

**NORMĂ DE METROLOGIE LEGALĂ**  
**NML 3-14:2021 „Rezervoare metalice staționare pentru stocarea produselor alimentare lichide.**  
**Cerințe tehnice și metrologice. Procedura de verificare metrologică”**

**I. OBIECT ȘI DOMENIU DE APLICARE**

1. Prezenta normă de metrologie legală (în continuare – normă) stabilește cerințele tehnice și metrologice pentru rezervoarele metalice staționare verticale și orizontale cu capacitatea nominală până la 500 m<sup>3</sup> pentru stocarea produselor alimentare lichide (în continuare – rezervoare), destinate măsurărilor din domeniul de interes public. Norma se utilizează la efectuarea verificării metrologice inițiale, periodice și după reparare a rezervoarelor, în condițiile Hotărârii Guvernului nr. 1042 /2016 ”Cu privire la aprobarea Listei oficiale a mijloacelor de măsurare și măsurărilor supuse controlului metrologic legal”.

**II. REFERINȚE**

Legea metrologiei nr.19/2016

Hotărârea Guvernului nr. 1042/2016 cu privire la aprobarea Listei Oficiale a mijloacelor de măsurare și măsurărilor supuse controlului metrologic legal

OIML R 71:2008 Rezervoare fixe de stocare. Cerințe generale

SM ISO/CEI Ghid 99:2017 Vocabular internațional de metrologie. Concepte fundamentale și generale și termeni asociați (VIM)

**III. TERMINOLOGIE ȘI ABREVIERI**

2. Pentru interpretarea corectă a prezentei norme de metrologie legală se aplică termenii conform Legii metrologiei nr.19 /2016, OIML R 71:2008 și SM ISO/CEI Ghid 99:2017 cu următoarele completări:

*Capacitate nominală* - valoarea rotunjită a volumului maxim de lichid pe care un rezervor îl poate conține în condiții de utilizare.

*Capacitate reală* - volumul de lichid conținut în rezervor până la un nivel de umplere specificat.

*Cavitatea "moartă" a rezervorului* - partea de jos a rezervorului, din care nu poate fi extras lichidul, folosind racordul de admisiune-evacuare.

*Restul "mort"* - volumul lichidului aflat în cavitatea "moartă" a rezervorului.

*Gradul de înclinație a rezervorului* - mărimea  $\eta$ , exprimată prin tangenta unghiului de înclinație, calculată după formula:

$$\eta = \operatorname{tg}\beta,$$

unde:  $\beta$  - unghiul de înclinație a rezervorului, în grade (°).

**IV. CERINȚE TEHNICE ȘI METROLOGICE**

3. Construcția, poziția și cerințele de exploatare a rezervoarelor trebuie să corespundă cerințelor legale pentru păstrarea lichidelor în dependență de caracteristicile lor. În construcția rezervoarelor pot fi incluse

dispozitive pentru reducerea pierderilor la evaporare. Instalarea și utilizarea acestor dispozitive nu trebuie să conducă la majorarea erorilor de măsurare.

- 1) Rezervoarele trebuie să respecte următoarele cerințe generale:
    - a) forma, materialul, construcția și ansamblul rezervorului trebuie să fie astfel, încât rezervorul să fie rezistent la condițiile de mediu, la acțiunea produsului conținut și, în condiții normale de utilizare, să nu sufere deformații ce ar putea modifica capacitatea rezervorului;
    - b) forma rezervoarelor nu trebuie să admită formarea buzunarelor de aer în timpul umplerii sau buzunarelor de lichid la golire;
    - c) rezervoarele trebuie să fie stabile pe fundațiile lor.
  - 2) Rezervoarele trebuie să fie prevăzute cu o plăcuță de identificare.
4. Eroarea maximă tolerată este:
- 0,2 % din valoarea indicată a volumului pentru rezervor cilindric vertical ;
  - 0,3 % din valoarea indicată a volumului pentru rezervor cilindric orizontal sau înclinat;
  - 0,5 % din valoarea indicată a volumului pentru alte rezervoare.

## V. MODALITĂȚI DE CONTROL METROLOGIC LEGAL

5. Volumul și consecutivitatea efectuării operațiilor în cadrul verificărilor metrologice inițiale, periodice și după reparare trebuie să corespundă Tabelului 1.

Tabelul 1

Denumirea operației	Operația/numărul punctului din capitolul XI „Efectuarea verificării”	Modalități de control metrologic legal			
		Aprobare de model	Verificarea metrologică		
			inițială	periodică	după reparare
Examinarea aspectului exterior	17	nu	da	da	da
Examinarea abaterii de la forma și poziția rezervorului	18	nu	da	da	da
Examinarea utilizării metodei geometrice de verificare metrologică	19	nu	da	da	da
Verificarea etanșeității	20	nu	da	da	da
Verificarea metrologică prin metoda geometrică	21	nu	da	da	da
Verificarea metrologică prin metoda volumetrică	22	nu	da	da	da
Prelucrarea rezultatelor	23	nu	da	da	da

6. Operațiile de verificare metrologică se efectuează de către laboratoarele acreditate și desemnate pe domeniul respectiv, conform Legii metrologiei nr.19/2016.

7. Verificarea metrologică a rezervorului se efectuează prin metoda geometrică sau volumetrică. Se admite combinarea metodelor.

8. În cazul în care rezervoarele nu au corespuns măcar uneia din cerințele prezentei norme, verificarea metrologică se întrerupe și se consideră că rezervorul nu poate fi utilizat în domeniul de interes public.

## VI. ETALOANE ȘI ECHIPAMENTE

9. La efectuarea verificării metrologice se utilizează etaloane de lucru și mijloace auxiliare prezentate în tabelul 2:

Tabelul 2

Numărul punctului din capitolul „Efectuarea verificării,”	Denumirea etalonului de lucru sau dispozitivului auxiliar de măsurare	Caracteristicile metrologice și tehnice de bază	Indicativul documentului, care reglementează cerințele tehnice
<b>Metoda Geometrică</b>			
18, 19, 21	Rulete metalice	până la 30 m, incert. min. 0,2	-
18, 19, 21	Șublere	până la 400 mm, incert. $\leq 1$	-
18, 19, 21	Rigle metalice	până la 1000 mm, incert. 0,20	-
18, 19, 21	Nivelă	limita erorii tolerate 4'	-
18, 19, 21	Mijloace de monitorizare a condițiilor de mediu	Temperatură: (0÷55) °C, cu diviziunea 0,5 °C Umiditate: (0÷100) % Presiune: (80 ÷ 110) kPa	-
18, 19, 21	Dispozitiv pentru controlul curburii fundului (figura A.3)	-	-
18, 19, 21	Scoabă metalică (figura A.6)	-	-
18, 19, 21	Telemetru cu laser	$L \geq 30m$ ; valoarea diviziunii – 1mm; $U \leq 1mm$ .	-
18, 19, 21	Strună metalică	diametrul de la 0,5 până la 1,0 mm, lungimea de 30 m	-
18, 19, 21	Fire cu plumb duble	-	-
18, 19, 21	Trasor (marcator)	-	-
18, 19, 21	Echer metalic sau din lemn	-	-
18, 19, 21	Dinamometre cu arc	forța de întindere până la 100 N, incert. 1 N	-
18, 19, 21	Mire telescopice	-	-
18, 19, 21	Dispozitive de măsurat grosimi	limitele erorii tolerate $\pm 5 \%$ .	-
18, 19, 21	Dispozitive pentru măsurarea unghiului de înclinație (pantei) a rezervorului	limitele erorii tolerate nu mai mare de $\pm 3^\circ$	-
18, 19, 21	Micrometre de interior	de la 1250 mm până la 6000 mm cu limitele erorii tolerate $\pm 0,1$ mm	-
<b>Metoda Volumetrică</b>			
22	Măsurătoare etalon de volum	ord. II, până la 10 000 dm <sup>3</sup> , cu limitele erorii tolerate	-

		$\pm 0,1 \%$	
22	Ruletă cu lest	incert. 0,3	
22	Tijă metrică	3 300 mm, incert. 1,5	-
22	Mijloace de monitorizare a condițiilor de mediu	Temperatură: (0÷55) °C, cu diviziunea 0,5 °C Umiditate: (0÷100) % Presiune: (80 ÷ 110) kPa	
22	Pompe (robineți, conducte, conexiuni)	25 și 50 m <sup>3</sup> /h,	-
22	Aparat pentru măsurarea nivelului lichidelor	până la 12 m, eroarea $\pm 2$ mm	-
22	Contoare (debitmetre)	limita erorii tolerate $\pm 0,15 \%$	-

**10.** Se admite utilizarea altor etaloane de lucru ale căror caracteristicile tehnice și metrologice, sunt analogice sau mai performante decât cele menționate în tabelul 2 și care au fost supuse etalonării în modul stabilit.

## VII. CERINȚE PRIVIND CALIFICAREA PERSONALULUI

**11.** La efectuarea verificărilor metrologice se admit persoane cu competența demonstrată pentru domeniul dat de măsurări.

## VIII. CERINȚE PRIVIND SECURITATEA

**12.** La efectuarea verificării metrologice trebuie să se respecte regulile de securitate.

**13.** Nemijlocit până la începerea lucrărilor de verificare metrologică la fiecare întreprindere, conducătorii unităților de producere (unde se efectuează aceste lucrări) sunt obligați să efectueze o instruire privind securitatea muncii, reieșind din particularitățile întreprinderii: lucrări la înălțime, necesitatea de a folosi îmbrăcăminte specială și echipamente individuale de protecție, lucrări în zone explozibile și incendiare, lucrări în zone închise cu vapori nocivi, etc.

**14.** Lucrările de verificare metrologică trebuie să fie efectuate de cel puțin două persoane.

## IX. CONDIȚII DE VERIFICARE

**15.** În timpul efectuării verificării metrologice trebuie să se respecte următoarele condiții:

temperatura mediului înconjurător, a apei și suprafeței rezervorului -  $(20 \pm 15)$  °C;

variația temperaturii apei la verificarea metrologică - nu mai mare de  $\pm 2$  °C;

presiunea atmosferică – de la 86 kPa până la 106 kPa

Iluminarea în zona de lucru, în afara și în interiorul rezervorului, trebuie să fie suficientă pentru efectuarea verificării metrologice. Verificarea metrologică a rezervoarelor amplasate în afara încăperilor nu trebuie să se efectueze în condiții de precipitații atmosferice și de vânt puternic.

## X. PREGĂTIREA PENTRU VERIFICARE

**16.** Înainte de efectuarea verificării metrologice se efectuează următoarele:

1) rezervorul nou sau după reparare se menține umplut cu apă nu mai puțin de 24 de ore.

2) pentru metoda volumetrică se determină cavitatea "moartă", reziduul "mort" până la punctul de referință precum și necesitatea de nivelare a fundului rezervorului.

3) etaloanele de lucru, mijloacele auxiliare se instalează în așa mod, ca să fie respectate normele metodei utilizate precum și și se mențin în condițiile de verificare specificate la pct. 15 nu mai puțin de 30 min.

4) se asigură iluminarea și alimentarea cu energie electrică.

5) accesoriile rezervorului trebuie să corespundă documentației tehnice și să fie în stare de funcționare bună.

6) se examinează planurile de amplasare a rezervoarelor, în cazul existenței lor, fișele tehnice ale acestora și desenele generale, precum și documentația referitoare la verificarea metrologică anterioară.

7) se efectuează o măsurare de probă pentru verificarea corectitudinii instalării etaloanelor de lucru și mijloacelor auxiliare cu examinarea etanșeității tuturor conectărilor .

