

**MINISTERUL
DEZVOLTĂRII ECONOMICE
ȘI DIGITALIZĂRII**



**МИНИСТЕРСТВО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
И ЦИФРОВИЗАЦИИ**

ORDIN
cu privire la aprobarea NML 3-21:2025 „Rezervoare metalice
staționare pentru stocarea produselor petroliere.
Procedura de verificare metrologică”

nr. 130 din 17.09.2025

Monitorul Oficial nr.498-501/851 din 24.09.2025

* * *

În temeiul art.5 alin.(3), art.6 alin.(3), art.13 alin.(3) din Legea metrologiei nr.19/2016, pentru asigurarea uniformității și exactității măsurărilor în domeniile de interes public pe teritoriul Republicii Moldova,

ORDON:

1. Se aprobă Norma de metrologie legală NML 3-21:2025 „Rezervoare metalice staționare pentru stocarea produselor petroliere. Cerințe tehnice și metrologice. Procedura de verificare metrologică”, conform anexei.

2. Prezentul ordin se publică în Monitorul Oficial al Republicii Moldova și se plasează pe pagina web a ministerului.

3. Se pune în sarcina IP „Institutul Național de Metrologie” plasarea pe pagina sa web a prezentului ordin și publicarea acestuia în revista de specialitate „Metrologie”.

4. Prezentul ordin intră în vigoare la expirarea a 2 luni de la data publicării în Monitorul Oficial al Republicii Moldova.

VICEPRIM-MINISTRU, MINISTRU Doina NISTOR

Nr.130. Chișinău, 17 septembrie 2025.

NORMĂ DE METROLOGIE LEGALĂ
NML 3-21:2025 „Rezervoare metalice staționare pentru stocarea produselor petroliere.
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, metrologice și procedura de verificare metrologică pentru rezervoarele metalice staționare (orizontale) cu capacitatea nominală de la 3 m³ până la 200 m³ pentru stocarea produselor petroliere (în continuare – *rezervoare*), destinate măsurărilor în domeniul de interes public. Norma se aplică pentru efectuarea verificărilor metrologice inițiale și periodice 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 „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

2. Pentru interpretarea corectă a prezentei norme se aplică termenii conform Legii metrologiei nr.19/2016, SM ISO/CEI Ghid 99:2017 cu următoarele completări:

Tabel de calibrare – document tehnic care indică volumul exact de lichid conținut într-un rezervor în funcție de nivelul măsurat al lichidului.

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

Orificiul de umplere rezervorului – un element constructiv de formă cilindrică verticală, amplasat în partea superioară a rezervorului, destinat efectuării măsurărilor nivelului de lichid, prelevării probelor, introducerii echipamentelor de măsurare sau control, precum și pentru accesul la spațiul interior al rezervorului în scopuri de exploatare sau verificare metrologică. Dimensiunile și poziția orificiului de umplere sunt luate în considerare la etalonarea volumetrică a rezervorului.

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 (figura A.8, A.9) – mărimea η , exprimată prin tangenta unghiului de înclinație, calculată după formula:

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

unde: β – unghiul de înclinație a rezervorului, în grade (°)

$\text{tg}\beta$ – este tangenta unghiului, adică raportul dintre diferența de înălțime a capetelor rezervorului și lungimea acestuia.

Dacă unghiul de înclinație depășește 1:1000 se efectuează corecția geometrică ale volumelor în procesul de gradare.

IV. CERINȚE TEHNICE ȘI METROLOGICE

3. Rezervoarele trebuie să fie construite în conformitate cu proiectul constructiv al rezervorului ce ține de construcția, poziția și cerințele de exploatare. Rezervoarele trebuie să corespundă cerințelor legale pentru păstrarea lichidelor în dependență de caracteristicile lor.

Rezervoarele trebuie să fie prevăzute cu dispozitive necesare pentru a reduce, cât mai mult, pierderile la evaporare. Instalarea și utilizarea acestor dispozitive nu trebuie să conducă la majorarea erorilor de măsurare.

Rezervoarele trebuie să respecte următoarele cerințe generale:

3.1. Forma, materialul, construcția și ansamblul trebuie să fie astfel încât rezervorul să fie suficient de rezistent la condițiile de mediu, la efectele produsului conținut și, în condiții normale de utilizare, să nu sufere nici o deformare gravă care ar putea afecta negativ capacitatea rezervorului.

3.2. Forma trebuie să fie astfel, încât să se împiedice formarea de buzunare de aer în timpul umplerii sau de buzunare de lichid după evacuare.

3.3. Țevile statice se utilizează în mod curent ca elemente de susținere pentru punctul de referință (la extremitatea superioară) și pentru plăcuța de identificare (la extremitatea inferioară). Instalarea trebuie efectuată astfel încât extremitatea inferioară a țevii să fie poziționată cât mai aproape posibil de fundul rezervorului, asigurând o fixare stabilă, iar extremitatea superioară să fie orientată vertical, către partea superioară a rezervorului.

3.4. Punctul de referință de scufundare și punctul de referință superior trebuie să fie proiectate și montate astfel încât pozițiile acestora să rămână stabile în timpul exploatării. Construcția trebuie să asigure o rezistență adecvată la influențele generate de procesele de umplere și golire a rezervorului, precum și la variațiile parametrilor de proces și condițiilor de mediu (ex. temperatură, vibrații, presiune).

3.5. Să fie stabile pe fundațiile lor.

3.6. Rezervoarele trebuie să fie prevăzute cu o plăcuță cu date de identificare a acestora. Placa de informare trebuie să conțină cel puțin următoarea informație:

- nr. de fabricație și anul de producere a rezervorului;
- producătorul;
- capacitatea nominală;
- înălțimea maximă de umplere;
- înălțimea de referință.

4. Limitele erorilor tolerate trebuie să corespundă celor specificate în tabelul 1 și 2.

Tabelul 1

Erorile parametrilor rezervorului măsurati la verificare prin metoda geometrică

Parametrul măsurat	Limitele erorii tolerate la măsurarea rezervoarelor cu capacitatea	
	(3 – 75) m ³	(76 – 200) m ³
Diametrul intern a centurii (la măsurarea internă), %	± 0,08	± 0,06
Lungimea centurii, %	± 0,10	± 0,08
Diametrul intern a centurii (la măsurarea externă), %	± 0,10	± 0,08

Coordonatele punctului de măsurare a înălțimii de bază, mm	± 5	± 5
Înălțimea coloanei de lichid (la determinarea gradului de inclinație), mm	± 1	± 1
Înălțimea conului (convexitatea fundului), mm	± 1	± 1
Volumul pieselor interioare, m ³	± 0,01	± 0,005
Capacitatea rezervorului, %	± 0,20	± 0,20

Tabelul 2

Erorile parametrilor rezervorului măsurați la verificare prin metoda volumetrică

Parametrul măsurat	Limitele erorii tolerate a măsurărilor
Capacitatea măsurată de volum la gradarea rezervorului, %	± 0,15
Nivelul lichidului, mm	± 1
Temperatura lichidului, °C	± 0,2
Temperatura aerului, °C	± 1

V. MODALITĂȚI DE CONTROL METROLOGIC LEGAL

5. Volumul și consecutivitatea efectuării operațiilor în cadrul verificărilor metrologice inițiale și periodice trebuie să corespundă tabelului 3.

Tabelul 3

Denumirea operației	Operația/numărul punctului din capitolul 11) „Efectuarea verificării”	Modalități de control metrologic legal		
		Aprobare de model	Verificarea metrologică	
			inițială	periodică
Examinarea aspectului exterior	24	nu	da	da
Verificarea metrologică prin metoda geometrică	25	nu	da	da
Verificarea metrologică prin metoda volumetrică	26	nu	da	da

Notă: Verificările metrologice după reparare se efectuează în volumul verificărilor metrologice inițiale

6. Operațiile de verificare metrologică se efectuează de către laboratoarele acreditate și desemnate pe domeniul respectiv, conform Hotărârii Guvernului nr.1118/2018 cu privire la aprobarea Regulamentului general de metrologie legală privind modul de desemnare pentru verificarea metrologică a mijloacelor de măsurare și pentru efectuarea de măsurări în domenii de interes public.

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

8. În cazul în care rezervorul nu a 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 verificarea metrologică a rezervoarelor prin metoda geometrică și volumetrică sunt utilizate etaloane de lucru și mijloace auxiliare prezentate în tabelul 4.

Tabelul 4

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
Metoda Geometrică			
25	Rulete metalice	până la 30 m, cl. II, $\pm 0,15$ mm	-
25	Rulete cu lest	5, 10 m, cl. II, $\pm 0,15$ mm	-
25	Șublere	până la 400 mm, $\pm 0,04 \div \pm 0,1$ mm	-
25	Rigle metalice	0 – 500 mm, ± 0.20 mm	-
25	Nivelmetru	U = 5'	-
25	Rigle metalice cu magneti	lungimea până la 30 m, valoarea diviziunii 1 mm, U=2,0...5,0 mm	-
25	Strună metalică	diametrul de la 0,5 până la 1,0 mm, lungimea de 30 m	-
25	Fire cu plumb duble	-	-
25	Trasor (marcator)	-	-
25	Tuburi de nivel (a lichidului)	-	-
25	Dinamometre cu arc	forța de întindere până la 100 N, U = 2 %	-
25	Analizor (detector) de gaze	-	-
25	Mire telescopice	-	-
25	Dispozitive de măsurat grosimi cu ultrasunet	0,6 – 30 mm, U = 0,1 mm.	-
25	Micrometre de interior	până la 600 mm cu U = 0,1 mm	-
Metoda Volumetrică			
26	Măsurătoare de volum etalon ¹	ord. II, până la 1000 dm ³ , U = 0,1 %	-
26	Ruletă cu lest	U = 2 mm	-
26	Riglă gradată	3 300 – 4 300 mm, U = 2 mm	-
26	Mijloace de măsurare a lichidului de verificare	Interval de măsurare minim (5÷35)°C Valoarea diviziunii 0,1°C Incertitudinea $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$	-
26	Pompe (robinete, conducte, conexiuni) ²	(25 și 50) m ³ /h	-
26	Cronometru	U = 0,3 s	-
26	Contoare (debitmetre)	U = 0,15 %	-

25, 26	Mijloace de monitorizare a condițiilor de mediu	Temperatură: $(5 \div 35)^{\circ}\text{C}$, cu diviziunea 1°C (incertitudinea $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$) Umiditate: $(12 \div 95) \%$ (incertitudinea $\pm 1 \%$)	-
¹ Măsurătoarele de volum sunt selectate astfel, încât să fie posibilă obținerea unor doze de lichid în volume suficiente pentru a ridica nivelul lichidului de încercare din rezervor cu 10-30 mm. ² Viteza de umplere a rezervorului în timpul procesului de verificare nu trebuie să depășească 0,3 mm/s			

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 lucrărilor de verificare metrologică 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 referitor la tehnica securității, legat de particularitățile întreprinderii: lucrări la înălțime, necesitatea de a folosi îmbrăcăminte specială și mijloace individuale de protecție, lucrări în zone explozibile și incendiare, lucrări în zone închise cu vapori nocivi, etc.

