra sa pokazivanjem odgovarajućeg etalonskog areometra, pri istovremenom potapanju u istu tečnost za ispitivanje.

4.2.2.1. Pre nego što se pristupi proveru, potrebno je:

- 1) pripremiti areometre, cilindrične sudove za ispitivanje, mešalicu i ostali pomoćni pribor na način opisan u tač. 3.1.1. i 3.1.2;
- 2) prethodno pripremljene tečnosti za ispitivanje preneti sa mesta gde se čuvaju na mesto gde se vrši ispitivanje;
- 3) obezbediti da se temperatura tečnosti u cilindru ne razlikuje od temperature okoline za više od 1°C;
- 4) u zapisnik o ispitivanju uneti sve podatke o ispitivanom areometru.

4.2.2.2. U stakleni cilindar se pažljivo sipa tečnost za ispitivanje tako da se ne formiraju vazdušni mehurići. Zatim se tečnost pažljivo promeša kretanjem mešalice odozgo naniže neposredno pre uronjavanja. Pri tom treba obuhvatiti ceo stub tečnosti tako da se ne unesu mehurići vazduha. Za potpuno mešanje tečnosti dovoljno je 5 do 7 pokreta mešalicom.

4.2.2.3. U tečnost se prvo uroni areometar koji se pregleda, a zatim etalonski areometar. Areometar se uronjava polako do otprilike 4 mm ispod ispitivane crte podele, a zatim se pustiti da slobodno pliva. Na taj način se obrazuje pravilan menisk. Ako pri uronjavanju u tečnost areometar ostane nepokretan, treba ga podići za oko 4 mm i ponovo pustiti. Ako su vreteno areometra i površina tečnosti čisti, oblik meniska ostaje isti pri oscilovanju areometra oko ravnotežnog položaja. Promenjeni oblik meniska je znak da areometar nije dobro očišćen ili da je površina tečnosti nečista. To dolazi do izražaja naročito kod tečnosti sa većim površinskim naponom.

Ako areometar tone više nego što treba, mora se izvući iz tečnosti i ponovo pripremiti za proveru na način opisan u tački 3.1.1, a zatim opet uroniti u tečnost za ispitivanje.

4.2.2.4. Očitavanje pokazivanja areometra vrši se oko 3 minuta posle uronjavanja u tečnost. Za to vreme treba pažljivo posmatrati areometre da ne bi došlo do njihovog međusobnog dodirivanja ili priiranja za zidove suda.

Očitavanje sa skale etalonskih areometara se vrši uvek u nivou tečnosti bez obzira na njihovu namenu. Isto važi i za ostale areometre, osim onih na kojima se nalazi natpis "čitanje odozgo".

Kad se očitavanje vrši na donjem kraju meniska, tj. u nivou tečnosti, pogled treba usmeriti ispod nivoa tečnosti tako da se osnova meniska vidi u obliku elipse. Zatim pogled treba postepeno dizati sve dok elipsa ne predje u pravu liniju projektovanu na skalu areometra.

Ako se očitavanje vrši na gornjem kraju meniska, posmatra se mesto dodira gornjeg kraja meniska sa vretenom areometra. Pogled treba upraviti malo iznad nivoa tečnosti. Linija dodira tečnosti sa vretenom areometra mora da bude pravilna i horizontalna. Odstupanje od toga pokazuje da areometar nije dobro pripremljen za proveru ili da je površinski sloj tečnosti nečist. U tom slučaju, areometri se moraju ponovo oprati, a tečnost se mora profiltrirati.

4.2.2.5. Ako se posmatrana linija meniska (donji ili gornji njegov deo) pri očitavanju poklapa sa jednom od crta podele na skali, zapisuje se pokazivanje koje odgovara toj crti. Kad se linija nalazi između dve susedne crte podele, vidljivi deo iznad linije meniska proračunava se otprilike u desetim delovima najmanje podele. Na skali na kojoj je najmanje rastojanje manje od 1 mm očitavanje se procenjuje na $1/4$ podeljka.

Pokazivanje na prvoj ispitivanoj crti podele treba zapisati. Zatim se ispitivani areometar polako izvuče iz tečnosti i ako je bio u naftnoj smeši, ispira se u benzinu, a ako je bio u kiselinskoj smeši, ispira se u protočnoj vodi. Areometri koji se izvade iz vodenoh alkoholičkih rastvora koncentracije iznad 70% brišu se čistom krpom, posle čega se mogu smatrati spremnim za proveru sledeće podele skale.

4.2.2.6. Ponekad se, radi ubrzavanja procesa provere, u cilindar uranjaju jedan za drugim više areometara koji se ispituju (ne više od pet) i na kraju etalonski. Provera se vrši na isti način kao i pri pojedinačnom pregledu areometara.