## **XI. EFECTUREA VERIFICĂRII METROLOGICE**

### **17. Examinarea aspectului exterior**

1) la examinarea aspectului exterior se stabilește corespunderea la următoarele condiții:

a) rezervoarele și utilajul tehnologic trebuie să fie înzestrate cu dispozitive și armătură de închidere-comutare, care trebuie să fie instalate în așa mod, ca spațiul nemăsurabil să fie întotdeauna constant;

b) rezervoarele trebuie să fie curățate, spălate și ventilate și, în caz de necesitate, vopsite;

c) punctele de referință inferior și superior trebuie materializate astfel încât poziția lor să fie practic invariabilă, oricare ar fi starea de umplere a rezervorului, temperatura, etc. Dacă totuși, în particular, la rezervoarele de mari dimensiuni (spre exemplu, cele de peste 1000 m<sup>3</sup>) este imposibil să se asigure invariabilitatea punctelor de referință, efectele umplerii, temperaturii și densității lichidului asupra acestor puncte trebuie indicate în certificatul de calibrare, astfel încât să se poată aplica corecțiile necesare la măsurarea volumelor;

d) forma rezervoarelor trebuie să fie astfel încât să fie împiedicată formarea pungilor de aer la umplerea rezervorului sau a pungilor de lichid la golirea acestuia;

e) rezervoarele trebuie să aibă pe fundația lor o poziție stabilă asigurată eventual prin ancorare sau printr-o perioadă de stabilizare cu rezervorul plin, de o durată adecvată, astfel încât înclinarea acestuia să nu varieze în timp.

f) rezervoarele nu trebuie să prezinte deformații, umflături, etc., care să împiedice efectuarea unor măsurări corecte a dimensiunilor și interpolarea între măsurări.

2) se efectuează examinarea suprafețelor exterioare și interioare a rezervoarelor. Se determină vizual calitatea curățirii suprafețelor rezervorului, lipsa defectelor și deteriorărilor vizibile. Se determină existența gurilor de acces pentru pătrunderea în interiorul rezervoarelor. Se determină existența și forma pieselor și utilajelor interioare, starea fundației, pe care este instalat rezervorul. În cazul metodei volumetrică de verificare metrologică, se controlează funcționarea supapelor de aer și țevilor de evacuare și condiția de scurgere totală a lichidului din rezervor.

3) rezervoarele trebuie să fie prevăzute cu o plăcuță de identificare pe care să fie inscripționate următoarele date:

a) numărul de identificare al rezervorului;

b) înălțimea totală H, în mm, (cu excepția rezervoarelor echipate cu dispozitiv de măsurare cu scară gradată);

c) capacitatea nominală a rezervorului rotunjită, prin lipsă, la numărul întreg de metri cubi cel mai apropiat.

Plăcuța de identificare trebuie realizată dintr-un metal practic inalterabil în condițiile normale de utilizare. Ea trebuie să fie fixată pe o parte nedetașabilă a rezervorului într-un loc în care să fie vizibilă,

ușor de citit și nesupusă deteriorărilor, de așa manieră încât să nu poată fi îndepărtată fără ruperea unui sigiliu care poartă marcajul de verificare metrologică. Se recomandă ca această plăcuță să fie amplasată în imediata vecinătate a orificiului de măsurare principal.

### **18. Examinarea abaterii de la forma și poziția rezervorului**

Nu se ține cont de abaterea de la formă și poziția rezervorului în următoarele condiții (fig. A.1)

- a) abaterea de la forma rotundă în secțiunile măsurate ale centurilor virolei constituie nu mai mult de 2 mm;
- b) abaterea de la simetrie în raport cu planurile comune de simetrie - nu mai mult de 300 mm;
- c) abaterea profilului secțiunii longitudinale a centurii virolei (conicitate, forma butoi, forma șa) - nu mai mult de 2 mm;
- d) abaterea de la rectitudine a liniilor centurii virolei - nu mai mare de 2 mm;
- e) abaterea perimetrului măsurat al părții bombate a fundului în raport cu perimetrul acceptat pentru calcularea fundului eliptic sau sferic (conform pct. 23 (1, a)) - nu mai mult de  $\pm 3$  mm;
- f) abaterea de la paralelitatea axei rezervorului orizontal (sau a liniilor medii) și de la planul orizontal, precum și panta rezervorului - nu mai mult de 0,001;
- g) abaterea de la perpendicularitatea axei (sau a liniilor medii) centurilor virolei rezervorului vertical (înclinarea rezervorului) - nu mai mult de 0,02;

### **19. Examinarea utilizării metodei geometrice de verificare metrologică**

1) metodei geometrice de verificare metrologică se supun rezervoarele cilindrice orizontale și verticale, virolele și construcțiile interioare ale cărora au forme geometrice regulate. În acest caz rezervoarele orizontale de asemenea trebuie să aibă forma geometrică regulată (fig. A.1).

2) metoda geometrică de verificare metrologică a rezervoarelor se admite de a fi aplicată în cazul respectării următoarelor toleranțe de formă și poziție (fig. A.1):

- a) abaterea de la rectitudine a liniilor medii a virolei - nu mai mult de 2 mm;
- b) abaterea de la simetria liniilor medii ale centurii - nu mai mult de 300 mm;
- c) diametrele maxime ale anumitor proeminente și (sau) adâncituri locale pe virolă și fundurile rezervorului - nu mai mult de 500 mm, linia maximă de încovoiere a acestora - nu mai mult de 100 mm;
- d) piesele și utilajul din interiorul rezervorului trebuie să fie de forme geometrice regulate, care pot fi măsurate;
- e) abaterea valorii perimetrului fundului calculată conform pct. 23, 1) a) - nu mai mult de 1%.

### **20. Verificarea etanșeității**

Verificarea etanșeității cade în sarcina proprietarului rezervorului. Rezultatele încercărilor se prezintă înainte de începerea verificării metrologice.

### **21. Verificarea metrologică prin metoda geometrică**

1) măsurarea diametrului interior și determinarea abaterii de la forma rotundă a fiecărei centuri a virolei.

Diametrul interior al fiecărei centuri a virolei se măsoară în trei secțiuni ale acesteia: la capetele centurii - la distanța de (100 - 120) mm de la cusăturile de sudură și prin centrul acesteia. În fiecare secțiune a centurii măsurările diametrului se efectuează în două direcții reciproc perpendiculare (verticală și orizontală). Totodată în fiecare secțiune a centurii se determină diametrul maxim și minim și se marchează (de exemplu, cu cretă) punctele de intersecție ale acestuia cu virola. Dacă valoarea abaterii de la forma rotundă este mai mică decât toleranța formei rotunde ( $\pm 2$  mm), atunci pentru secțiune se stabilește forma cercului, dacă o depășește - forma elipsei.

2) Determinarea abaterii de la simetrie în raport cu planurile comune de simetrie (vertical și orizontal). În cazul când valoarea toleranței formei rotunde este mai mare de 2 mm, pentru fiecare centură a virolei, după punctele axelor mari și mici ale elipselor în secțiunile măsurate cu ajutorul strunei de oțel, se determină și se marchează liniile medii de-a lungul axei centurii.

Condiția necesară de simetrie a centurii este, ca distanța dintre fiecare linie medie și punctele separate de pe suprafața de formare, după care aceasta este construită, să fie nu mai mare de 300 mm (fig. A.1). În caz contrar centura are valoarea abaterii de la simetrie mai mare decât toleranța de simetrie și rezervorul trebuie supus verificării metrologice prin metoda volumetrică.

Cu ajutorul a două mire telescopice, unite pe centru sub un unghi drept, se stabilește suplimentar abaterea de la simetrie a centurii în raport cu planurile comune de simetrie.

Dacă capetele a două mire coincid cu liniile medii sau dacă nu coincid dar sunt în limitele de 300 mm, atunci centura sau centurile adiacente se consideră simetrice în raport cu planurile comune de simetrie.

Dacă abaterea dintre linia medie și doar unul din capetele celor două mire depășește 300 mm, adică abaterea de la simetrie a centurii sau a centurilor adiacente depășește toleranța, atunci rezervorul se supune verificării metrologice prin metoda volumetrică.

3) determinarea abaterii profilului secțiunii longitudinale a centurii virolei (determinarea conicității, formei butoi, formei șa).

Dacă valoarea abaterii de la caracterul simetric este mai mică decât toleranța de simetrie stabilită, atunci se determină valoarea abaterii profilului secțiunii longitudinale a centurii virolei.

Pentru valoarea abaterii formei rotunde mai mică de 2 mm de la toleranța formei rotunde în toate trei secțiuni ale centurii de-a lungul liniei medii, profilul secțiunii longitudinale a centurii se consideră dreptunghiular, iar centura - cilindru.

Pentru valoarea abaterii mai mare decât toleranța profilului secțiunii longitudinale și în dependență de valorile concrete ale diametrelor în fiecare secțiune, centura poate avea formă eliptică, formă butoi (formă șa) sau formă trunchi de con (fig. A.1). Este posibilă de asemenea orice combinație a formelor specificate.

4) determinarea abaterii de la rectitudine a liniei centurii virolei

Valorile abaterii de la rectitudine a liniei centurii se determină cu ajutorul strunei și riglei pe liniile medii, construite conform pct. 21, 2).

Este oportun de a determina suplimentar valorile abaterilor de la rectitudine încă după câteva linii ale centurii, dar nu mai mult de trei. Acest lucru este necesar de a-l efectua la verificarea metrologică a rezervoarelor amplasate în câteva niveluri, în cazul utilizării acestora sub presiune.

Dacă valoarea abaterii de la rectitudine a liniei centurii este mai mică decât toleranța rectitudinii sau o depășește, însă caracterul variației valorii abaterii pentru fiecare linie are o anumită legitate, atunci centura rezervorului se consideră corp de formă geometrică regulată, simetrică (fig. A.1).

Dacă variația valorii abaterii de la rectitudine are caracter aleatoriu și depășește toleranța rectitudinii ( $\pm 2$  mm) pe fiecare din liniile măsurate ale centurii, atunci rezervorul trebuie supus verificării metrologice prin metoda volumetrică.

5) determinarea abaterii formei fundurilor de la profilul dat

Pentru fundurile cu liniile drepte, de exemplu, tip "trunchi de cilindru" (fig. A.2), "con", "fund plat" etc., abaterea formei de la profil se determină conform pct. 21, 2) și 21, 3), cu referirea la planurile de simetrie ale virolei rezervorului. Cele mai tipice sunt fundurile sferice, eliptice, plate și conice.

Pentru a raporta fundul la unul din tipurile specificate se utilizează dispozitivul conform fig. A.3.

La deplasarea dispozitivului se verifică dacă toate trei puncte ale dispozitivului se ating de suprafața fundului. Deplasarea dispozitivului se efectuează în direcții reciproc perpendiculare (fig. A.3), reglând

dispozitivul în două - trei locuri arbitrare ale fundului. Reglarea constă în deplasarea suportului reglabil în așa mod, ca toate trei puncte să atingă suprafața fundului. În cazul curburii constante (sau aproape de aceasta), adică la atingerea permanentă a suprafeței fundului sau când spațiul liber sub unul dintre puncte este nu mai mare de 2 mm, forma fundului se consideră sferică.

O metodă mai exactă de determinare a tipului de fund, cu utilizarea formulelor și calculelor respective, este prezentat în pct. 23. În acest scop se măsoară înălțimea, perimetrul și lungimea părții cilindrice a fundului.

a) măsurarea înălțimii fundului rezervorului

Înălțimea fundului se determină cu ajutorul strunei întinse. Struna trebuie să fie întinsă cu forța de 100 N și să atingă centrul fundului, conform fig. A.4. Distanța se măsoară de la linia de intersecție a fundului cu partea cilindrică până la strună, dintr-o parte și alta a rezervorului.

Înălțimea fundului  $H_f$  se determină prin formula:

$$H_f = \frac{f_1 + f_2}{2} - \delta_{g.f}, \quad (1)$$

unde:  $f_1$  și  $f_2$  - rezultatele măsurării înălțimii;

$\delta_{g.f}$  - grosimea peretelui fundului.