IX. CONDIȚII DE VERIFICARE

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

- temperatura mediului înconjurător, a apei și suprafeței rezervorului – $(20 \pm 15)^{\circ}\text{C}$;
- variația temperaturii apei la verificarea metrologică – nu mai mare de $\pm 2^{\circ}\text{C}$;

15. Nu se admite pătrunderea aerului în sistemul de măsurare, pregătit pentru verificarea rezervorului.

16. Procesul de umplere nu trebuie să fie cu întreruperi, care aduc la modificarea volumului

17. Iluminarea în zona de lucru în afara și în interiorul rezervorului trebuie să fie suficientă pentru a efectua verificarea și a nivelului lichidului în rezervor.

18. Verificarea metrologică a rezervoarelor, situate în afara încăperilor, nu trebuie să se efectueze în condiții de precipitații atmosferice.

X. PREGĂTIREA PENTRU VERIFICARE

19. Rezervorul se pregătește pentru verificare prin următoarele:

19.1. Se verifică la fața locului corespunderea construcției și pieselor interioare ale rezervorului cu documentația tehnică.

19.2. Se verifică completitudinea și funcționalitatea etaloanelor și echipamentelor utilizate la verificarea metrologică.

19.3. Rezervorul se golește și se curăță de lichidul rămas în el (se efectuează de către solicitant cu respectarea cerințelor de securitate).

20. Înainte de a verifica rezervorul prin metoda volumetrică, sunt efectuați următorii pași:

20.1. Se conectează sistema de măsurare (conform schemelor A.6 și A.7).

20.2. Indicatorul de nivel se plasează la nivelul suprafeței de măsurare situate pe partea superioară a orificiului de umplere a rezervorului.

20.3. În interiorul rezervorului se introduce un furtun prevăzut cu lărgitor de jet, poziționat la nivelul mediu al rezervorului, în scopul asigurării unei dispersii uniforme a lichidului.

20.4. În cazul utilizării măsurătorilor de volum (1, 2, 3 – figura A.6), acestea se poziționează vertical, cu ajutorul nivelului cu bulă integrat în sistemul de măsurare a volumului, pentru a asigura alinierea corectă pe axa gravitațională.

20.5. Lichidul este introdus în măsurătoarele de volum sau în contorul de lichid (fig. A.6 și A.7) din sursa de alimentare, utilizând pompa de transfer sau, alternativ, prin curgere liberă, în funcție de configurația instalației.

20.6. Se umple sistemul de măsurare cu lichidul utilizat pentru verificare, se purjează aerul și se verifică dacă acesta este ermetic sub presiunea de lucru. Concomitent robinetele 4–9 (fig. A.6), 5 (fig. A.7) se închid iar robinetul tripozițional 7 se trece în poziția „Măsurare”.

Sistemul de măsurare se consideră ermetic dacă după 15 min aflat sub presiunea de lucru nu s-au depistat scurgeri de lichid.

21. Se asigură iluminatul adecvat și alimentarea cu energie electrică a echipamentelor implicate. Se pregătesc mijloacele de acces (scări), elementele de protecție perimetrală (îngrădituri) și alte mijloace auxiliare, conform cerințelor specifice ale condițiilor de lucru.

22. Înainte de efectuarea verificării metrologice prin metoda volumetrică, este necesară îndeplinirea următoarelor condiții preliminare:

22.1. Montarea și pregătirea dispozitivelor auxiliare necesare desfășurării operațiunii;

22.2. Instalarea etaloanelor de lucru utilizate în procesul de verificare, în conformitate cu specificațiile tehnice aplicabile.

23. Înainte de începerea lucrărilor, se realizează o pornire de probă a întregului echipament, urmată de umplerea măsurătoarelor, în vederea verificării funcționării corecte, a instalării conforme și a etanșeității îmbinărilor dintre măsurătoare, contor, pompă, robinete, conducte, furtunuri și alte componente ale sistemului. Toate valvele de intrare și ieșire din rezervor trebuie să fie închise, iar conductele de racordare către rezervor trebuie să fie deconectate.

XI. EFECTUAREA VERIFICĂRII METROLOGICE

24. Examinarea aspectului exterior

Se examinează suprafețele exterioare și interioare a rezervoarelor în conformitate cu modul de instalare a acestora. 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.

Aceasta informație este (trebuie să fie) oferită verficatorului de către persoane fizice/juridice care au dreptul de montare, mentenanță și întreținere a rezervoarelor.

25. VERIFICAREA METROLOGICĂ PRIN METODA GEOMETRICĂ (pentru rezervoare instalate deasupra solului)

25.1. Verificarea rezervorului prin metoda geometrică se efectuează prin respectarea următoarelor cerințe:

25.1.1. diferența diametrelor într-o secțiune și secțiuni diferite, forma de butoi și conicitatea fiecărei centuri a rezervorului nu trebuie să depășească valorile, determinate prin formulele (3)–(5) sau (6);

25.1.2. neliniaritatea liniei generatoare ale rezervorului – nu mai mare de 10 mm;

25.1.3. diametrul cutei (umflăturii) – nu mai mare de 100 mm, adâncimea (umflătura) – nu mai mare de 5 mm;

25.2. La verificarea rezervorului sunt măsurate dimensiunile liniare. Numărul măsurărilor dimensiunilor liniare – nu mai puțin de 2. Se calculează media și valoare primită se consideră ca valoarea reală a dimensiunii liniare.

25.3. Determinarea gradului de înclinare a rezervorului

25.3.1. Gradul de înclinare a rezervorului se determină după rezultatele măsurărilor interne și externe.

25.3.2. La măsurări exterioare (Figura A.8) pe generatoarea superioară a rezervorului, în capetele opuse se montează două tuburi de măsurare a nivelului (h_1 , h_2) cu scări milimetrice și conectate între sine cu un tub de cauciuc.

25.3.3. La măsurări interioare (Figura A.9) în rezervor se toarnă o cantitate mică de apă și cu ajutorul a două rigle cu scări milimetrice se măsoară nivelurile apei în două secțiuni amplasate în capetele opuse a rezervorului.

25.3.4. Distanța între tuburi (rigle) L_p se măsoară cu ajutorul ruletei.

25.3.5. Indicațiile ruletei de măsurare, tuburilor și riglelor se citesc cu o eroare de 1 mm. Rezultatele măsurărilor se introduc în raport (Anexa B, tabelul B.2).

25.4. Măsurarea parametrilor cutei și umflăturii (bombajului)

Diametrul cutei și umflăturii se măsoară cu ajutorul riglei metalice, adâncimea cutei și înălțimea umflăturii – cu ajutorul șublerului sau riglei metalice.

Rezultatele măsurărilor se introduc în raport (Anexa B, tabelul B.3).

25.5. Măsurarea abaterii de la liniaritatea axei rezervorului.

25.5.1. De-a lungul părții cilindrice a rezervorului se plasează ruleta de măsurare.

25.5.2. Dacă linia generatoare a rezervorului este concavă, atunci abaterea de la liniaritatea osiei se ia distanța maximală a între linia generatoare și a ruletei.

25.5.3. Dacă linia generatoare ii convexă, atunci abaterea de la liniaritatea osiei se ia jumătate din suma distanței a_1 , a_2 între finele liniei generatoare și a ruletei.

25.5.4. Distanța între punctele liniei generatoare și a ruletei se măsoară cu ajutorul riglei metalice sau șublerului.

25.5.5. Rezultatele măsurărilor a , a_1 , a_2 se introduc în raport, forma căruia ii prezentată în Anexa B (tabelul B.4).

25.6. Măsurarea diametrului interior a centurii rezervorului

25.6.1. Valoarea diametrului interior a centurii rezervorului se determină după rezultatele măsurărilor nemijlocite din interiorul rezervorului sau după rezultatele măsurării lungimii circumferinței externe și a grosimii peretelui centurii.

25.6.2. Diametrul interior sau lungimea circumferinței centurii se măsoară în 3 secțiuni ale acesteia: în centru și dreapta, stîngă, plasate de la 50 până la 100 mm de la rosturi sudate.

26.6.3. Diametrul intern D_{int} în fiecare secțiune a centurii se măsoară cu ajutorul riglei gradate sau ruletei de măsurare în două direcții direct perpendiculare și nu mai puțin de 2 ori în fiecare direcție.

Devierea între două rezultate nu trebuie să fie mai mare de 1 mm.

26.6.4. Lungimea circumferinței P în fiecare secțiune a centurii se măsoară cu ajutorul ruletei de măsurare nu mai puțin de 2 ori.

Devierea între 2 rezultate nu trebuie să fie mai mare de 3 mm.

25.6.5. Grosimea peretelui rezervorului δ_p și a fundului δ_f se măsoară cu ajutorul dispozitivului de măsurat grosimi cu ultrasunet sau altor dispozitive destinate măsurării grosimilor.

Devierea între două rezultate nu trebuie să fie mai mare de 0,1 mm.

25.6.6. Pentru determinarea ovalității secțiunii centurii la determinarea diametrului interior după rezultatele măsurării lungimii circumferinței, adăugător se măsoară diametrul exterior a centurii D_{ext} cu ajutorul ruletei de măsurare și fir cu plumb dublu (figura A.1).

Măsurările se efectuează în fiecare secțiune nu mai puțin de 2 ori. Devierea între 2 rezultate nu trebuie să fie mai mare de 2 mm.

25.6.7. Rezultatele obținute în pct.c)–f) se introduc în raport, forma căruia îi prezentată în Anexa B (tabelele B.5, B.6, B.12).

25.7. Măsurarea lungimii centurii

25.7.1. Partea cilindrică a rezervorului este formată din centuri principale și din două centuri mici, formate datorită prezenței imersiunii fundurilor frontale I_{f1} și de spate I_{f2} (figura A.2).

25.7.2. Lungimea centurii i a rezervorului (distanța între liniile de intersectare a centurilor) L_i se măsoară cu ruleta de măsurare din partea exterioară după două generatoare ale centurii. Indicațiile ruletei sunt calculate cu eroare de 1 mm.

Devierea între aceste 2 rezultate nu trebuie să fie mai mare de 2 mm.

25.7.3. Rezultatele măsurărilor L_i se introduc în raport.

25.8. Măsurarea lungimii profilului și imersiunii fundului

25.8.1. Profilul fundului I_p (figura A.2) – distanța între partea frontală a centurii și a planului, care trece prin baza fundului.