4.2.2.7. Dopuštena greška pokazivanja areometra iznosi vrednost jednog najmanjeg podeljka skale.

4.2.3. Ako je u areometar ugradjen termometar, mora se izvršiti i provera tačnosti termometarske skale. Ova provera se vrši upoređivanjem ugradjenog termometra sa etalonskim termometrom na referentnoj temperaturi i u još dve tačke iznad i ispod referentne temperature.

4.2.4. Rezultati provere se unose u zapisnik o izvršenom pregledu. Ovi podaci treba da se koriguju u sledećim slučajevima:

1) kad se etalonski i ispitivani areometar razlikuju po načinu očitavanja (odozgo i odozdo), treba uvesti korekciju zbog meniska;

2) kad se areometar ispituje u tečnosti koja ima različit površinski napon od one za koju je skala areometra gradušana, izračunava se korekcija zbog kapilarnosti;

3) kad se ispitivanje vrši u rastvoru čija se temperatura razlikuje od referentne, vrši se temperaturna korekcija.

4.2.4.1. Korekcija zbog meniska se izračunava po Langbergovoj formuli:

$$\rho - \rho_0 = \frac{p \cdot \sigma}{g \cdot l \cdot d \cdot S_0} \left(1 + \frac{2g \cdot d^2 \cdot S_0}{\sigma} - 1 \right)$$

gde je: ρ - gustina očitana u nivou tečnosti u kg/m^3 ;
 ρ_0 - gustina očitana po vrhu meniska (odozgo) u kg/m^3 ;
 ρ - najmanji podeljak skale areometra u kg/m^3 ;
 l - rastojanje medju centrima susednih crta podele u m;
 δ - površinski napon tečnosti u N/m;
 g - gravitaciono ubrzanje u m/s^2 , uzima se vrednost $9,80365 \text{ m/s}^2$;
 d - prečnik vretena areometra u m.

4.2.4.2. Korekcija zbog kapilarnosti (k) se izračunava prema obrascu:

$$K = \frac{d \cdot (\rho \cdot (\delta_1 - \delta_2))}{m \cdot g} \cdot 10^{-3}$$

gde je: d - prečnik vretena areometra u m;
 m - masa areometra u kg;
 ρ - gustina tečnosti za ispitivanje u kg/m^3 ;
 δ_1 - površinski napon tečnosti za ispitivanje u N/m;
 δ_2 - površinski napon radne tečnosti u N/m;
 g - gravitaciono ubrzanje u m/s^2 .

4.2.4.3. Temperaturna korekcija (C) izračunava se prema obrascu:

$$C = 0,000\ 025\ R (t_0 - t)$$

gde je: R - očitavanje u nivou horizontalne površine tečnosti u kg/m^3 ;
 t_0 - referentna temperatura u $^{\circ}\text{C}$;
 t - temperatura na kojoj se meri gustina u $^{\circ}\text{C}$.

4.2.5. Greška areometra predstavlja razliku izmedju korigovane vrednosti pokazivanja tog areometra i korigovane vrednosti pokazivanja etalonskog areometra.

4.2.6. Zapisnik o pregledu areometara mora sadržati sledeće podatke:

- 1) vrstu areometra, sa termometrom ili bez termometra;
- 2) fabrički broj i godinu proizvodnje;
- 3) naziv organizacije udruženog rada koja je podnela zahtev za pregled;
- 4) merni opseg;
- 5) vrednost podeljka;
- 6) vrstu tečnosti u kojoj se vrši pregled;
- 7) radnu temperaturu;
- 8) rezultat spoljašnjeg pregleda;
- 9) pokazivanje ispitivanog areometra u kg/m^3 ;
- 10) korigovanu vrednost pokazivanja ispitivanog areometra u kg/m^3 ;
- 11) pokazivanje etalonskog areometra u kg/m^3 ;
- 12) korigovanu vrednost pokazivanja etalonskog areometra u kg/m^3 ;
- 13) grešku areometra;
- 14) rezultat ispitivanja termometra u areometru;
- 15) areometar odgovora - ne odgovara uslovima propisanim Pravilnikom;
16. datum ispitivanja;
17. ime i potpis stručnog lica koje je vršilo ispitivanje.

4.3. Areometar koji je pregledan prema odredbama ovog uputstva i koji ispunjava metrološke uslove propisane Pravilnikom žigom se žigom za staklena merila, koji se utiskuje na gornji deo tela areometra tako da ne zaklanja termometarsku skalu. Na zahtev stranke, može se izdati uverenje o ispravnosti areometra.

5. PRELAZNA I ZAVRŠNA ODREDBA

5.1. Danom stupanja na snagu ovog uputstva prestaje da važi metrološko uputstvo za pregled areometara objavljeno u Glasniku Saveznog zavoda za mere i dragocene metale, grupa XIV, broj 5.

5.2. Ovo uputstvo stupa na snagu narednog dana od dana objavljivanja u "Glasniku Saveznog zavoda za mere i dragocene metale".

Broj: 0404-4072/1
25.maj 1985.godine

D I R E K T O R
Saveznog zavoda za mere
i dragocene metale
Milisav Vojičić, s.r.