Abaterea dintre două măsurări ale înălțimii fundului trebuie să fie nu mai mare de 2 mm.

b) măsurarea lungimii părții cilindrice a fundului

Măsurarea lungimii părții cilindrice a fundului se efectuează cu rigla metalică. În acest scop rigla se amplasează pe muchia de-a lungul rezervorului și se suprapune începutul scării cu linia de intersecție a fundului și partea cilindrică a rezervorului. Se înregistrează indicația în punctul de frântură a liniei fundului (fig. A.5). Abaterea dintre două măsurări nu trebuie să depășească 3 mm.

c) măsurarea perimetrului exterior al fundului rezervorului

Măsurarea perimetrului fundului rezervorului se efectuează cu ajutorul ruletei de măsurat. Începutul scării ruletei se suprapune cu linia de intersecție a fundului (linia cusăturii) cu partea cilindrică a rezervorului și se amplasează ruleta pe linia medie, prin mijlocul acesteia, până la linia de intersecție a fundului cu partea cilindrică din partea opusă. În cazul unui fund conic se măsoară lungimea liniei medii a conului. Abaterea dintre două măsurări nu trebuie să depășească 3 mm.

6) determinarea abaterii de la paralelitate sau de la perpendicularitate a axei sau liniei, respectiv pentru rezervorul orizontal sau vertical (panta sau gradul de înclinare a rezervorului).

a) determinarea gradului de înclinație a rezervorului orizontal

Panta rezervorului se determină cu ajutorul nivelei, raportorului sau prin nivelment. În cazul nivelmentului, în rezervor se toarnă o anumită cantitate de apă și se măsoară nivelul apei în două secțiuni situate în capetele opuse ale rezervorului, la o distanță nu mai mică de 120 mm de la cusătura de sudură. Volumul apei trebuie să fie suficient, încât nivelul apei să coincidă cu nivelul de referință.

Valoarea pantei rezervorului orizontal  $tg\beta$  (gradul de înclinație) se determină prin formula:

$$tg\beta = \frac{h_1 - h_2}{l_p}, \quad (2)$$

sau, ținând cont de diferența diametrelor în aceste secțiuni:

$$tg\beta = \frac{h_1 - h_2 - 0.5(D_1 - D_2)}{l_p}, \quad (3)$$

unde:  $h_1$  și  $h_2$  - nivelurile apei;

$l_p$  - distanța dintre punctele de măsurare a nivelurilor apei;

$\beta$  - unghiul de înclinare a rezervorului, în grade;



$D_1$  și  $D_2$  - diametrele verticale în secțiunile măsurate

b) determinarea gradului de înclinație a rezervorului vertical

Calculul diferenței de distanțe între pereții rezervorului până la firul cu plumb  $\Delta S_k$  pentru centura de sus și prima centură pe fiecare linie se efectuează după formula

$$\Delta S_k = a_{n,k}^c - a_{1,k}, \quad (4)$$

unde:  $a$  – distanța între peretele rezervorului și a firului cu plumb;

$k$  = nr. liniilor medii (1, 2, 3..., m);

$n$  = nr. de centuri.

Se construiește diagrama funcției  $\Delta S_k$  (fig. A.14, Anexa A) în raport cu linia, trasă paralel cu osia absciselor la distanța  $l$ , calculată prin formula

$$l = \frac{\sum_{k=1}^m \Delta S_k}{m}, \quad (5)$$

Dacă curba, care unește punctele diagramei funcției  $\Delta S_k$  în raport cu  $l$ , generează o sinusoidă cu o perioadă, egală cu segmentul  $1 - m$  (curba C, fig. A.14, Anexa A), atunci rezervorul se consideră înclinat. În caz contrar (curba B) rezervorul se consideră vertical.

Gradul de înclinație a rezervorului  $\eta$  se determină prin formulă

$$\eta = \frac{A}{h_d}, \quad (6)$$

unde:  $A$  – amplitudinea sinusoidei. Valoarea acesteia se determină după diagrama  $\Delta S_k$  (fig. A.14, Anexa A);

$h_d$  – distanța între punctele de măsurare  $a$  (distanța între peretele rezervorului și firul cu plumb) pe centura de sus sau prima centură, calculată după formula

$$h_d = \sum_{i=1}^n h_i - \frac{3}{4} h_1 - 0,5 h_c,$$

unde:  $h_c$  – înălțimea centurii de sus

c) determinarea gradului de înclinare a rezervorului la măsurarea distanțelor de la peretele rezervorului până la fir (fig. A.15, Anexa A).

Gradul de înclinare a rezervorului  $h_l$  atunci când centurile sunt amplasate telescopic se determină după formulă

$$\eta = \frac{a_{max} + \delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_{n-1} + \delta_c}{(h_d)_1}, \quad (7)$$

unde:  $a_{max}$  – valoarea maximală de indicare a riglei;

$\delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_{n-1}$  – grosimea pereților centurilor;

$\delta_c$  – grosimea cornierului;

$n$  – nr. de centuri.

Gradul de înclinare a rezervorului la amplasarea centurilor în formă de scară se determină după cum urmează:

- dacă prima centură include în sine a doua, iar cea de sus (ultima) este inclusă în penultima, atunci  $\eta_2$  se determină după formula

$$\eta_2 = \frac{a_{max} + \delta_1 - \delta_c}{(h_d)_1}, \quad (8)$$

- dacă prima centură include în sine a doua, iar penultima este inclusă în cea de sus, atunci  $\eta_3$  se determină după formula

$$\eta_3 = \frac{a_{max} + \delta_1 - \delta_n - \delta_c}{(h_d)_1}, \quad (9)$$

- dacă prima centură este inclusă în a doua centură, iar cea de sus (ultima) este inclusă în penultima, atunci  $\eta_4$  se determină după formula

$$\eta_4 = \frac{a_{max} - \delta_c}{(h_d)_1}, \quad (10)$$

- dacă prima centură este inclusă în a doua centură, iar penultima este inclusă în cea de sus, atunci  $\eta_5$  se determină după formula

$$\eta_5 = \frac{a_{max} - \delta_n - \delta_c}{(h_d)_1}, \quad (11)$$

unde:  $(h_d)_1$  – distanța între punctul de măsurare  $a_{max}$  și a limitei de sus a părții cilindrice a rezervorului

Rezultatele calculelor se înregistrează în procesul-verbal.

d) calculul unghiului de inclinare a rezervorului se efectuează după cum urmează:

În conformitatea cu fig. A.14 se determină numărul de divizări depline  $N$ , care se află între direcția de inclinare a rezervorului și a suprafeței, care trece prin centrele rezervorului și a capacului de măsurare.

Unghiul  $\varphi$  se determină după formula

$$\varphi = \frac{360}{m} N + n_2, \quad (12)$$

unde:  $\frac{360}{m}$  – lungimea dungii a divizării rezervorului;

$N$  – nr. de divizări;

$m$  – nr. de divizări a perimetrului rezervorului;

$n_2$  – nr. de divizări, corespunzătoare cu  $1^\circ$ .

7) efectuarea măsurărilor de bază ale dimensiunilor geometrice ale rezervorului

a) măsurarea lungimii circumferinței

Măsurarea lungimii circumferinței se efectuează cu ruleta la o distanță nu mai mică de 120 mm de la cusăturile de sudură transversale din ambele părți și pe mijlocul fiecărei centuri. Întinderea ruletei se efectuează cu ajutorul dinamometrului cu arc cu forța de 100 N, fixat la începutul scării gradate a ruletei.

La măsurarea lungimii circumferinței se introduc corecții, care i-au în considerare creșterea lungimii circumferinței la ocolirea cu ruleta a cusăturilor de sudură longitudinale. Corecția se determină cu ajutorul scoabei metalice (Fig. A.6). Pe cusătura de sudură se aplică scoaba și se marchează, pe pereții rezervorului, reperele la ambele capete ale scoabei. În continuare se măsoară lungimea arcului dintre repere. Scoaba se deplasează în alt loc liber, în aceeași secțiune a rezervorului, se marchează cu repere și se măsoară distanța dintre acestea cu ruleta. Diferența dintre prima și a doua măsurare a lungimii arcului constituie valoarea corecției.

Abateră dintre două măsurări ale lungimii circumferinței în secțiunea dată trebuie să fie nu mai mare de 2 mm.

b) măsurarea lungimii centurii și lungimii totale a virolei rezervorului

Se măsoară distanța dintre liniile de intersecție a fundului cu partea cilindrică a rezervorului (pe centrul cusăturii de sudură) cu ajutorul ruletei. Dacă există centuri, lungimea fiecărei centuri se măsoară la fel ca și lungimea părții cilindrice a rezervorului.

Abateră a dintre două măsurări ale lungimii centurii virolei în părțile opuse ale centurii trebuie să fie nu mai mare de 2 mm. Abateră dintre suma lungimilor centurilor și lungimea virolei rezervorului în întregime nu trebuie să depășească 2 mm.

c) determinarea grosimii peretelui rezervorului

Grosimea peretelui rezervorului se măsoară cu dispozitivul de măsurat grosimi, cu șublerul (în cazul existenței unei ieșituri a peretelui).

Se admite de a determina grosimea peretelui fiecărei centuri și a fundului rezervorului după desenele de lucru (fișa tehnică). Abateră dintre două măsurări ale grosimii peretelui trebuie să fie nu mai mare de 0,5 mm.

d) măsurarea dimensiunilor gurii de umplere a rezervorului

Înălțimea gurii de umplere se măsoară ca distanța de la marginea de jos a gurii de umplere până la peretele rezervorului. Valoarea înălțimii gurii de umplere  $H$  se determină după formula:

$$H_g = H_{g.e} + \delta_{p.r}, \quad (13)$$

unde:  $H_{g.e}$  - înălțimea exterioară a gurii de umplere;

$\delta_{p.r}$  - grosimea peretelui rezervorului.

Abateră dintre două măsurări nu trebuie să depășească 3 mm.

e) măsurarea distanței de la gura de umplere până la linia muchiei părții cilindrice a rezervorului (determinarea coordonatelor locului măsurării)

Se măsoară distanța de la liniile gurii de umplere a rezervorului până la linia de intersecție a părții cilindrice cu fundul din față a rezervorului.

Abateră dintre două măsurări nu trebuie să depășească 5 mm.

Fundul din față se consideră acela, pe care se prevede instalarea nivelmetrului, scării gradate sau pe care se află gura de acces utilizată pentru măsurarea nivelului lichidului și care este liberă (de regulă, orientată spre trecere).

f) măsurarea lungimii interioare totale a rezervorului

Lungimea interioară totală a rezervorului se măsoară ca distanța dintre mijlocurile fundurilor rezervorului.

Abateră dintre două măsurări nu trebuie să depășească 2 mm.

Abateră dintre suma lungimilor părții cilindrice și a celor două funduri și lungimea totală a rezervorului nu trebuie să depășească 3 mm.

g) determinarea volumului și racordarea construcției interioare a rezervorului.

Volumul construcțiilor interioare se determină conform datelor de măsurare a dimensiunilor exterioare ale acestora cu ajutorul ruletei, șublerului și riglei sau după desenele tehnice. Dacă toate construcțiile interioare ale rezervoarelor reprezintă figuri regulate simplificate, atunci calculele se efectuează cu formulele din prezenta normă. În caz contrar construcțiile trebuie să fie prezentate ca o combinație de figuri simplificate. Racordarea construcțiilor interioare se efectuează, de regulă, la centuri sau virole, în dependență de dimensiunile construcțiilor interioare.

În baza rezultatelor măsurărilor dimensiunilor liniare ale rezervorului se întocmește lista deformărilor rezervorului și tabelul cu date inițiale (Anexa B). Numărul de măsurări ale fiecărei dimensiuni liniare a rezervorului trebuie să fie nu mai puțin de două. În cazul când abateră dintre rezultatele celor două măsurări este mai mare decât cea tolerată, măsurările trebuie repetate. Valoarea medie a rezultatelor măsurărilor se consideră drept mărime a dimensiunilor liniare.