25.8.2. Imersiunea fundului I_{im} (figura A.2) – distanța între partea frontală a centurii și a liniei de intersectare a bazei fundului cu centura.

25.8.3. Lungimea profilului și imersiunea fundului se măsoară cu ajutorul șublerului sau riglei după generatoarele de sus și de jos. Indicațiile șublerului sau riglei se iau consideră satisfăcătoare dacă eroarea nu depășește 1 mm.

Devierea între 2 rezultate nu trebuie să fie mai mare de 2 mm.

25.8.4. Rezultatele măsurărilor I_p , I_{im} se introduc în raport.

25.9. Măsurarea convexității (înălțimii) fundului

25.9.1. Pentru a măsura convexitatea fundului și înălțimea fundului din partea de sus a rezervorului până la centrul fundului acestuia se suspendă firul cu plumb.

25.9.2. Se măsoară cu ajutorul riglei distanța de la linia de intersecție a fundului (cel din față sau din spate) cu centura rezervorului (din partea de sus sau de jos) până la firul cu plumb suspendat $f'_{1.2}$, $f''_{1.2}$ ($F'_{1.2}$, $F''_{1.2}$). Indicațiile se citesc cu o eroare de 1 mm. Dacă lipsește proeminența (imersiune) fundului, aceasta distanță va fi egală cu convexitatea fundului sferic sau înălțimii fundului conic (figura A.3).

Devierea între 2 rezultate nu trebuie să fie mai mare de 2 mm.

25.9.3. Rezultatele măsurărilor $f'_{1.2}$, $f''_{1.2}$ ($F'_{1.2}$, $F''_{1.2}$) se introduc în raport.

25.10. Măsurarea adâncimii de imersare a fundului

25.10.1. Se măsoară adâncimea de imersare a fundului l_f în interiorul rezervorului cu șubler sau cu riglă metalică nu mai puțin de 2 ori.

Devierea între 2 rezultate nu trebuie să fie mai mare de 1 mm.

Notă – În cazul în care nu este posibil de măsurat adâncimea de imersare a fundului, aceasta se consideră egală cu 100 mm.

25.10.2. Rezultatele măsurărilor l_f se introduc în raport.

25.11. Măsurarea diametrului mic a fundului conic

25.11.1. Diametrul mic al fundului conic d se măsoară cu ajutorul ruletei de măsurare în direcții reciproc perpendiculare nu mai puțin de 2 ori în fiecare direcție.

Devierea între 2 rezultate nu trebuie să fie mai mare de 2 mm.

25.11.2. Rezultatele măsurărilor d se introduc în raport.

25.12. Măsurarea adâncimii de imersare a gurii rezervorului în partea cilindrică a rezervorului.

25.12.1. Adâncimea t se măsoară cu ajutorul șublerului sau riglei. Devierea între 2 rezultate nu trebuie să fie mai mare de 3 mm.

25.12.2. Rezultatele măsurărilor t se introduc în raport.

25.13. Determinarea volumului pieselor interioare

Volumul, dimensiunile pieselor adiționale sau din interiorul rezervorului trebuie să fie indicate în Pașaportul tehnic al rezervorului.

25.14. Măsurarea înălțimii de bază a rezervorului.

25.14.1. Înălțimea de bază a rezervorului H_r se măsoară cu ruletă cu lest nu mai puțin de 2 ori. Devierea între 2 rezultate nu trebuie să fie mai mare de 2 mm. Valoarea înălțimii de bază determinată, se înscrie pe plăcuța prinsă de orificiul de umplere a rezervorului sau pe tubul de măsurare a rezervorului.

25.14.2. Se permite măsurarea înălțimii de bază a rezervorului la existența în acesta lichidului, nivelul care nu depășește 500 mm.

25.14.3. Rezultatele măsurărilor H_r se introduc în raport forma căruia îi prezentată în Anexa B (tabelul B.15).

25.15. După rezultatele măsurărilor și calculelor se completează raportul, forma căruia îi prezentată în anexa B și se verifică posibilitatea efectuării verificării rezervorului prin metoda geometrică.

25.16. Pentru efectuarea verificării prin metoda geometrică secțiunile centurilor trebuie să îndeplinească următoarelor cerințe:

25.16.1. Ovalitatea secțiunii centurii i se determină după cum urmează:

$$|D_{1i} - D_{2i}| \leq 0,0015(D_{1i} + D_{2i}), (3)$$

unde: D_{1i} , D_{2i} se calculează după formule (4) și (5) în cazul măsurărilor interioare și (8) și (9) în cazul măsurărilor exterioare:

$$D_{1i} = \frac{D_{1i}^s + D_{1i}^m + D_{1i}^d}{3}, (4)$$

$$D_{2i} = \frac{D_{2i}^s + D_{2i}^m + D_{2i}^d}{3}, (5)$$

unde: $D_{1,2}^s$, $D_{1,2}^m$, $D_{1,2}^d$ – diametrele interioare în trei secțiuni (stângă, mijloc, dreaptă) a centurii în direcții reciproc perpendiculare, calculate prin formulele (6) și (7)

$$D_{1i}^k = \frac{(D_{int,1}^{'})_i^k + (D_{int,1}^{''})_i^k}{2}, (6)$$

$$D_{2i}^k = \frac{(D_{int,2}^{'})_i^k + (D_{int,2}^{''})_i^k}{2}, (7)$$

unde: k – corespunde simbolurilor: s, m, d (secțiunea stângă, mijloc, dreaptă);

D_{1i}^k , D_{2i}^k – diametrele interioare a centurii i în secțiunile k în direcțiile orizontală și verticală corespunzător.

$$D_{1i} = \frac{D_{ex,i}^s + D_{ex,i}^m + D_{ex,i}^d}{3} - 2\delta_m, (8)$$

$$D_{1i} = \frac{D_{ex,i}^s + D_{ex,i}^m + D_{ex,i}^d}{3} - 2\delta_m, \quad (9)$$

unde: $D_{ex,i}^s$, $D_{ex,i}^m$, $D_{ex,i}^d$ și $D_{ex,2i}^s$, $D_{ex,2i}^m$, $D_{ex,2i}^d$ – diametrele exterioare în trei secțiuni a centurii i , calculate după formule (10) și (11)

$$D_{ex,i}^k = \frac{(P')_i^k + (P'')_i^k}{2\pi}, \quad (10)$$

$$D_{ex,2i}^k = \frac{(D'_{ex,2})_i^k + (D''_{ex,2})_i^k}{2}, \quad (11)$$

unde: P' , P'' – lungimile circumferinței la prima și a doua măsurare;

$D'_{ex,2i}$, $D''_{ex,2i}$ – diametrele exterioare la prima și a doua măsurare;

k – corespunde simbolurilor: s, m, d (secțiunea stângă, mijloc, dreaptă).

25.16.2. Diametrul interior a centurii i se determină după formulă (12), substituind în ea valorile după formulele (8) și (9):

$$D_i = \frac{D_{1i} + D_{2i}}{2}, \quad (12)$$

1) conicitatea secțiunii a centurii i se determină după cum urmează:

$$|(D_{1i}^s + D_{1i}^d) - (D_{2i}^s + D_{2i}^d)| \leq 0.003[(D_{1i}^s + D_{1i}^d) + (D_{2i}^s + D_{2i}^d)], \quad (13)$$

2) secțiunea în formă de butoi a centurii i se determină după cum urmează

$$|(D_{1i}^m + D_{1i}^s) - (D_{2i}^m + D_{2i}^s)| \leq 0.003[(D_{1i}^m + D_{1i}^s) + (D_{2i}^m + D_{2i}^s)], \quad (14)$$

$$|(D_{1i}^m + D_{1i}^d) - (D_{2i}^m + D_{2i}^d)| \leq 0.003[(D_{1i}^m + D_{1i}^d) + (D_{2i}^m + D_{2i}^d)], \quad (15)$$

unde: $D_{1,2}^s$, $D_{1,2}^m$, $D_{1,2}^d$ sunt calculate după formulele (8) și (9) sau (10) și (11).

25.16.3. Diametrele interioare a centurii frontale D_{c_1} și laterale D_{c_2} (figura A.2) se calculează după formule:

$$D_{c_1} = D_1 - 2\delta_l; \quad (16)$$

$$D_{c_2} = D_m - 2\delta_l; \quad (17)$$

unde: D_1 , D_m – diametrele primei și a ultimii centuri;

δ_l – grosimea peretelui centurii.

25.17. Determinarea lungimilor interioare a centurilor

25.17.1. Lungimea interioară a primei centuri (figura A.2) l'_1, l''_1 se calculează după formule:

1) la existența adâncirii a primului fund

$$l'_1 = L_1 - l_{p_1} - l_{a_1} - l_{sup.}; \quad (18)$$

2) la existența bordului primului fund

$$l''_1 = L_1 - l_{b_1} - l_{p_1} - l_{sup.}, \quad (19)$$

unde: L_1 – lungimea primei centuri, măsurată în exterior:

l_{p_1} – adâncimea de așezare a fundului;

l_{a_1}, l_{b_1} – lungimi ale adâncirii și a bordului primului fund;

$l_{sup.}$ – lungimea suprapunerii (se ia din schema de lucru).

25.17.2. Lungimea interioară a centurii a doua se l_2 se calculează după formula

$$l_2 = L_2 + 2l_{sup.} \quad (20)$$

25.17.3. Lungimea interioară ale altor centuri intermediare sunt calculate analogic, doar luând în considerare suprapuneri.

25.17.4. Lungimea interioară a ultimei centuri m l'_m sau l''_m se calculează după formule:

25.17.4.1. la existența adâncimii fundului secund

$$l'_m = L_m - l_{p_2} - l_{a_2} - l_{sup.}, \quad (21)$$

25.17.4.2. la existența bordului fundului secund

$$l''_m = L_m + l_{b_2} - l_{p_2} - l_{sup.}, \quad (22)$$

unde: L_m – lungimea ultimei centuri m , măsurată din exterior;

l_{p_2} – adâncimea de așezare a fundului secund;

l_{a_2}, l_{b_2} – lungimi ale adâncirii și a bordului fundului secund;

$l_{sup.}$ – lungimea suprapunerii (se ia din schema de lucru).

25.18. Determinarea lungimii părții cilindrice a rezervorului

25.18.1. Lungimea părții cilindrice a rezervorului L_A sau L_B se determină după formule:

25.18.1.2. la existența bordurilor fundurilor (în afară fundurilor plate)

$$L_A = L_1 + L_2 + \dots + L_m + l_{b_1} + l_{b_2}; \quad (23)$$

25.18.1.3. la existența adâncimii fundurilor (în afară fundurilor plate)

$$L_B = L_1 + L_2 + \dots + L_m - l_{a_1} - l_{a_2}. \quad (24)$$

25.18.2. Lungimea părții cilindrice a rezervorului cu funduri plate L_C sau L_D se determină după formule:

25.18.2.1. la existența bordurilor fundurilor

$$L_C = L_1 + L_2 + \dots + L_m + l_{b_1} + l_{b_2} - 2\delta_F; \quad (25)$$

25.18.2.2. la existența adâncimii fundurilor

$$L_D = L_1 + L_2 + \dots + L_m - l_{a_1} - l_{a_2} - 2\delta_F. \quad (26)$$

unde: $2\delta_F$ – grosimea pereților fundurilor.