## 22. Verificarea metrologică prin metoda volumetrică

La verificarea metrologică a rezervoarelor prin metoda volumetrică se măsoară volumul lichidului (apei) turnat în rezervor și nivelul acestuia după fiecare umplere sau după câteva umpleri.

Metoda volumetrică se efectuează cu utilizarea măsurătoarelor de volum etalon (fig. A.7 ÷ A.9) sau cu utilizarea contorului de lichid (fig. A.10, A.11) prin procedura de turnare sau de scurgere. Verificarea metrologică se efectuează de două ori.

1) verificarea metrologică prin metoda volumetrică cu utilizarea măsurătoarelor de volum etalon se efectuează în modul următor:

Apa din rezervorul intermediar 6 (fig. A.7) se pompează cu pompa 5 în măsurătoarele etalon 2, reglând regimul de pompare a apei cu robinetele 3. În continuare, întrerupând pomparea, se scurge apa din măsurătoare în rezervorul supus verificării metrologice 1. Se măsoară nivelul apei în acesta și se determină volumul apei turnate în rezervor. În același mod se efectuează pomparea următoarelor cantități de apă, cu măsurarea nivelului apei în rezervor și determinarea volumului. Verificarea metrologică se efectuează până la nivelul, corespunzător capacității nominale a rezervorului. La apropierea nivelului apei de lărgitorul 7, ultimul se ridică mai aproape de gura de umplere și cu capetele magnetice se fixează de partea interioară a gurii de umplere.

Rezultatele măsurării nivelului și volumului de apă se indică în procesul-verbal.

După efectuarea fiecărei proceduri de scurgere a apei din măsurătoarele de volum etalon este necesară menținerea unei perioade de timp pentru scurgerea picăturilor de o durată de 30 s pentru măsurătoarele cu capacitatea până la 500 dm<sup>3</sup> și 1 min pentru măsurătoarele cu capacitatea mai mare de 500 dm<sup>3</sup>.

La verificarea metrologică a rezervoarelor cu utilizarea măsurătoarelor etalon prin procedura de scurgere, timpul de menținere pentru scurgerea picăturilor din rezervor trebuie să fie nu mai mic de 5 min.

După fiecare procedură de scurgere (turnare) este necesară menținerea unei perioade de timp pentru liniștirea nivelului apei și ieșirea bulelor de aer, nu mai mic de 30 s pentru măsurătoarele etalon de volum mai mare de 500 dm<sup>3</sup> și nu mai mic de 3 min - pentru rezervoare.

La efectuarea verificării metrologice prin metoda volumetrică, mijloacele de măsurare și utilajul auxiliar trebuie să asigure măsurarea nivelului apei în rezervor în limitele de la 5 până la 50 mm pe toată înălțimea rezervorului.

Atunci când, din cauze tehnice, nu este posibilă aplicarea procedurii de turnare sau scurgere, se admite utilizarea procedurii modificate de turnare conform schemei prezentate în fig. A.8. La cauze tehnice pot fi raportate:

- gurile de acces și gurile de umplere ale rezervoarelor se află sub plafon;
- robinetele de evacuare ale rezervoarelor se află jos la podea sau în rândul de jos al rezervoarelor;
- verificarea metrologică a rezervoarelor situate la nivelul doi sau care au funduri sferice.

2) verificarea metrologică prin metoda volumetrică cu utilizarea contorului de lichid se efectuează în modul următor:

Apa din rezervorul 9 (fig. A.10) se pompează cu pompa 5 prin conducta de presiune, contorul 4, robinetul cu trei căi 3 și conducta de ocolire 7 în rezervorul 9. La contor se setează regimul de funcționare nominal cu indicarea valorilor debitului. Prin comutarea robinetului cu trei căi 3 se direcționează debitul prin conducta 8 către rezervorul supus verificării metrologice 1.

Umplerea se efectuează până la nivelul corespunzător capacității nominale a rezervorului supus verificării metrologice.

La apropierea nivelului apei de lărgitorul 10, ultimul se ridică mai aproape de gura de umplere și cu ajutorul capetelor magnetice se fixează de partea interioară a peretelui gurii de umplere.

Rezultatele măsurării nivelului și volumului de apă se indică în procesul-verbal.

În timpul funcționării contorului trebuie asigurată presiunea constantă a apei la intrarea în pompa și separarea aerului din apă la intrarea în contor.

3) la verificarea metrologică inițială măsurările se efectuează de două ori. În acest caz a doua măsurare se efectuează în două-trei puncte reprezentative din intervalul de măsurare, precum și pentru capacitatea totală a rezervorului. Se admite utilizarea consecutivă a procedurilor de turnare sau de scurgere. De exemplu, dacă la prima măsurare se utilizează procedura de turnare, atunci a doua măsurare se efectuează prin procedura de scurgere.

La verificarea metrologică periodică este suficient de a efectua o singură măsurare, rezultatele căreia se compară cu rezultatele verificării metrologice precedente.

### 23. Prelucrarea rezultatelor

1) prelucrarea rezultatelor la verificarea metrologică a rezervoarelor prin metoda geometrică. Pentru calcule toate dimensiunile liniare ale rezervoarelor obținute în mm trebuie prezentate în *dm*.

Măsurarea temperaturii aerului înconjurător se efectuează la începutul și sfârșitul verificării metrologice, dar nu mai rar decât peste fiecare două ore.

a) determinarea tipului fundului bombat

Se determină înălțimea părții bombate  $H_{b.f}$  după formula:

$$H_{b.f} = H_f - H_{c.f}, \quad (14)$$

unde:  $H_{c.f}$ - lungimea părții cilindrice a fundului.

Se determină perimetrul părții bombate a fundului  $P_{b.f}$  după formula:

$$P_{b.f} = P_f - 2H_{c.f}, \quad (15)$$

unde:  $P_f$ - perimetrul fundului.

Se determină perimetrul fundului sferic  $P_{s.f}$ , conform caracteristicilor geometrice ale fundului după formula:

$$P_{s.f} = \sqrt{D_f^2 + \frac{16}{3} \times (H_{b.f} + \delta)^2} \quad (16)$$

unde:  $D_f$ - diametrul fundului, egal cu diametrul exterior al părții cilindrice a fundului.

Se determină perimetrul fundului eliptic  $P_{e.l}$  prin formula:

$$P_{e.l} = \frac{\pi}{2} \left( \frac{D_f}{2} + H_{b.f} + \delta \right) \frac{64 - 3\lambda^4}{64 - 16\lambda^2} \quad (17)$$

unde:

$$\lambda = \frac{\frac{D_f}{2} - (H_{b.f} + \delta)}{\frac{D_f}{2} + (H_{b.f} + \delta)}, \quad (18)$$

Pentru  $P_{b.f} > P_{e.l}$  se acceptă forma eliptică a fundului. În acest caz perimetrul fundului se determină în modul următor.

Se deplasează indicatorul de pe partea cilindrică a fundului în direcția micșorării valorii  $H_{c.f}$  consecutiv cu 2 mm și se repetă calculele conform pct. 23, 1), a). Calculele se efectuează până când valoarea perimetrului fundului diferă de valoarea părții eliptice nu mai mult de  $\pm 3$  mm.

Dacă  $P_{b,f} > \frac{P_{e,l} + P_{s,f}}{2}$ , se efectuează măsurări și calcule similare, în direcția micșorării  $H_{c,f}$ .

Pentru  $P_{b,f} \leq \frac{P_{e,l} + P_{s,f}}{2}$  se acceptă forma sferică a fundului. Valoarea  $H_{c,f}$  se majorează consecutiv cu 2 mm și se repetă calculele conform pct. 23, 1), a). Calculele se efectuează până când valoarea perimetrului fundului diferă de valoarea părții sferei nu mai mult de  $\pm 3$  mm.

b) Determinarea volumului virolei rezervorului

Volumul fiecărei centuri a rezervorului,  $V_c$  se determină după formula:

$$V_c = 0,785 \times 4D_1D_2L_c, \quad (19)$$

unde:  $D_1$  și  $D_2$  – diametrele minim și maxim ale centurii;

$L_c$  – lungimea centurii

Volumul părții cilindrice a rezervorului,  $V_{r,c}$  se determină după formula:

$$V_{r,c} = V_{c1} + V_{c2} + V_{c3} + \dots + V_{ci} + V_{cf1} + V_{cf2}, \quad (20)$$

unde:  $V_{c1} \dots V_{ci}$  - volumele centurilor rezervoarelor;

$V_{cf1}, V_{cf2}$  - volumele părților cilindrice ale fundurilor luând în considerație corecția  $H_{cf}$  conform 23, 1), a).

c) determinarea volumului părții sferice a fundului

Volumul părții sferice a fundului,  $V_{sf,f}$  se determină după formula:

$$V_{sf,f} = 0.523 \times 6H_{bf}(0.75D_f^2 + H_{bf}^2), \quad (21)$$

d) determinarea volumului părții eliptice a fundului

Volumul părții eliptice a fundului,  $V_{el,f}$  se determină după formula:

$$V_{el,f} = 0.523 \times 6D_f^2 \times H_{b,f}, \quad (22)$$

e) determinarea volumului părții conice a fundului

Volumul părții conice a fundului,  $V_{con,f}$  se determină după formula:

$$V_{con,f} = 0.261 \times 8H_{bf} \times (D_f^2 + D_fD_c + D_c^2), \quad (23)$$

unde:  $D_c$  - diametrul bazei superioare a conului.

În caz de con plin se determină după formula :

$$V_{con,f} = 0.261 \times 8H_{bf} \times D_f^2, \quad (24)$$

f) Volumul fundului, care reprezintă un trunchi de cilindru (fig. A.2),  $V_{f,t}$  se determină după formula:

$$V_{f,t} = 0,392 \times 7D_f^2 \times H_f, \quad (25)$$

g) Volumul total al rezervorului,  $V$  se determină după formula:

$$V = V_{rc} + V_{f1} + V_{f2}, \quad (26)$$

unde:  $V_{f1}$  și  $V_{f2}$  - volumul fundurilor.

h) Volumul util al rezervorului,  $V_{ut}$  se determină după formula:

$$V_{ut} = V - W - N, \quad (27)$$

unde:  $W$  - volumul construcțiilor interioare;

$N$  - volumul părții neumplute.

2) Calculul tabelor de calibrare

Volumul se determină pentru fiecare valoare a nivelului lichidului cu intervalul de 0,1 dm.

a) Calculul volumului rezervoarelor orizontale

Volumul pentru nivelul corespunzător al lichidului se determină pentru fiecare parte a rezervorului (fundurile și centurile părții cilindrice). Rezultatele obținute se însumează.

Calculul volumului părții cilindrice a rezervorului (fig. A.12)

Capacitatea părții cilindrice a centurii rezervorului,  $V_{ic}$  pentru înălțimea de umplere  $H$  se determină prin formula:

$$V_{ic} = \frac{1}{8} D^2 \times L_c (F - \sin F), \quad (28)$$

unde:  $L_c$  - lungimea centurii părții cilindrice a rezervorului;

$F$  - unghiul central al secțiunii transversale a părții cilindrice a rezervorului, bazat pe linia nivelului de umplere a rezervorului, care se determină după formula:

$$F = 2 \cos^{-1} \left( 1 - \frac{2H}{D} \right), \quad (29)$$

Calculul volumului părții sferice a fundului rezervorului (fig. A. 13)

Volumul părții sferice a fundului rezervorului,  $V_{Hps}$ , pentru înălțimea de umplere  $H$  se determină după formula:

$$V_{H.sf} = \left( \frac{1}{3} A^3 - AR^2 \right) K_1 + \left( \frac{1}{3} H_2^3 - H_2 R^2 \right) K_2 + \frac{2}{3} R^3 K_3 + \frac{2}{3} A^2 H_2 K_4, \quad (30)$$

unde:

$$R = \frac{\frac{1}{4} D_f^2 + H_{bf}^2}{2H_{bf}}; \quad (31)$$

$$H_2 = R - H_{bf}; \quad (32)$$

$$A = \left| \frac{D_f}{2} - H \right|; \quad (33)$$

$$R_4 = \frac{D_f^2}{4A^2}; \quad (34)$$

$$R_1 = \frac{H_2}{\sqrt{R^2 - A^2}}; \quad (35)$$

$$K_1 = \cos^{-1}(R_1); \quad (36)$$

$$R_2 = \sqrt{1 - \frac{1}{R_4}}; \quad (37)$$

$$K_2 = \sin^{-1}(R_2) \quad (38)$$

$$K_3 = \tan^{-1}\left(\frac{R}{H_2} \sqrt{R_4 - 1}\right); \quad (39)$$

$$K_4 = \sqrt{R_4 - 1} \quad (40)$$

Pentru  $H > \frac{D_f}{2}$ :

$$V_{H.sf} = V_{sf.f} - V_{H.sf1}, \quad (41)$$

unde:  $V_{H.sf1}$  – volumul pentru înălțimea de umplere, egală cu:

$$H_1 = D_f - H. \quad (42)$$

Calculul volumului părții eliptice a fundului rezervorului.