25.19. Determinarea diametrului interior a părții cilindrice a rezervorului

Diametrul interior a părții cilindrice a rezervorului (în continuare – diametrul rezervorului) D se calculează după formula

$$D = \frac{D_{c_1} l_{p_1} + D_1 l_1 + D_2 l_2 + \dots + D_m l_m + D_{c_2} l_{p_2}}{L}. \quad (27)$$

25.20. Determinarea convexităților (înălțimilor) interioare a fundurilor

Convexitatea interioară (înălțimea) a fundului prim f_1 și secund f_2 (figura A.2) se determină după formule:

25.20.1. la lipsa bordurilor și adâncimilor

$$(f_{1,2})_A = \frac{f'_{1,2} + f''_{1,2}}{2} - \delta_f; \quad (28)$$

25.20.2. la existența bordurilor

$$(f_{1,2})_B = \frac{F'_{1,2} + F''_{1,2}}{2} - l_{b1,2} - \delta_f; \quad (29)$$

25.20.3. la existența adâncimilor

$$(f_{1,2})_C = \frac{F'_{1,2} + F''_{1,2}}{2} + l_{a1,2} - \delta_f; \quad (30)$$

unde: $f'_{1,2}, f''_{1,2}, F'_{1,2}, F''_{1,2}$ – convexitățile (înălțimile) fundurilor prim și secund, măsurate după generatoarele superioare și inferioare a fundurilor la lipsa sau existența bordurilor și adâncimilor fundurilor;

δ_f – grosimea pereții fundului.

25.21. Determinarea capacității rezervorului

25.21.1. Determinarea capacității rezervorului inclinat

Capacitatea rezervorului $V(y_0, z_0)$ în limitele nivelului inițial de umplere H_i (Figura A.10) la valoarea gradului de înclinare de la 0,0005 și 0,03 se determină după formula

$$V_{(y_0, z_0)} = V_{cil(y_0, z_0)} + V_{f_1(z_0)}, \quad (31)$$

unde: $V_{cil(y_0, z_0)}$ – capacitatea părții cilindrice a rezervorului;
 $V_{f_1(z_0)}$ – capacitatea fundului prim.

a) Capacitatea părții cilindrice a rezervorului $V_{cil(y_0, z_0)}$ se calculează după formula

$$V_{cil(y_0, z_0)} = \frac{1}{8 \cdot 10^9 \cdot \eta} \left\{ \sum_{i=1}^m D_i^3 \left[\left(\sin \beta_{0i} - \frac{\sin^2 \beta_{0i}}{3} - \beta_{0i} \cos \beta_{0i} \right) - \left(\sin \alpha_{0i} - \frac{\sin^2 \alpha_{0i}}{3} - \alpha_{0i} \cos \alpha_{0i} \right) \right] - D_{p1}^3 \left[\left(\sin \beta_0 - \frac{\sin^2 \beta_0}{3} - \beta_0 \cos \beta_0 \right) - \left(\sin \alpha'_{p1} - \frac{\sin^2 \alpha'_{p1}}{3} - \alpha'_{p1} \cos \alpha'_{p1} \right) \right] \right\} - V'_{p.int}, \quad (32)$$

unde: D_i – diametrul centuri i , determinat după formula (12);

m – numărul de centuri a rezervorului;

η – gradul de inclinare a rezervorului, calculat după formula (33);

$V'_{p.int}$ – volumul pieselor interioare în limitele nivelului inițial de umplere H_i ;

$$\begin{aligned} \beta_{0i} &= \arccos(1 - 2z_{0i}); & \alpha_{0i} &= \arccos(1 - 2y_{0i}); \\ \beta_0 &= \arccos(1 - 2z_0); & \alpha'_{p1} &= \arccos(1 - 2y'_{p1}); \\ y_{0i} &= \frac{h_{0i}}{D_i}; & z_{0i} &= \frac{H_{0i}}{D_i}; & y'_{p1} &= \frac{h'_{p1}}{D_{c1}}; & z_0 &= \frac{H_0^*}{D_{c1}}. \\ & & \eta &= \frac{h_1 - h_2}{L_p}; \end{aligned} \quad ; (33)$$

25.22. Mărimile $h_{0i}, H_{0i}, h'_{p1}, H_0^*$ se determină după formulele:

25.22.1. pentru cavitatea „moartă”:

$$\begin{aligned} (h_{0i})_{c.m.} &= \eta \left[(L - L_{p1}) - \sum_{j=1}^i l_j \right] - H_i \sqrt{1 + \eta^2} + (D_i - D_k) \cdot 0,5, \\ (H_{0i})_{c.m.} &= \eta \left[(L - L_{p1}) - \sum_{j=1}^{i-1} l_j \right] - H_i \sqrt{1 + \eta^2} + (D_i - D_k) \cdot 0,5, \\ (h_{0k})_{c.m.} &= 0, \\ (H_{0k})_{c.m.} &= \eta \left[(L - L_{p1}) - \sum_{j=1}^{k-1} l_j \right] - H_i \sqrt{1 + \eta^2}, \\ (h'_{p1})_{c.m.} &= \eta (L - l_{p1}) - H_i \sqrt{1 + \eta^2} + (D_1 - D_k) \cdot 0,5 - \delta_c, \\ (H_0^*)_{c.m.} &= \eta L - H_i \sqrt{1 + \eta^2} + (D_1 - D_k) \cdot 0,5 - \delta_c \end{aligned}$$

25.22.2. pentru cavitatea care se află mai sus de cea „moartă”:

25.22.2.1. la umplerea centurii k

$$h_{0i} = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta \left[(L - L_{p_1}) - \sum_{j=1}^i l_j \right] + (D_i - D_k) \cdot 0,5;$$

$$H_{0i} = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta \left[(L - L_{p_1}) - \sum_{j=1}^{i-1} l_j \right] + (D_i - D_k) \cdot 0,5;$$

$$h_{0k} = 0;$$

$$H_{0k} = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta \left[(L - L_{p_1}) - \sum_{j=1}^{k-1} l_j \right];$$

$$h'_{p_1} = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta(L - l_{p_1}) + (D_1 - D_k) \cdot 0,5 - \delta_c;$$

$$H_0^* = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta L + (D_1 - D_k) \cdot 0,5 - \delta_c.$$

25.22.2.2. la umplerea centurii $(k+1)$

$$h_{0i} = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta \left[(L - L_{p_1}) - \sum_{j=1}^i l_j \right] + (D_i - D_k) \cdot 0,5,$$

$$H_{0i} = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta \left[(L - L_{p_1}) - \sum_{j=1}^{i-1} l_j \right] + (D_i - D_k) \cdot 0,5;$$

$$h_{0k+1} = 0;$$

$$H_{0k+1} = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta \left[(L - L_{p_1}) - \sum_{j=1}^{k-1} l_j \right] + (D_{k+1} - D_k) \cdot 0,5;$$

$$h'_{p_1} = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + (D_1 - D_k) \cdot 0,5 - \delta_c;$$

$$H_0^* = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + (D_1 - D_k) \cdot 0,5 - \delta_c.$$

25.22.2.3. la umplerea centurii m (ultimei)

$$h_{0i} = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta \left[(L - L_{p_1}) - \sum_{j=1}^i l_j \right] + (D_i - D_k) \cdot 0,5;$$

$$H_{0i} = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta \left[(L - L_{p_1}) - \sum_{j=1}^{i-1} l_j \right] + (D_i - D_k) \cdot 0,5;$$

$$h_{0m} = 0;$$

$$H_{0m} = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta \left[(L - L_{p_1}) - \sum_{j=1}^{k-1} l_j \right] + (D_i - D_m) \cdot 0,5;$$

$$h'_{p_1} = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta(L - l_{p_1}) + (D_1 - D_m) \cdot 0,5 - \delta_c;$$

$$H_0^* = (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta L + (D_1 - D_k) \cdot 0,5 - \delta_c.$$

unde: H – nivelul lichidului în rezervor;

L – lungimea părții cilindrice a rezervorului, determinată după pct.(c.);

D_k – diametrul centurii, pe care sunt montate orificiul de umplere și gaura de măsurare a rezervorului;

l_{p_1} – adâncimea de așezare a fundului prim;

D_{c1} – diametrul centurii din față, determinat după formula (16);

D_1 – diametrul primii centuri;

δ_c – grosimea peretelui centurii.

25.23. Nivelul inițial de lichid în rezervor $H_{in.}$ se determină după formula

$$H_{in.} = \left(l_z + H_b \cdot \frac{\eta}{\sqrt{1+\eta^2}} \right) \cdot \frac{\eta}{\sqrt{1+\eta^2}}, \quad (34)$$

unde: l_z – coordonata punctului de măsurare a înălțimii de bază (figura A.10);

H_b – înălțimea de bază a rezervorului.

25.24. Capacitatea fundurilor în limitele nivelului inițial $V_{sf_1}(z_0)$; $V_{con_1}(z_0)$; $V_{s.con_1}(z_0)$ se determină după formule:

25.24.1. pentru forma sferică

$$V_{sf_1}(z_0) = \frac{D_{c_1}^2}{4 \cdot 10^9} \left[\left(\sqrt{4R_1^2 - D_{c_1}^2} \right) \cdot J_1(z_0) - (R_1 - f_1) \cdot J_2(z_0) \right] + \frac{1}{10^9} J_3(z_0); \quad (35)$$

25.24.2. pentru forma conică

$$V_{con_1}(z_0) = \frac{f_1 \cdot D_{c_1}^2}{4 \cdot 10^9} j(z_0); \quad (36)$$

25.24.3. pentru forma secționat-conică

$$V_{s.con_1}(z_0) = \frac{f_1 \cdot D_{c_1}^2}{4 \cdot 10^9} \left[J_0(z_0) - \frac{\mu_1}{1-\mu_1} J(z_{con}^*) \right], \quad (37)$$

unde:

$$\begin{aligned} J_1(z_0) &= \frac{1}{4} \left[\frac{\pi}{2} + \arcsin(2z_0 - 1) + \frac{1}{2} (2z_0 - 1) \sqrt{z_0(1 - z_0)} \right]; \\ J_2(z_0) &= \beta_0 - \frac{1}{2} \sin(2\beta_0); \\ J_3(z_0) &= \int_{r-H_0^*}^r (R_1^2 - x^2) \arcsin \sqrt{\frac{r^2 - x^2}{R_1^2 - x^2}} \cdot dx; \\ J(z_0) &= \frac{1}{3} \beta_0 - (1 - 2z_0) \cdot \operatorname{tg} \beta_0 + \frac{1}{3} (1 - 2z_0)^3 \left\{ \frac{\sin \beta_0}{(1 - 2z_0)^2} + \ln \left| \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\beta_0}{2} \right) \right| \right\}; \\ r_1 &= \frac{D_{c_1}}{2}; \quad z_k^* = \frac{H_{1,0}^*}{d_1}; \quad H_{1,0}^* = H_0^* - \frac{1}{2} (D_{c_1} - d_1); \\ R_1 &= \frac{f_1^2 + r_1^2}{2f_1}; \quad \mu_1 = \frac{d_1}{D_{c_1}}; \end{aligned} \quad (38)$$

d_1 – diametrul minim al fundului secționat-conic prim (din față)

f_1 – convexitatea (înălțimea) fundului prim.

25.25. Capacitatea rezervorului $V(y, z)$ la nivelul H mai sus de nivelul inițial se calculează după formula

$$V(y, z) = V_{cil}(y, z) + V_{f_1}(z) + V_{f_2}(y), \quad (39)$$

unde: $V_{cil}(y, z)$ – capacitatea părții cilindrice a rezervorului mai sus de nivelul inițial;

$V_{f_1}(z), V_{f_2}(y)$ – capacitățile fundurilor prim și secund mai sus de nivelul inițial.

25.26. Capacitatea părții cilindrice a rezervorului $V_{cil}(y, z)$ la nivelul H mai sus de nivelul inițial se calculează după formula

$$\begin{aligned} V_{cil}(y, z) &= \frac{1}{8 \cdot 10^9 \eta} \left\{ \sum_{i=1}^m D_i^3 \left[\left(\sin \beta_i - \frac{\sin^3 \beta_i}{3} - \beta_i \cos \beta_i \right) - \left(\sin \alpha_i - \frac{\sin^3 \alpha_i}{3} - \alpha_i \cos \alpha_i \right) \right] \right. \\ &\quad + D_{c_1}^3 \left[\left(\sin \beta - \frac{\sin^3 \beta}{3} - \beta \cos \beta \right) - \left(\sin \alpha_{c_1} - \frac{\sin^3 \alpha_{c_1}}{3} - \alpha_{c_1} \cos \alpha_{c_1} \right) \right] \\ &\quad \left. + D_{c_2}^3 \left[\left(\sin \beta_{c_2} - \frac{\sin^3 \beta_{c_2}}{3} - \beta_{c_2} \cos \beta_{c_2} \right) - \left(\sin \alpha - \frac{\sin^3 \alpha}{3} - \alpha \cos \alpha \right) \right] \right\} - V_{p.int.} \end{aligned} \quad (40)$$

unde:

$$\beta_i = \arccos(1 - 2z_i); \quad \alpha_i = \arccos(1 - 2y_i);$$

$$\beta = \arccos(1 - 2z); \quad \alpha = \arccos(1 - 2y);$$

$$\alpha_{c_1} = \arccos(1 - 2y_{c_1}); \quad \beta_{c_2} = \arccos(1 - 2z_{c_2});$$

$$y_i = \frac{h_i}{D_i}; \quad z_i = \frac{H_i}{D_i}; \quad y_{c_1} = \frac{h_{c_1}}{D_i}; \quad z = \frac{H_0}{D_{c_1}}; \quad y = \frac{h_0}{D_{c_2}}; \quad y_{c_2} = \frac{H_{c_2}}{D_{c_2}}$$

25.27. Mărimile h_{c_1} , H_0 , h_i , H_i , h_0 , H_{c_2} se determină după formulele:

$$\begin{aligned} h_{c_1} &= (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta(L - L_{p_1}) + (D_1 - D_m) \cdot 0,5 - \delta_c \\ H_0 &= (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta L + (D_1 - D_k) \cdot 0,5 - \delta_c \quad (41) \\ h_i &= (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta \left[(L - L_{p_1}) - \sum_{j=1}^i l_j \right] + (D_i - D_k) \cdot 0,5; \\ H_i &= (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta \left[(L - L_{p_1}) - \sum_{j=1}^{i-1} l_j \right] + (D_i - D_k) \cdot 0,5; \\ h_0 &= (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + (D_m - D_k) \cdot 0,5 - \delta_c; \\ H_{c_2} &= (H - H_i)\sqrt{1 + \eta^2} + \eta l_{p_2} + (D_m - D_k) \cdot 0,5 - \delta_c. \end{aligned} \quad (42)$$

unde: l_{p_2} – adâncimea de așezare a fundului secund;

25.28. Capacitatea fundurilor mai sus de nivelul inițial $V_{sf_1}(z)$, $V_{sf_2}(y)$, $V_{con_1}(z)$, $V_{con_2}(y)$, $V_{s.con_1}(z)$, $V_{s.con_2}(y)$ se determină după formule:

25.28.1. Pentru forma sferică

$$V_{sf_1}(z) = \frac{D_{c_1}^2}{4 \cdot 10^9} \left[\left(\sqrt{4R_1^2 - D_{c_1}^2} \right) \cdot J_1(z) - (R_1 - f_1) \cdot J_2(z) \right] + \frac{1}{10^9} J_3(z) \quad (43)$$

$$V_{sf_2}(y) = \frac{D_{c_2}^2}{4 \cdot 10^9} \left[\left(\sqrt{4R_2^2 - D_{c_2}^2} \right) \cdot J_1(y) - (R_2 - f_2) \cdot J_2(y) \right] + \frac{1}{10^9} J_3(y) \quad (44)$$

25.28.2. Pentru forma conică

$$V_{con_1}(z) = \frac{f_1 \cdot D_{c_1}^2}{4 \cdot 10^9} j(z) \quad (45)$$

$$V_{con_2}(z) = \frac{f_2 \cdot D_{c_2}^2}{4 \cdot 10^9} j(y) \quad (46)$$

25.28.3. Pentru forma secționat-conică

$$V_{s.con_1}(z) = \frac{f_1 \cdot D_{c_1}^2}{4 \cdot 10^9} \left[J(z) - \frac{\mu_1}{1 - \mu_1} J(z_{con}) \right] \quad (47)$$

$$V_{s.con_2}(y) = \frac{f_2 \cdot D_{c_2}^2}{4 \cdot 10^9} \left[J(y) - \frac{\mu_2}{1 - \mu_2} J(z_{con}) \right] \quad (48)$$

unde:

$$\begin{aligned} J_1(z) &= \frac{1}{4} \left[\frac{\pi}{2} + \arcsin(2z - 1) + \frac{1}{2}(2z - 1)\sqrt{z(1-z)} \right]; \\ J_1(y) &= \frac{1}{4} \left[\frac{\pi}{2} + \arcsin(2y - 1) + \frac{1}{2}(2y - 1)\sqrt{y(1-y)} \right]; \\ J_2(z) &= \beta - \frac{1}{2} \sin(2\beta); \quad J_2(y) = \alpha - \frac{1}{2} \sin(2\alpha); \\ J_3(z) &= \int_{r-H_0}^r (R_1^2 - x^2) \arcsin \sqrt{\frac{r^2 - x^2}{R_1^2 - x^2}} \cdot dx; \end{aligned} \quad (49)$$

$$J_3(y) = \int_{r-h_0}^r (R_2^2 - x^2) \arcsin \sqrt{\frac{r^2 - x^2}{R_2^2 - x^2}} \cdot dx; \quad (50)$$

$$J(z) = \frac{\alpha}{3} - (1 - 2y) \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{3} (1 - 2y)^3 \left\{ \frac{\sin \alpha}{(1-2y)^2} + \ln \left| \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\alpha}{2} \right) \right| \right\}; \quad (51)$$

$$J(z) = \frac{\beta}{3} - (1 - 2z) \cdot \operatorname{tg} \beta + \frac{1}{3} (1 - 2z)^3 \left\{ \frac{\sin \beta}{(1-2z)^2} + \ln \left| \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\beta}{2} \right) \right| \right\}; \quad (52)$$

$$\begin{aligned} z_k &= \frac{H_1^*}{d_1}; \quad H_1^* = H_0 - \frac{1}{2} (D_{c_1} - d_1); \quad y_{con} = \frac{h_1^*}{d_2}; \\ h_1^* &= h_0 - \frac{1}{2} (D_{c_2} - d_2); \quad \mu_1 = \frac{d_1}{D_{c_1}}; \quad \mu_2 = \frac{d_2}{D_{c_2}}; \\ R_1 &= \frac{f_1^2 + r_1^2}{2f_1}; \quad R_2 = \frac{f_2^2 + r_2^2}{2f_2}; \quad r_1 = \frac{D_{c_1}}{2}; \quad r_2 = \frac{D_{c_2}}{2}; \end{aligned}$$

f_1, f_2 – convexitățile (înălțimile) fundurilor.

Valorile H_0 și h_0 se determină după formulele (41) și (42).

25.29. Valorile $J(z_{con}^*), J(z_{con}), J(y_{con})$ în formulele (37), (47) și (48) se determină după formulele (51), (52), înlocuind y cu y_k , z cu z_k la îndeplinirea cerințelor:

$$\begin{aligned} 0,5(D_{c_1} - d_1) &< H_0 < 0,5(D_{c_1} + d_1); \\ 0,5(D_{c_2} - d_2) &< h_0 < 0,5(D_{c_2} + d_2). \end{aligned}$$

25.29.1. Capacitatea rezervorului la verificarea acestuia se determină până la nivelul limită H_{lim} , determinat prin formula

$$H_{lim} = (D_k - t) \sqrt{1 + \eta^2}, \quad (53)$$

dacă adâncimea de imersare a „guri” t satisface cerința

$$t \geq (L - l_{im})\eta. \quad (54)$$

25.29.2. Dacă $t < (L - l_{im})\eta$, atunci capacitatea rezervorului la verificarea acestuia se determină până la nivelul limită H_{lim} , determinat prin formula

$$H_{lim} = \frac{D_1 - (D_1 - D_k)0,5 - \delta_c}{\sqrt{1 + \eta^2}} - \frac{\eta}{\sqrt{1 + \eta^2}} \left(L - l_{im} - H_b \frac{\eta}{\sqrt{1 + \eta^2}} \right). \quad (55)$$

E Rezultatul determinării H_{lim} se introduce în registru, forma căruia este prezentată în Anexa

25.30. Determinarea capacității rezervorului neînclinat (drept)

25.30.1. Rezervorul se consideră neînclinat, dacă se execută cerința

$$0 \leq \eta < 0,0005 \quad (56)$$

25.30.2. Capacitatea rezervorului V , corespunzătoare nivelului H , se determină după formula

$$V = V_{cil} + V_{f_1} + V_{f_2} - V_{p.int}, \quad (57)$$

unde: V_{cil} – capacitatea părții cilindrice a rezervorului;

V_{f_1}, V_{f_2} – capacitatea fundurilor prim și secund;

$V_{p.int}$ – volumul pieselor interioare.