Volumul părții eliptice a fundului rezervorului  $V_{H.el}$ , pentru înălțimea de umplere  $H$ , se determină după formula:

$$V_{H.el} = 0,523 \times 6H_{el.f} \left(3H^2 - \frac{2H^3}{D_f}\right), \quad (43)$$

Calculul volumului părții conice a fundului rezervorului.

Volumul părții conice a fundului rezervorului,  $V_{ic}$  la înălțimea  $H$  de umplere, se determină după formula:

$$V_{ic} = 0,261 \times 8H_{cf} D_f^2 \times \left(0,5 - \frac{F + \sin(2F) - s \sin^3 F \cdot \ln\left(\operatorname{ctg}\frac{F}{2}\right)}{\pi}\right), \quad (44)$$

unde:

$$F = \sin^{-1} \left| 1 - \frac{2H}{D_f} \right|. \quad (45)$$

b) Calculul volumului rezervoarelor înclinate

Volumul pentru nivelul corespunzător al lichidului se determină pentru fiecare parte a rezervorului. Rezultatele obținute se însumează.

Calculul volumului părții cilindrice a rezervorului înclinat

Se determină volumul părții cilindrice a rezervorului pentru înălțimea de umplere  $H$  în următoarea consecutivitate.

Se determină depășirea  $H_{dep}$  a unui capăt al părții cilindrice a rezervorului în raport cu celălalt după formula:

$$H_{dep} = L_c \cdot \tan \beta, \quad (46)$$

unde:  $\beta$  – unghiul de înclinare a rezervorului.

Se determină înălțimea proiecției fundului  $H_{pr}$  pe planul vertical după formula:

$$H_{pr} = D_f \cos \beta. \quad (47)$$



Se determină înălțimea maximă de umplere  $H_{max}$  a rezervorului după formula:

$$H_{max} = H_{dep} + H_{pr}. \quad (48)$$

Dacă  $H$  se află în limitele  $0 < H < H_{dep}$ , volumul  $V_{ic}$  se determină după formula:

$$V_{ic} = \frac{D^3(\sin f - \frac{1}{3}\sin^3 f - f \cos f)}{8 \tan \beta}, \quad (49)$$

unde: 
$$f = \cos^{-1}\left(1 - \frac{2H}{\cos \alpha \cdot D}\right). \quad (50)$$

Dacă  $H$  se află în limitele  $H_{dep} < H \leq H_{pr}$ , volumul se determină după formula:

$$V_{ic} = V_{ic1} - V_{ic2}, \quad (51)$$

unde:  $V_{ic1}$  - volumul calculat după formula (44) pentru  $H_1 = H$ ;

$V_{ic2}$  - volumul calculat după formula (44) pentru  $H_2 = H - H_{dep}$ .

Dacă  $H$  se află în limitele  $H_{pr} < H \leq H_{max}$ , volumul se determină după formula:

$$V_{ic} = V_c - V_{ic3}, \quad (52)$$

unde:  $V_{ic3}$  - volumul calculat după formula (44) pentru  $H_3 = H_{max} - H$ .

Înălțimea neturnată se determină după formula (48) pentru

$$H_{net} = [(L_c - L_r) \tan \beta - H_r] \cos \beta, \quad (53)$$

unde:  $L_r$  - distanța de la axa gurii de umplere până la linia muchiei laterii cilindrice a părții frontale a rezervorului (coordonata punctului de măsurare a înălțimii umplerii).

Calculul volumului părții bombate a fundurilor rezervorului înclinat.

Calcularea volumului fundurilor rezervorului înclinat se efectuează prin metoda prezentată la pct. 23, 2) a). În acest caz înălțimea umplerii fundului din partea coborâtă a rezervorului este egală cu înălțimea umplerii părții cilindrice a rezervorului, iar înălțimea umplerii fundului din partea ridicată a rezervorului,  $H_{if.r}$  este egală cu:

$$H_{if.r} = H - H_{dep}, \quad (54)$$

c) Calculul volumului părții cilindrice a rezervorului, secțiunea transversală a căruia este elipsă.

Volumul părții cilindrice a rezervorului cu secțiunea elipsă,  $V_{el.c}$ . la înălțimea de umplere  $H$  se determină prin formula:

$$V_{el.c} = \left[ \frac{D_o \cdot D_v}{4} \cdot \cos^{-1} \left( 1 - \frac{2H}{D_v} \right) - \frac{D_o}{D_v} \times \left( \frac{D_v}{2} - H \right) \times \sqrt{D_v \cdot H - H^2} \right] \times L_c. \quad (55)$$

unde:  $D_o$  și  $D_v$  - diametrele orizontal și vertical ale rezervorului.

d) Calculul părții cilindrice a rezervorului eliptic înclinat

Volumul părții cilindrice a rezervorului eliptic înclinat, pentru înălțimea de umplere  $H$ , se determină în următoarea consecutivitate.

Se determină depășirea  $H_{dep}$  unei laturi a părții cilindrice în raport cu cealaltă latură după formula (46).

Se determină înălțimea proiecției fundului  $H_{pr}$  pe planul vertical după formula:

$$H_{pr} = D_v \cdot \cos\beta, \quad (56)$$

unde:  $D_v$  - diametrul vertical al rezervorului.

Se determină înălțimea maximă de umplere a rezervorului după formula (49).

Dacă  $H$  se află în limitele  $0 < H \leq H_{pr}$ , volumul se determină după formula:

$$V_{ic.el} = \frac{A \cdot B}{\sin\beta} (H - A \cos\beta) \times \cos^{-1} \left( 1 - \frac{H}{A \cos\beta} \right) + \frac{B}{\sin\beta} \times \left( A + \frac{H^2}{3A \cos^2\beta} - \frac{2H}{3 \cos\beta} \right) \times \sqrt{2AH \cos\beta - H^2}, \quad (57)$$

unde:  $A = \frac{D_v}{2}$ ,  $B = \frac{D_0}{2}$ ;

$\beta$  - unghiul de înclinare a rezervorului.

Dacă  $H$  se află în limitele  $H_{dep} < H \leq H_{pr}$ , volumul se determină după formula:

$$V_{ic.el} = V_{c.el1} - V_{ic.el2}, \quad (58)$$

unde:  $V_{c.el1}$ ,  $V_{ic.el2}$  - volumele calculate după formula (57) pentru  $H_1=H$  și  $H_2=H - H_{dep}$ .

Dacă  $H$  se află în limitele  $H_{pr} < H \leq H_{max}$ , volumul se determină după formula:

$$V_{ic.el} = V_{c.el} - V_{ic.el3}, \quad (59)$$

unde:  $V_{ic.el3}$  - volumul pentru  $H_3=H_{max} - H$ .

Înălțimea returnată se determină după formula (57) pentru  $H$  calculat după formula (53).

e) Calculul volumului rezervoarelor verticale.

Volumul  $V_{ir}$  pentru nivelul corespunzător  $H$  al lichidului se determină ca suma volumelor părților rezervorului, situate inferior nivelului de umplere a rezervorului:

$$V_{ir} = \sum V_{jr} + V_{in}, \quad (60)$$

unde:  $\sum V_{jr}$  - volumul însumat al părților rezervorului, situate inferior nivelului dat;

$V_{in}$  - volumul părții, în limitele căreia se află nivelul dat, pentru înălțimea  $H_{in}$ :

$$H_{in} = H - \sum H_{hr}, \quad (61)$$

unde:  $\sum H_{hr}$  - înălțimea sumară a părților rezervorului, situate inferior părții date a rezervorului.

Calculul volumului părții sferice a fundului .

Volumul părții sferice a fundului rezervorului vertical,  $V_{h.sf}$ , pentru înălțimea de umplere  $H$  se determină după formula:

$$V_{h.sf} = 1,047 \cdot 2H^2 \times (3R - H), \quad (62)$$

unde:

$$R = \frac{\frac{D_f^2}{4} + H_{bf}^2}{2H_{bf}}. \quad (63)$$

Calculul volumului părții eliptice a fundului.

Volumul părții eliptice a fundului rezervorului vertical,  $V_{h.el}$  pentru înălțimea de umplere  $H$  se determină după formula:

$$V_{h.el} = 0,785 \times 4D_f^2 \left( H - \frac{H_{bf}}{3} + \frac{(H_{bf}-H)^3}{3H_{bf}^2} \right). \quad (64)$$

Calculul volumului părții conice a fundului.

Volumul părții conice a fundului rezervorului vertical,  $V_{h.con}$  pentru înălțimea de umplere  $H$  se determină după formula:

$$V_{h.con} = 0,261 \times 8H(A^2 + A \cdot D_{con} + D_{con}^2), \quad (65)$$

unde:  $D_{con}$  - diametrul bazei de jos a fundului conic;

$$A = \frac{D_f - D_{con}}{H_{b.f}} \times H + D_{con}. \quad (66)$$

Calculul volumului părții cilindrice a rezervorului vertical.

Volumul centurii părții cilindrice a rezervorului,  $V_{cc}$  pentru înălțimea de umplere a centurii  $H_{i.h}$  se determină după formula

$$V_{cc} = 0,785 \times 4 \cdot D_c^2 \cdot H_{i.h}, \quad (67)$$

unde:  $D_c$  - diametrul calculat al centurii.

Calculul volumului părții sferice a părții superioare.

Volumul părții sferice a părții superioare a rezervorului vertical,  $V_{is.sf}$  pentru înălțimea de umplere  $H_{uf}$  se determină după formula:

$$V_{is.sf} = 1,047 \times 2(H_{bf} - H_{uf})^2 \times (3R - H_{bf} + H_{uf}), \quad (68)$$

unde:

$$R = \frac{\frac{D_f^2}{4} + H_{bf}^2}{2H_{bf}}, \quad (69)$$

Calculul volumului părții eliptice a părții superioare.

Volumul părții eliptice a părții superioare a rezervorului vertical,  $V_{is.el}$  se determină după formula:

$$V_{is.el} = 0,785 \times 4 \left( D_f^2 - \frac{H_{uf}^3}{3H_{bf}} \right). \quad (70)$$

Calculul volumului părții conice a părții superioare.

Volumul părții conice a părții superioare a rezervorului vertical,  $V_{is.con}$  se determină după formula:

$$V_{is.con} = 0,261 \times H_{uf} \times (D_f^2 + AD_f + A^2), \quad (71)$$

unde:

$$A = D_f - \frac{D_f - D_{con}}{H_{bf}} \times H_{uf}. \quad (72)$$

Eroarea relativă se calculează după formula:

$$\varepsilon = \frac{V_n - V_{et}}{V_{et}} \cdot 100 \% \quad (73)$$

unde:  $V_n$  – volumul nominal al rezervorului;

$V_{et}$  – volumul calculat (metoda geometrică) sau volumul măsurat (metoda volumetrică).

Erorile relative calculate nu trebuie să depășească limitele erorilor maxime tolerate, specificate în cap. IV, pct. 4.

## **XII. ÎNTOCMIREA REZULTATELOR CONTROLULUI METROLOGIC LEGAL**

**24.** Rezultatele verificării metrologice se înregistrează într-un proces-verbal de verificare metrologică, care trebuie să conțină cel puțin următoarea informație:

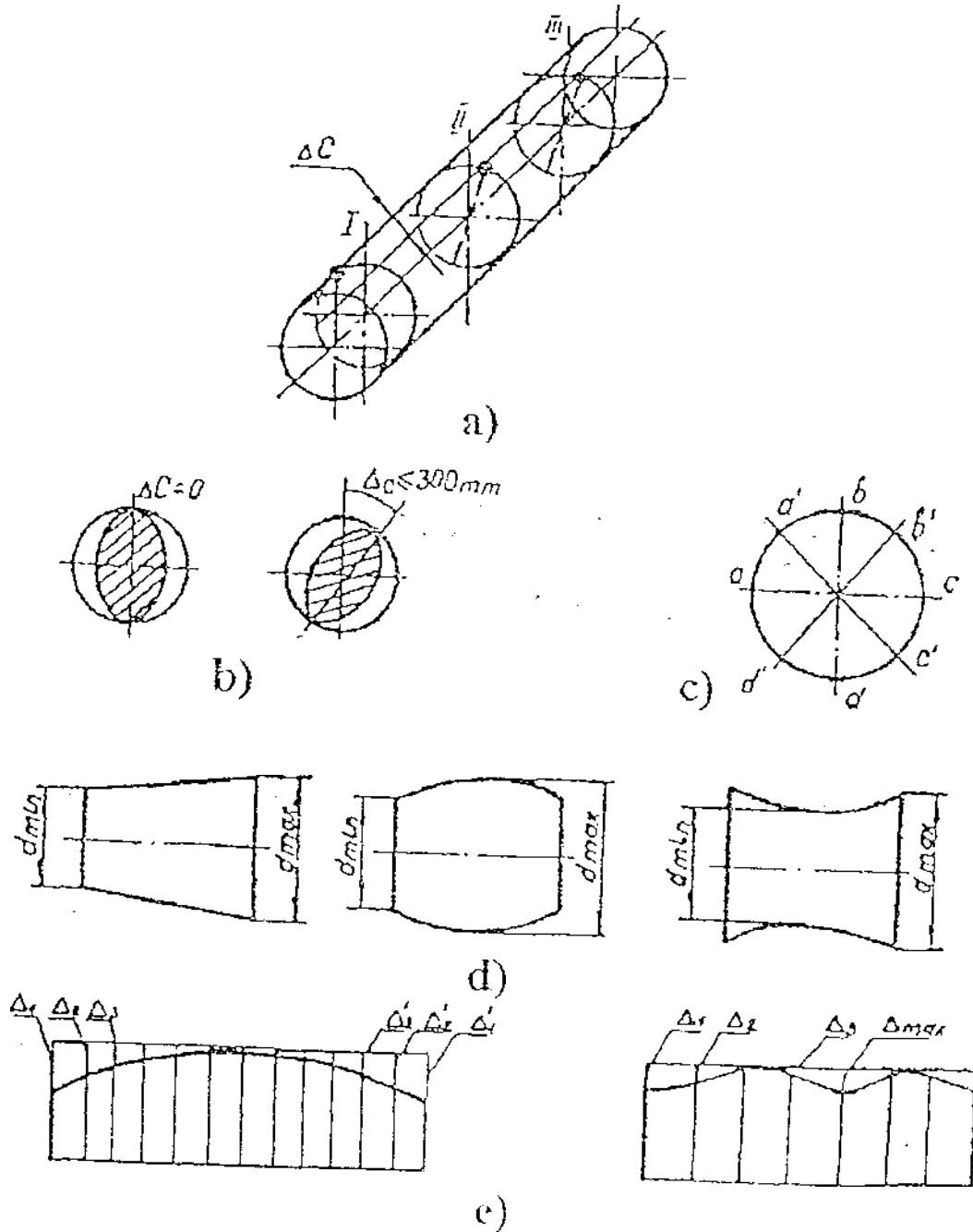
- 1) solicitantul;
- 2) numărul și data procesului-verbal;
- 3) caracteristicile tehnice a rezervorului;
- 4) etaloanele utilizate;
- 5) condițiile de mediu;
- 6) identificarea rezervorului (numărul, producător, locul amplasării);
- 7) schema de amplasare a rezervoarelor;
- 8) rezultatele măsurărilor;
- 9) tabele de calibrare, conform Anexei B;
- 10) concluzia referitor la rezultatele verificării;

**25.** În cazul, când mijlocul de măsurare este recunoscut ca utilizabil, se eliberează buletin de verificare metrologică conform Hotărârii Guvernului nr. 1042 /2016 , Anexa 2. Marcajul de verificare metrologică se aplică pe plăcuța de identificare, rigla gradată, dispozitivul de sigilare a nivelmetrului.

**26.** În cazul când mijlocul de măsurare legal este recunoscut ca inutilizabil se eliberează buletin de inutilizabilitate conform Hotărârii Guvernului nr. 1042/2016, Anexa 2.

**Anexa A**  
(normativă)

**DATE ȘI SCHEME PENTRU EFECTUAREA VERIFICĂRII METROLOGICE**



**Figura A.1 - Abaterea formei și determinarea toleranței**

a) secțiunile pe centura virolei pentru determinarea toleranței formei; b) punctele recomandate pentru cercetarea abaterii de la rectitudine a liniilor medii a centurilor virolei; c) abaterea de la simetrie; d) abaterea profilului secțiunii longitudinale a centurilor virolei. e) abaterea de la rectitudine a liniilor medii a centurilor virolei cu caracter sistematic și aleatoriu.

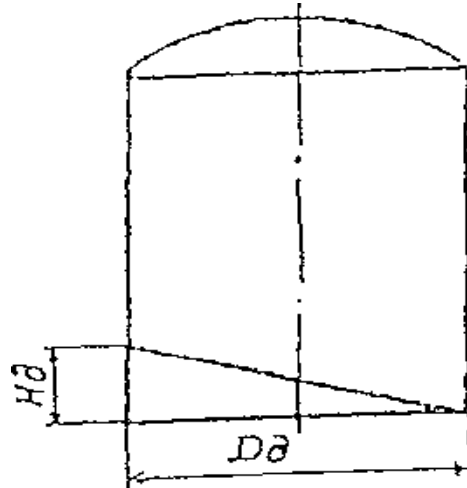
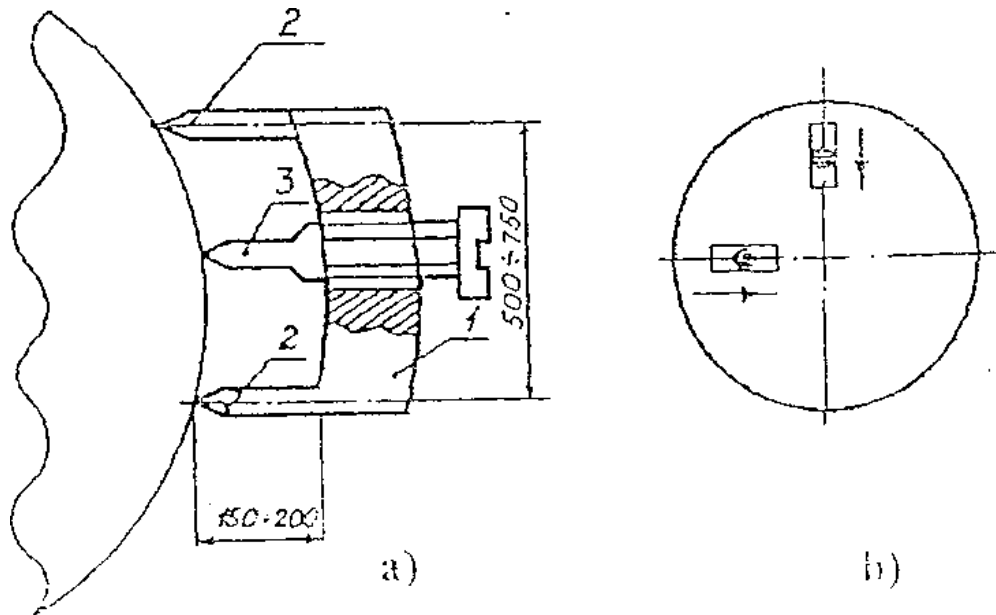


Figura A.2 - Fund tip "trunchi de cilindru"



1 - carcasă; 2 - suport staționar; 3 - suport reglabil

Figura A.3 – a) dispozitiv pentru controlul curburii fundului; b) schema de control a curburii.

Anexa A (continuare)

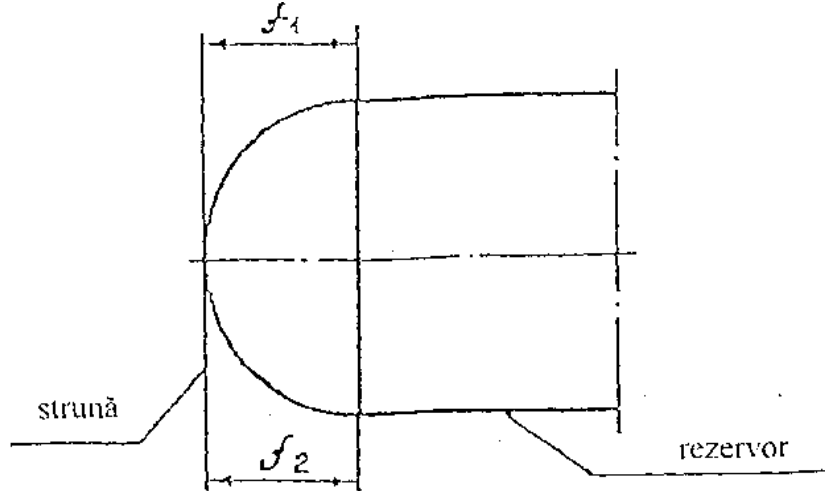


Figura A.4 - Măsurarea înălțimii fundului rezervorului

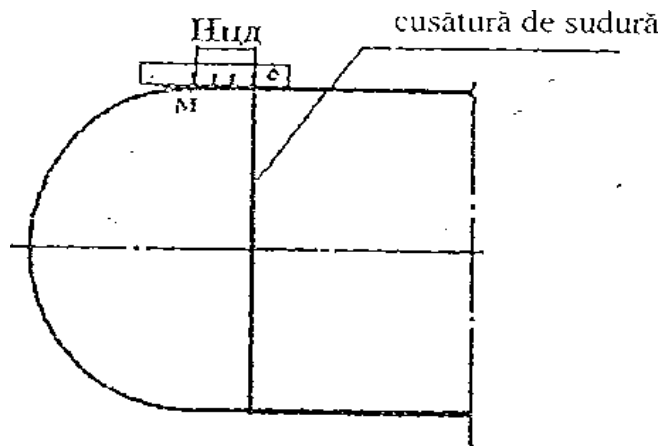
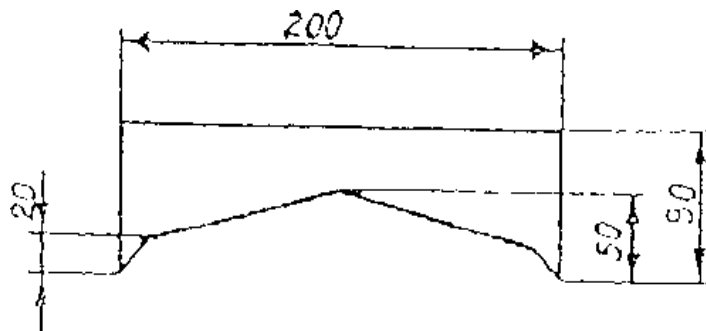