25.32.3. Capacitatea părții cilindrice ale rezervorului V_{cil} se determină după formula

$$V_{cil} = \frac{1}{4 \cdot 10^9} \sum_{i=1}^m D_i^2 \cdot l_i \left\{ \arccos(1 - 2x^*) - \frac{1}{2} \sin[2 \arccos(1 - 2x^*)] \right\} + V_{c_1} + V_{c_2}, \quad (58)$$

unde: D_i, l_i – diametrul și lungimea centurii i ;

V_{c_1}, V_{c_2} – capacitatea primei și ultimei centurii;

m – numărul de centuri a rezervorului;

x^* – se determină după formula

$$x^* = \frac{H + 0,5 \cdot (D_i - D_k)}{D_i}$$

unde: D_k – diametrul centurii k cu orificiul de umplere a rezervorului sau cu gaura de control;

H – nivelul lichidului în rezervor.

25.30.4. Capacitatea centurilor V_{c_1}, V_{c_2} se calculează după formule:

$$V_{c_1} = \frac{1}{4 \cdot 10^9} D_{c_1}^2 \cdot l_{c_1} \left\{ \arccos(1 - 2x_1) - \frac{1}{2} \sin[2 \arccos(1 - 2x_1)] \right\}; \quad (59)$$

$$V_{c_2} = \frac{1}{4 \cdot 10^9} D_{c_2}^2 \cdot l_{c_2} \left\{ \arccos(1 - 2x_2) - \frac{1}{2} \sin[2 \arccos(1 - 2x_2)] \right\}, \quad (60)$$

unde: l_{c_1}, l_{c_2} – adâncimile de imersare a fundurilor (lungimile primei și ultimei centurilor);

x_1, x_2 – se determină după formula

$$x_1 = \frac{H + 0,5 \cdot (D_1 - D_k) - \delta_c}{D_{c1}} ; (61)$$

$$x_2 = \frac{H + 0,5 \cdot (D_m - D_k) - \delta_c}{D_{c2}} ; (62)$$

unde: D_1, D_m – diametrele centurii prime și centurii m (ultimului);

D_{c1}, D_{c2} – diametrele centurii din față și ultimei, calculate prin formulele (16) și (17).

25.30.5. Capacitatea fundurilor V_{f1}, V_{f2} se determină după formulele (43)–(48) înlocuind z cu x_1 , y cu x_2 .

25.30.6. Capacitatea rezervorului la verificarea acestuia se determină până la nivelul anumit H_{max} care se determină după formula:

$$H_{max} = D - t, (63)$$

unde: D – diametrul interior al rezervorului;

t – adâncimea de așezare a orificiului de umplere.

25.31. Determinarea volumelor pieselor interioare, incidente la 1 cm a nivelului de umplere

25.31.1. Volumul piesei interioare verticale cilindrice (dreptunghiulare), v_1 , m^3 , se determină după formula

$$v_1 = S_{PInt} 10^{-2}, (64)$$

unde: S_{PInt} – aria secțiunii transversale a piesei cilindrice și dreptunghiulare (pătrată), m^2 .

25.31.2. Volumul setului de putere transversal (*cadru*) v_2 , m^3 se determină după formula

$$v_2 = \frac{S_{cad}(D - b_{cad})}{D} \cdot 10^{-2} (65)$$

unde: S_{cad} – aria secțiunii transversale a (profilului) cadrului, m^2 ;

D – diametrul rezervorului, calculat după formula (27), mm ;

b_{cad} – înălțimea profilului cadrului, mm .

25.31.3. Volumul piesei interioare orizontale cilindrice (schimbător de căldură, racord și alt.) v_3 , m^3 , se determină după formula

$$v_3 = \frac{d_{PInt}^2 L_{PInt}}{4 \cdot 10^9} \cdot [(T_{i+1} - T_i) + 0,5(\sin 2T_{i+1} - \sin 2T_i)] , (66)$$

unde:

$$T_{i+1} = \arccos(1 - 2 \frac{h_{i+1}}{d_{PInt}}), T_i = \arccos(1 - 2 \frac{h_i}{d_{PInt}});$$

d_{PInt} – diametrul exterior al piesei interioare, mm ;

L_{PInt} – lungimea liniei axiale a piesei interioare, mm ;

h_{i+1}, h_i – nivelurile de umplere, calculate de la înălțimea amplasării piesei interioare în limitele diametrului extern al acestuia și care corespund cu cerința:

$$h_{i+1} - h_i = 10 \text{ mm.}$$

25.31.4. Calculul erorii de determinare a capacității rezervorului

Eroarea relativă de determinare a capacității rezervorului δ_v , %, la nivelul H se determină după formula

$$\delta_v = \frac{V_{cil(z+\Delta z, y+\Delta y)} - V_{cil(z, y)}}{V_{cil(z, y)}} \cdot 100, \quad (67)$$

unde: $V_{cil(z+\Delta z, y+\Delta y)}$, $V_{cil(z, y)}$ – capacitățile părții cilindrice a rezervorului, determinate după formule

$$\begin{aligned} V_{cil(z+\Delta z, y+\Delta y)} &= \frac{D^2(1+0,01\delta_D)^3}{8 \cdot 10^9(\eta+\Delta\eta)} \left\{ \left(\sin B - \frac{\sin^2 B}{3} - B \cos B \right) - \left(\sin A - \frac{\sin^2 A}{3} - A \cos A \right) \right\} - (v + \Delta v)(H \\ V_{cil(z, y)} &= \frac{D^2}{8 \cdot 10^9 \eta} \left\{ \left(\sin \beta - \frac{\sin^2 \beta}{3} - \beta \cos \beta \right) - \left(\sin \alpha - \frac{\sin^2 \alpha}{3} - \alpha \cos \alpha \right) \right\} - v(H - h_j); \\ (z + \Delta z) &= \frac{[H - (H_i + \Delta H_i)] \sqrt{1 + (\eta + \Delta \eta)^2} + (\eta + \Delta \eta)(L + \Delta L)}{D(1 + 0,01\delta_D)}; \\ (y + \Delta y) &= \frac{[H - (H_i + \Delta H_i)] \sqrt{1 + (\eta + \Delta \eta)^2}}{D(1 + 0,01\delta_D)}; \\ z &= \frac{(H_i - \Delta H_i) \sqrt{1 + \eta^2} + L\eta}{D}; \quad y = \frac{(H_i - \Delta H_i) \sqrt{1 + \eta^2}}{D}; \\ H_i + \Delta H_i &= \left[(l_3 + \Delta l_3) + H_b \cdot \frac{\eta + \Delta \eta}{\sqrt{1 + (\eta + \Delta \eta)^2}} \right] \cdot \frac{\eta + \Delta \eta}{\sqrt{1 + (\eta + \Delta \eta)^2}}; \\ \beta &= \arccos(1 - 2z); \quad \alpha = \arccos(1 - 2y); \\ B &= \arccos[(1 - 2(z + \Delta z))]; \quad A = \arccos[(1 - 2(y + \Delta y))]; \end{aligned}$$

δ_D – eroarea relativă de măsurare a diametrului rezervorului, %, determinată după formula

$$\delta_D = \frac{D_1^2 l_1 \delta_{D_1} + D_2^2 l_2 \delta_{D_2} + \dots + D_m^2 l_m \delta_{D_m}}{D^2 L}$$

unde: $D_1, D_2 \dots D_m$ – diametrele centurilor, determinate după formula (12);

$l_1, l_2 \dots l_m$ – lungimile centurilor, determinate după formulele (18) sau (19); (20), (21) sau (22);

$\delta_{D_1}, \delta_{D_2} \dots \delta_{D_m}$ – erorile relative de măsurare a diametrelor centurilor: valorile acestora se aleg din tabelul 1;

D – diametrul părții cilindrice a rezervorului, determinat prin formula (27);

L – lungimea părții cilindrice a rezervorului, determinată prin formula (23) sau (24), (25) sau (26);

$v, \Delta v$ – volumul pieselor interioare și corespunzător eroarea absolută al acestuia. Valoarea unității v se determină după formulele (64) – (66);

H – nivelul de umplere a rezervorului;

H_{in} – nivelul inițial de umplere a rezervorului, determinat după formula (34);

h_j – înălțimea de amplasare a piesei j ;

ΔL – eroarea absolută de măsurare a lungimii părții cilindrice a rezervorului, determinată după formula

$$\Delta L = \sqrt{(0,01\delta_l)^2(l_1^2 + l_2^2 + \dots + l_m^2)}$$

unde: δ_l – eroarea relativă de măsurare a lungimii centurii, %;

η – gradul de inclinare a rezervorului, determinată după formula (33);

$\Delta\eta$ – eroarea absolută de măsurare a gradului de inclinare a rezervorului, determinată după formula

$$\Delta\eta = \frac{1}{L_p} \left[\sqrt{\Delta h_1^2 + \Delta h_2^2} + (h_1 - h_2) \frac{\Delta L_p}{L_p} \right]$$

unde: L_p – distanța între țevile de măsurare a nivelului și rigle;

h_1, h_2 – valoarea medie aritmetică a indicațiilor țevilor de măsurare a nivelului sau riglelor;

$\Delta h_1, \Delta h_2$ – erorile absolute de măsurare a h_1 și h_2 ;

ΔL_p – eroarea absolută de măsurare a L_p , determinată după formula

$$\Delta L_p = \pm[0,3 + 0,15(L_p - 1)];$$

Valorile $\Delta v, \delta_l, \Delta h_1, \Delta h_2$ se aleg din tabelul 1.

Rezultatele determinărilor după formula (67) se introduc în tabelul forma căruia este prezentată în Anexa D.

25.32. Determinarea înălțimii de bază

25.32.1. Înălțimea de bază a rezervorului H_b se determină după formula

$$H_b = \frac{H_{b_1} + H_{b_2}}{2} \quad (68)$$

unde: H_{b_1}, H_{b_2} – rezultatele a 2 măsurări a înălțimii de bază a rezervorului.

26. VERIFICAREA METROLOGICĂ PRIN METODA VOLUMETRICĂ

26.1. Se măsoară înălțimea de bază a rezervorului cu ruletă cu lest.

26.2. Volumul dozei lichidului de verificare la verificarea rezervorului se măsoară cu măsură de volum sau contor (debitmetru).