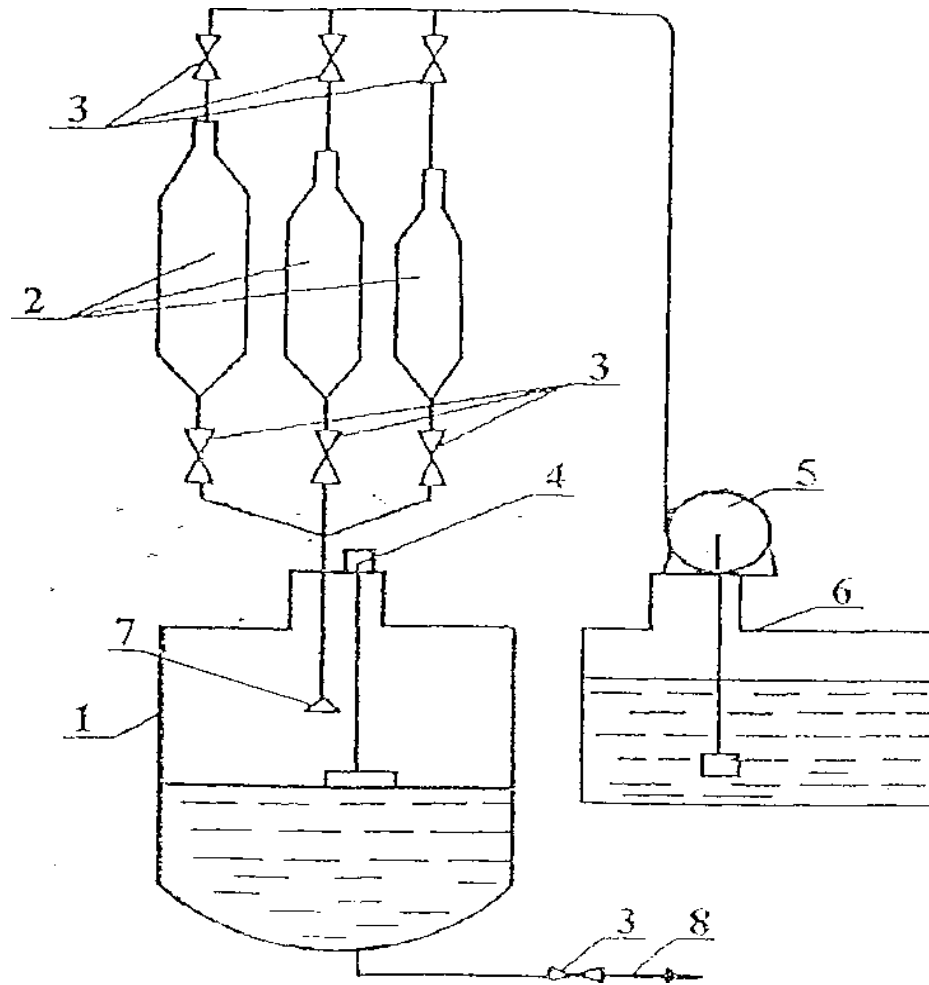
Figura A.5 - Măsurarea lungimii părții cilindrice a rezervorului



material St 3  
grosimea 2 mm

Figura A.6 - Scoabă

Anexa A (continuare)

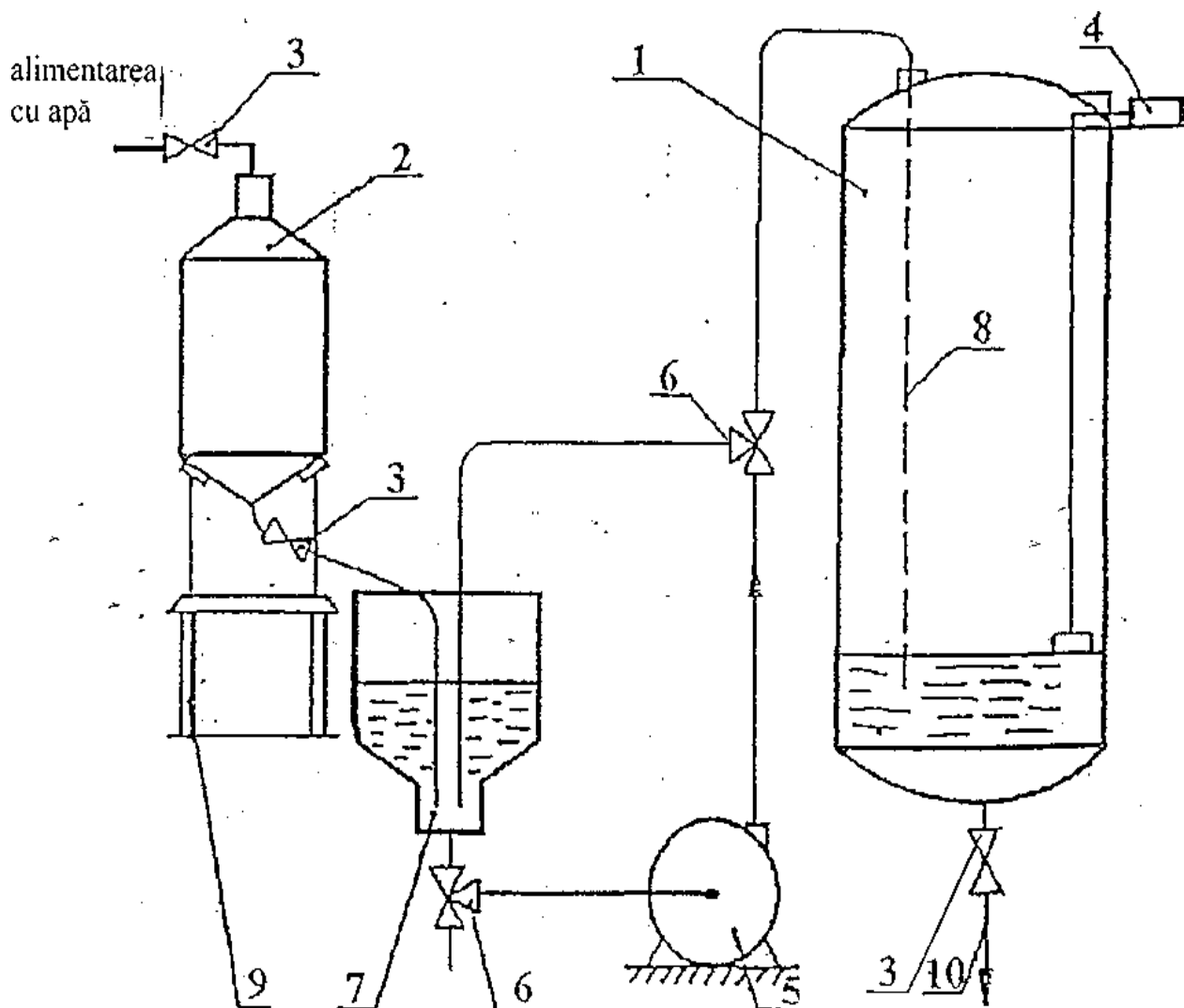


1 - rezervorul supus verificării metrologice; 2 - măsurătoare etalon; 3 - robinete de închidere; 4 - nivelmetru; 5 - pompă; 6 - rezervor auxiliar; 7 - lărgitorul cu capăt magnetic; 8 - pomparea apei în rezervorul auxiliar

**Figura A.7** - Schema verificării metrologice a rezervorului prin metoda volumetrică cu utilizarea măsurătoarelor etalon (evacuarea apei prin scurgere liberă)



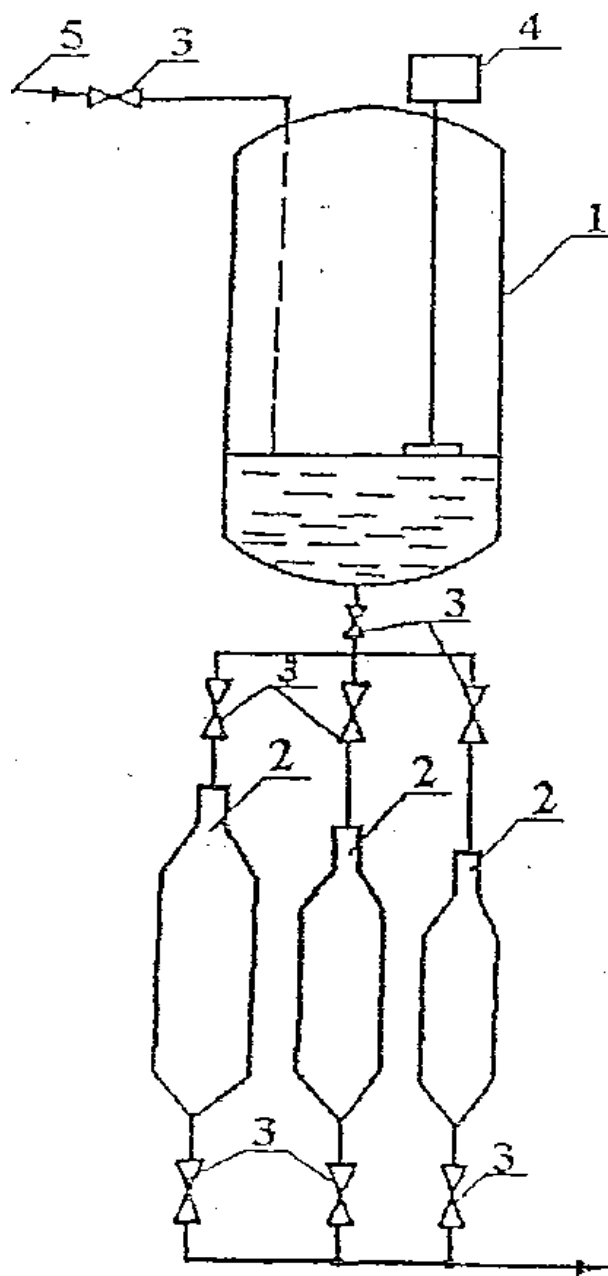
Anexa A (continuare)



1 - rezervorul supus verificării metrologice: 2 - măsurător etalon: 2 - robinet de trecere; 4 - nivelmetru:  
5 - pompă: 6 - robinet cu trei căi: 7 - recipient intermediar; 8 - furtun: 9 - suport; 10 - pomparea apei în  
măsurător

**Figura A.8** - Schema verificării metrologice a rezervorului prin metoda volumetrică cu utilizarea măsurătorului etalon

Anexa A (continuare)