26.3. Verificarea rezervorului prin utilizarea nivelmetrului și măsurătorului de volum

26.3.1. Preventiv se determină

26.3.1.1. Capacitatea totală a părții cilindrice V_c, dm^3 , a rezervorului după formula

$$V_c = \frac{\pi D^2}{4 \cdot 10^6} \cdot L, \quad (69)$$

unde: D – diametrul interior al rezervorului, mm;

L – lungimea părții cilindrice a rezervorului, mm.

Valoarea D și L este indicată în pașaportul rezervorului;

26.3.2. Lichidul de verificare (în continuare – lichidul) se alimentează (Figura A.6) în măsurătoare de volum 1, 2, 3 din rezervorul de acumulare 12 cu ajutorul pompei 11 sau din rețea de alimentare cu apă 20.

26.3.3. După umplere se măsoară temperatura lichidului în măsurătoarele de volum, se varsă doza de lichid în rezervorul 15 prin deschiderea supapelor 7, 8, 9 și se citesc indicațiile nivelmetrului 17 (în cazul amplasării rezervorului deasupra solului).

26.3.4. În consecutivitate descrisă în pct.2) și 3) se umple rezervorul cu doze următoare $(\Delta V^{mv})_j$ totodată măsurând nivelul lichidului H_j și temperatura acestuia $(T_r)_j$ din rezervor.

26.3.5. Termometrul se scufundă în lichid la o adâncime de 0,5 din înălțimea rezervorului și se menține timp de 1-3 min până la stabilizarea indicațiilor termometrului. Se citește temperatura cu o eroare de până la 0,1°C.

26.3.6. Temperatura se măsoară la fiecare umplere cu 500 mm a nivelului lichidului în rezervor.

26.3.7. În cazul când nivelul de lichid se alipește de furtunul cu spărgător de jet 18 (Figura A.6), acesta se ridică în apropierea orificiului de umplere a rezervorului și se fixează de peretele interior al gurii.

26.3.9. Rezervorul se umple cu doze de lichid până la nivelul maxim H_{max} , mm, determinat prin formula

$$H_{max} = D - t, (70)$$

unde: D – diametrul interior al rezervorului;

t – adâncimea de imersare a gurii.

Valoarea t se determină după rezultatele de măsurare a imersării gurii în conformitate cu p. 25.12).

26.3.10. Se măsoară (de două ori) cu ajutorul ruletei cu lest:

26.3.10.1. Nivelul maximal al lichidului în rezervor $H_{r\ max}$;

26.3.10.2. Înălțimea de bază a rezervorului H_b .

Devierea între două măsurări nu trebuie să devieze cu 2 mm. Valoarea reală se ea valoarea medie aritmetică.

26.3.11. Valoarea înălțimii de bază, determinată după 10) nu trebuie să defere de valoarea în p. 26.1 cu mai mult de 0,1 %.

26.3.12. Rezultatele măsurări $(\Delta V^m)_j$, $(T_m)_j$, (H_r) , (T_r) , adâncimii de imersare a gurii t , înălțimii de bază H_b și a nivelului maximal $H_{r\ max}$ se introduc în proces verbal.

26.3.13. Valoarea convențional adevărată a volumului rezervorului corespunzătoare unei înălțimi de 1 mm, exprimată în m^3 , se calculează cu ajutorul formulei:

$$V_{mm} = \frac{V_j - V_h}{10} \times N_T \times N_D, (71)$$

unde:

V – cantitatea volumului măsurată cu ajutorul măsurătoarelor de volum cu capacitate nominală

j, h – numărul dozei (se alege din rândul: 0, 1, 2, ...)

N_T – coeficient de dilatare volumetrică în dependență de temperatură pentru rezervor

N_D – coeficient de dilatare volumetrică în dependență de temperatură pentru măsurător

Valorile N_T și N_D sunt indicate în Anexa F.

Rezultatele prelucrate pentru V rezervorului pe 1 mm înălțime sunt indicate în tabelul de calibrare.

26.4. Verificarea rezervorului prin metoda volumetrică cu ajutorul nivelmetrului și debitmetrului (contorului) de lichid

26.4.1. Verificarea se efectuează în conformitatea cu Figura A.7, în următoarea consecutivitate:

- 26.4.1.1. se deschide supapa 5;
- 26.4.1.2. mijloacele de măsurare (dacă este prevăzut) se setează la 0;
- 26.4.1.3. se citesc indicațiile contorului de lichid 9 $q_0(N_0)$;
- 26.4.1.4. se trece supapa multipozițională 7 în poziția „măsurare”;
- 26.4.1.5. lichidul de verificare se toarnă în rezervorul 1 prin contorul de lichid 9 din rezervorul de măsurare 14 sau din rețea de alimentare cu apă 16 prin deschiderea supapei 17 și se umple rezervorul cu doza de lichid până la valoarea de 10 mm indicată pe nivelmetru 3;
- 26.4.1.6. se citesc indicațiile manometrului 6 p_0 ;
- 26.4.1.7. se citesc indicațiile termometrului (măsurătorului de temperatură) 8 $(T_t)_0$;
- 26.4.1.8. se deconectează pompa 11 sau se închide supapa 17 și se citesc indicațiile contorului de lichid 9 $q_1(N_1)$.

26.4.2. Se pornește pompa 11 sau se deschide supapa 17 și în limitele 1/20 părții capacității nominale ale rezervorului verificarea acestuia se efectuează prin metoda statică: la fiecare schimbarea nivelului de lichid în limitele până la 30 mm se întrerupe alimentarea cu lichid în rezervor. Se citesc concomitent indicațiile contorului de lichid 9 $q_j(N_j)$, nivelmetrului 3 H_j , termometrului 8 $(T_t)_j$. Se colectează proba de lichid din rezervor și se măsoară temperatura acesteia $(T_p)_j$ și densitatea ρ_0 în conformitate cu p. 26.3, 5)-7).

26.4.3. După umplerea rezervorului cu doze de lichid în limitele 19/20 părții capacității nominale ale rezervorului verificarea acestuia se efectuează până la nivelul maximal de umplere conform p. 26.3, 9) prin metoda statică în conformitate cu p. 26.4, 2).

26.4.4. Se măsoară înălțimea de bază H_b și nivelul maximal al lichidului în rezervor $H_{r \max}$ în conformitate cu 26.3, 10)–11).

5) Rezultatele măsurări $(\Delta V^s)_j$, $(T_s)_j$, (H_j) , $(T_c)_j$, $(T_r)_j$ a densității lichidului ρ_j , adâncimii de imersare a gurii t , înălțimii de bază H_b și a nivelului maximal $H_{r \max}$ se introduc în proces verbal.

26.5 Prelucrarea rezultatelor măsurărilor la verificarea rezervorului prin utilizarea debitmetrului

26.5.1. Volumul dozei j a lichidului (ΔV^d) , dm^3 , trecută prin debitmetru, se determină după formula pentru debitmetre:

26.5.1.1. cu citirea directă a volumului de apă în dm^3 :

$$(\Delta V_1^d)_j = q_j - q_{j-1}; \quad (72)$$

26.5.1.2. cu semnalul de impuls, în impulsuri:

$$(\Delta V_2^d)_j = \frac{N_j - N_{j-1}}{K} \quad (73)$$

unde: q_j, q_{j-1} – indicațiile debitmetrului, dm^3 ;

N_j, N_{j-1} – indicațiile debitmetrului, imp.;

K – coeficient de transformare a debitmetrului, imp./ dm^3 .

26.5.2. Volumul dozei j turnate în rezervor $(\Delta V_r^d)_j$, m^3 , corespunzătoare cu modificarea nivelului de lichid în acesta în limitele de la 10 până la 30 mm, se determină după formula

$$(\Delta V_r^d)_j = \frac{(\Delta V^d)_j}{10^3} \left\{ 1 + \beta_j [(T_r)_j - (T_d)_j] \right\} \left[1 + \gamma \left(p_j - \frac{10^{-6}}{2} \rho_j g H_j \right) \right] \quad (74)$$

unde: $(\Delta V_r^d)_j$ – volumul dozei j , determinată după formulele (72) și (73);
 β_j – coeficientul volumic de dilatare a lichidului, $1/^\circ\text{C}$. Valoarea acestuia se determină după formula (74);

$(T_r)_j$ – temperatura lichidului în rezervor după umplerea acestuia cu doza j , $^\circ\text{C}$;

$(T_d)_j$ – temperatura lichidului dozei j în conducta de apă, $^\circ\text{C}$;

γ – coeficient de comprimare a lichidului, $1/\text{MPa}$. Valoarea acestuia se ia: pentru apă egală cu $49 \cdot 10^{-5} \text{ 1/MPa}$.

p_j – presiunea maximă a lichidului în debitmetru, MPa ;

ρ_j – densitatea lichidului, kg/m^3 ;

g – accelerația gravitațională, m/s^2 ;

H_j – nivelul de lichid în rezervor, m .

26.5.3. Volumul primei doze turnate în rezervor $(\Delta V_r^d)_0$, m^3 , se determină după formula

$$(\Delta V_r^d)_0 = \frac{(\Delta V^d)_0}{10^3} \left\{ 1 + \beta_0 [(T_r)_0 - (T_d)_0] \right\} \left[1 + \gamma \left(p_0 - \frac{10^{-6}}{2} \rho_0 g H_0 \right) \right] \quad (75)$$

unde: $(T_r)_0$ – temperatura lichidului în rezervor după umplerea acestuia cu prima doză, $^\circ\text{C}$;

$(T_d)_0$ – temperatura lichidului în conducta de apă, $^\circ\text{C}$, după umplerea cu prima doză;

β_0 – coeficientul volumic de dilatare a lichidului.

26.6. Dacă se execută cerințele:

26.6.1. la utilizarea apei

$$\left| p_j - \frac{10^{-6}}{2} \rho_j g H_j \right| \leq 0,5 \text{ MPa}; \quad |(T_{t.med}^M)_j - 20| \leq 2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$|(T_r)_j - (T_M)_j| \leq 2 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad |(T_r)_j - (T_d)_j| \leq 0,5 \text{ } ^\circ\text{C};$$

XII. ÎNTOCMIREA REZULTATELOR CONTROLULUI METROLOGIC LEGAL

27. Întocmirea tabelului de calibrare

27.1. Întocmirea tabelului de calibrare la verificarea rezervorului prin metoda geometrică

27.1.1. Tabelul de calibrare se întocmește, folosind formulele (31), (39) cu pasul $\Delta H = 1 \text{ cm}$, începând de la planul, considerat ca începutul de calcul, până la nivelul limită de umplere H_{lim} .

27.2. La întocmirea tabelului de calibrare valorile capacității de 1 cm a rezervorului se rotunjesc la întreg la calculul în dm^3 , până la a treia cifră după virgulă – la determinarea în m^3 .