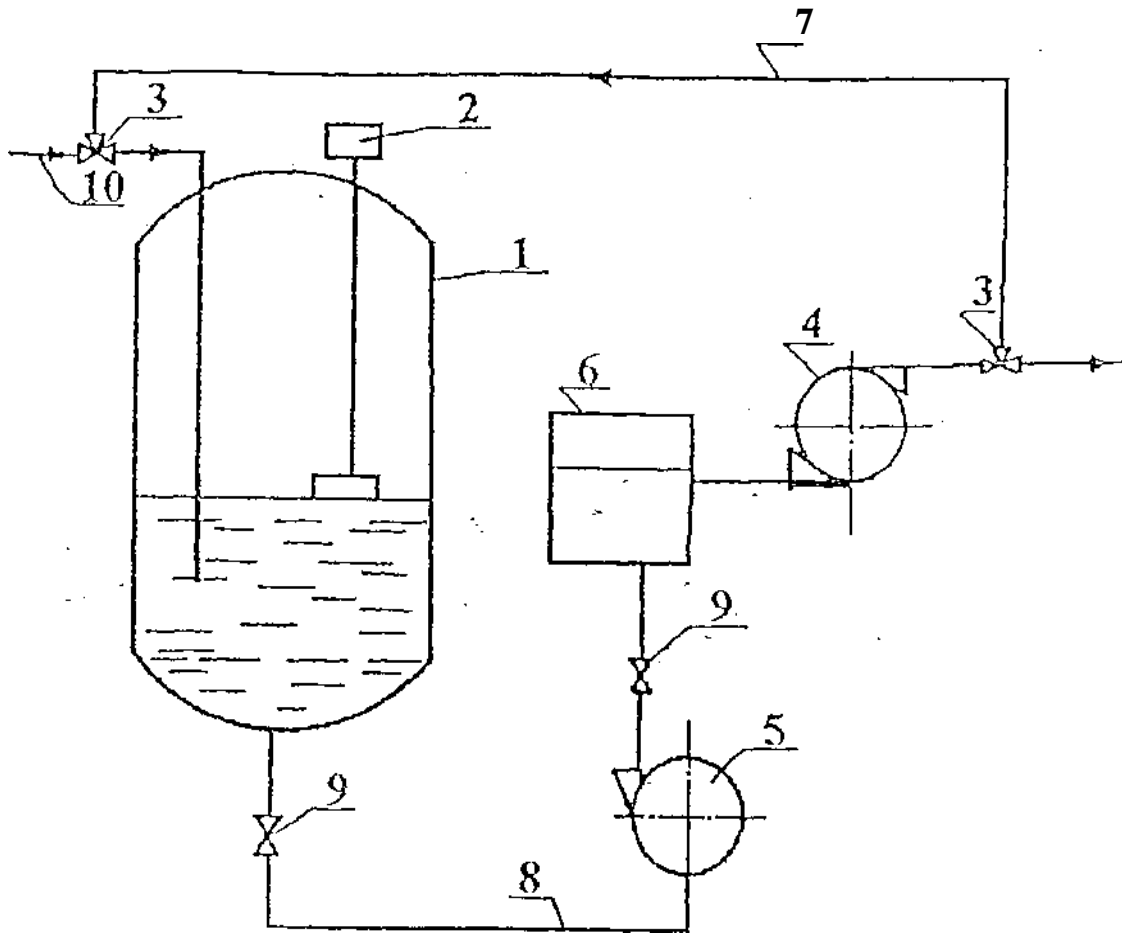


1 - rezervorul supus verificării metrologice: 2 - măsurătoare etalon: 3 - robinete de închidere;  
4 - nivelmetru: 5 - alimentarea cu apă

**Figura A.9** - Schema verificării metrologice a rezervorului prin metoda volumetrică cu utilizarea măsurătoarelor etalon (evacuarea apei prin scurgere liberă)



Anexa A (continuare)



1 - rezervorul supus verificării metrologice; 2 - nivelmetru; 3 - robinete cu trei căi;  
4 - contor; 5 - pompă; 6 - degazor; 7 - conductă de evacuare; 8 - conductă de alimentare; 9 - robinete de  
închidere; 10 - alimentarea cu apă

**Figura A.11** - Schema verificării metrologice a rezervorului cu utilizarea contorului prin metoda volumetrică

Anexa A (continuare)

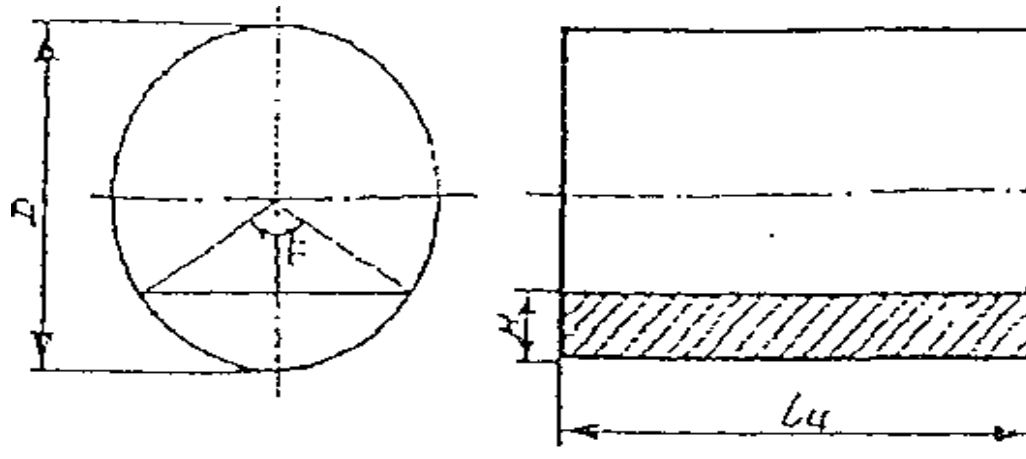


Figura A.12 - Calculul volumului centurii virolei a rezervorului

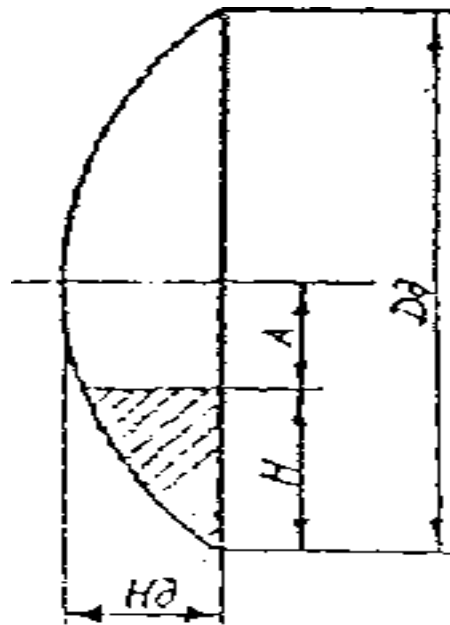
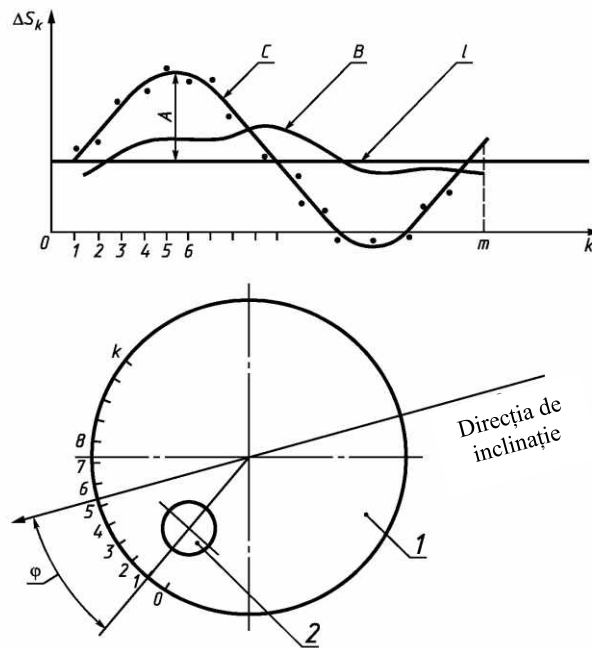


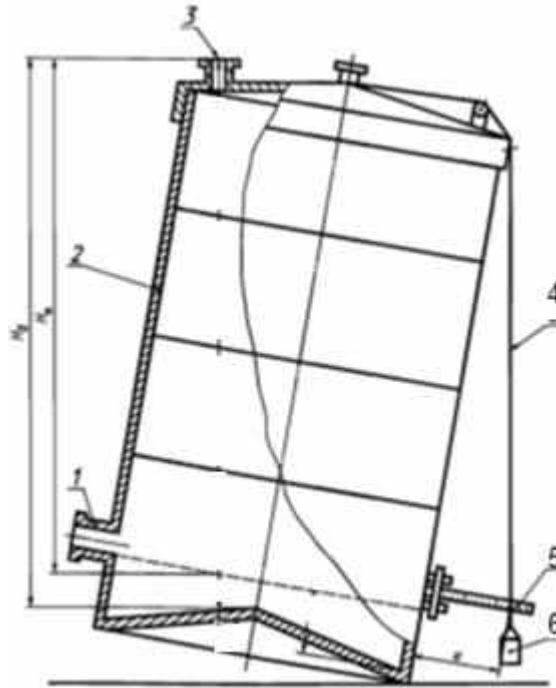
Figura A.13 Parametrii geometrici ai fundului sferic

### Anexa A (continuare)



$l$  – conturul rezervorului;  $2$  – capacul de măsurare;  $\Delta S_k$  – funcția, calculată după formula 4;  $l$  – distanța, calculată prin formula 5;  $C, B$  – diagrama funcției  $\Delta S_k$ ;  $A$  – maximumul funcției  $\Delta S_k$ ;  $m$  – numărul de divizări;  $k$  – numărul divizării;  $\varphi$  – direcția de inclinare a rezervorului

**Figura A.14** Diagrama funcției  $\Delta S_k$



**Figura A.15** Schema pentru determinarea gradului de inclinație a rezervorului cu utilizarea firului cu plumb

$1$  – ieșire de scurgere/ umplere;  $2$  – partea cilindrică a rezervorului;  $3$  – capacul de măsurare;  $4$  – firul cu plumb;  $5$  – rigla cu magnet;  $6$  – greutatea (plumbul) firului;  $H_b$  – înălțimea de bază;  $H_r$  – înălțimea de reper;  $a$  – distanța între peretele rezervorului și firul cu plumb

**Anexa B**  
(normativă)

*Forma tabelului de calibrare*

---

(denumirea laboratorului, care a efectuat verificarea metrologică a rezervorului)

APROB

**TABELUL DE CALIBRARE**  
pentru rezervorul cilindric nr. \_\_\_\_\_

Capacitatea rezervorului, L \_\_\_\_\_

Modul de instalare \_\_\_\_\_  
(vertical / orizontal/inclinat)

Locul instalării \_\_\_\_\_  
(denumire agentului economic, adresa, tel./fax)

---

Eroarea relativă de determinare a capacității, % \_\_\_\_\_

Data efectuării verificării metrologice \_\_\_\_\_

Verificarea metrologică a fost efectuată în conformitate cu cerințele \_\_\_\_\_

Verificatorii metrologi: \_\_\_\_\_  
(nume, prenume, semnătura)

\_\_\_\_\_ (nume, prenume, semnătura)

**Anexa B** (continuare)

Inventarul deformațiilor rezervorului nr. \_\_\_\_\_

1. Diferența dintre diametre, mm:
  - într-o secțiune (ovalitate) \_\_\_\_\_
  - în diferite secțiuni (conicitate, formă butoi, formă șa) \_\_\_\_\_
2. Abaterea de la rectitudine a liniilor medii a cilindrului, mm \_\_\_\_\_
3. Dimensiunile deformației, umflăturii, mm:
  - diametrul \_\_\_\_\_
  - linia de încovoiere \_\_\_\_\_
4. Forma fundului (a se sublinia): sferică, eliptică, plată, conică
5. Înclinarea rezervorului, grade \_\_\_\_\_

Verificatorul metrolog

\_\_\_\_\_  
(semnătura)

\_\_\_\_\_  
(prenumele, numele)

Șef laborator

\_\_\_\_\_  
(semnătura)

\_\_\_\_\_  
(prenumele, numele)



## Anexa B (continuare)

Lista datelor inițiale ale rezervorului nr. \_\_\_\_\_

1. Diametrul interior, mm \_\_\_\_\_
2. Lungimea părții cilindrice, mm \_\_\_\_\_
3. Înălțimea fundului, mm \_\_\_\_\_
4. Volumul pieselor interioare, m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

Verificatorul metrolog

\_\_\_\_\_ (semnătura)

\_\_\_\_\_ (prenumele, numele)

Șef laborator

\_\_\_\_\_ (semnătura)

\_\_\_\_\_ (prenumele, numele)

### **B.4** *Etaloanele de lucru utilizate la verificarea metrologică a rezervorului*

<b>N<sup>o</sup></b>	<b>Denumirea și tipul etalonului de lucru</b>	<b>Nr. de fabricație</b>	<b>Nr. certificatului de etalonare și data</b>

### **B.5** *Tabel de calibrare*

<b>Nivelul de umplere, cm</b>	<b>Volumul, m<sup>3</sup></b>	<b>Umplerea la 1 mm, m<sup>3</sup></b>