27.3. Volumul determinat în timpul calibrării rezervorului trebuie corectat la temperatura de referință de 20°C .

28. În cazul, când mijlocul de măsurare este recunoscut ca utilizabil, se eliberează buletin de verificare metrologică conform Hotărârii Guvernului nr.1042 din 13 septembrie 2016 „Cu privire la aprobarea Listei oficiale a mijloacelor de măsurare supuse controlului metrologic legal”, Anexa 2.

28.1. Pe placa de informare, atașată la gaura de măsurare și/sau la indicatorul de nivel a rezervorului se înscrie următoarea informație:

- a) numărul rezervorului;
- b) valoarea înălțimii de bază a rezervorului;
- c) marcajul metrologic de verificare

Placa de informare se fixează în așa mod, ca să nu poată fi scoasă fără deteriorarea acesteia și a marcajului metrologic de verificare.

28.2 La buletinul de verificare metrologică se anexează procesul verbal.

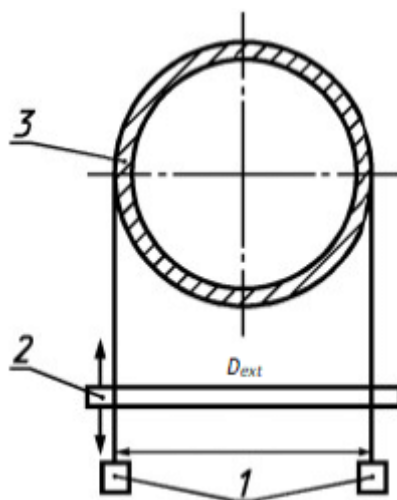
29. În cazul când mijlocul de măsurare legal este recunoscut ca inutilizabil se eliberează buletin de inutilizabilitate conform Hotărârii Guvernului nr.1042 din 13 septembrie 2016 „Cu privire la aprobarea Listei oficiale a mijloacelor de măsurare supuse controlului metrologic legal”, Anexa 2.

Anexa A (informativă)

Schemele măsurării parametrilor rezervorului la verificarea prin metoda geometrică și volumetrică

Figura A.1

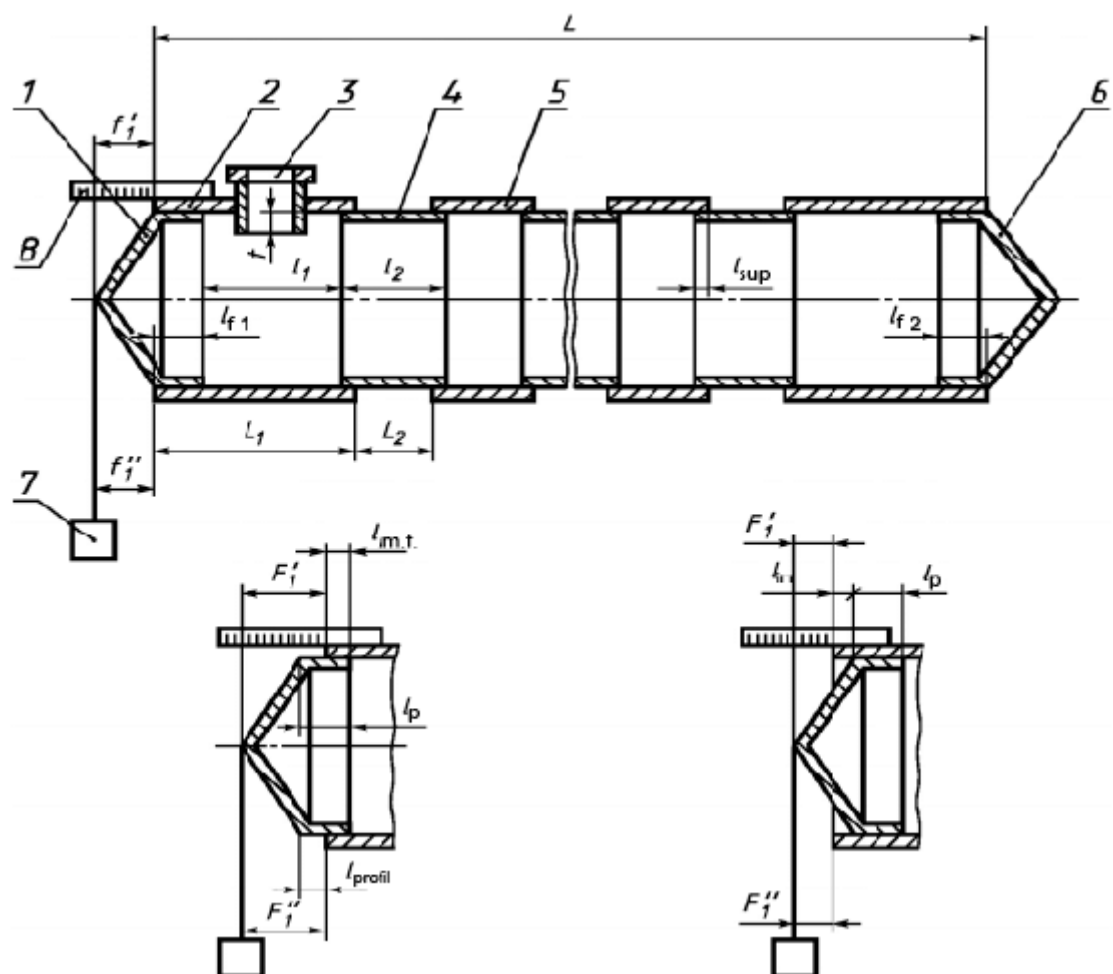
Schema firului cu plumb dublu



1 – fir cu plumb dublu; 2 – ruleta de măsurare; 3 – rezervor;
 D_{ext} – diametrul exterior al părții cilindrice al rezervorului

Figura A.2

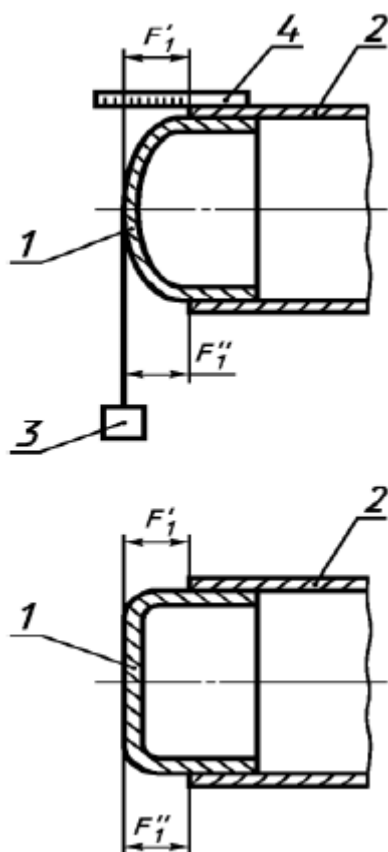
Schema măsurărilor parametrilor rezervorului



1, 6 – funduri; 2, 4, 5 – centuri; 3 – orificiul de umplere; 8 – riglă metalică de măsurare.

Figura A.3

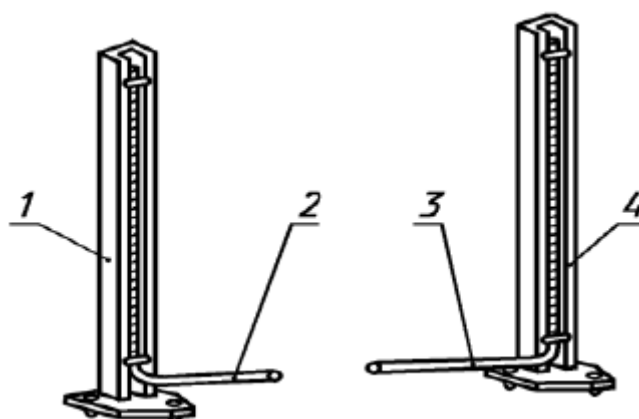
Schema măsurărilor parametrilor fundului sferic și plat



1 – fund; 2 – centură; 3 – fir cu plumb; 4 – riglă metalică de măsurare

Figura A.4

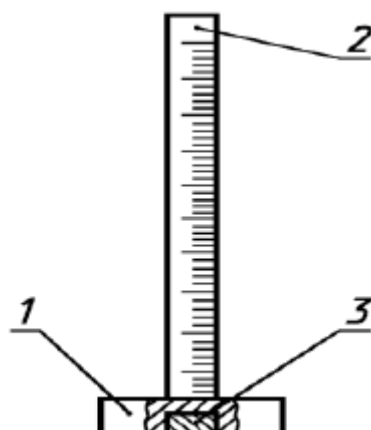
Tuburi de nivel (al apei)



1, 4 – suporturi; 2, 3 – tuburi de nivel (al apei)

Figura A.5

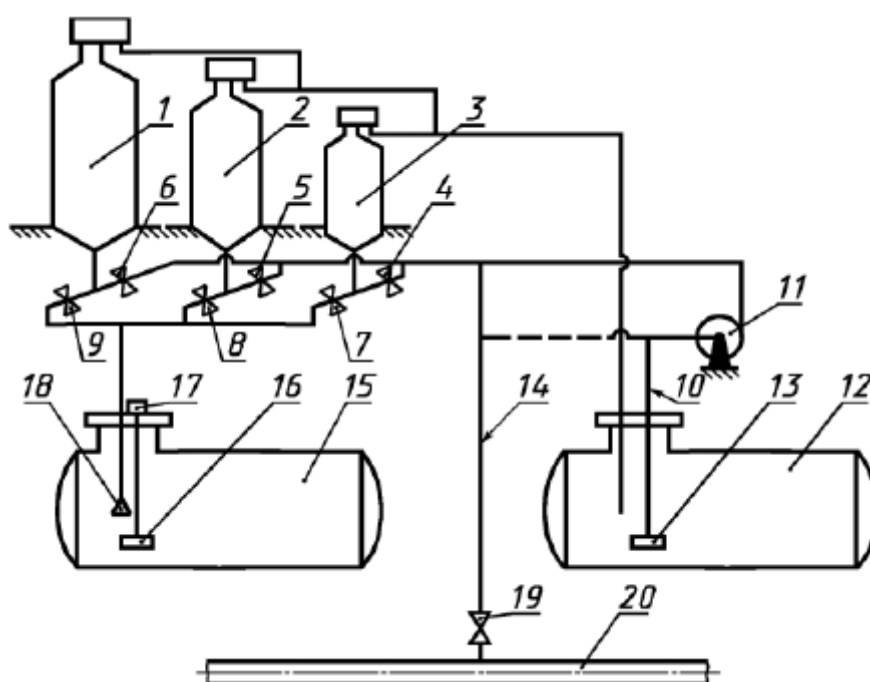
Riglă metalică de măsurare cu suport pe magnet



1 – baza; 2 – riglă metalică de măsurare; 3 – suport pe magnet

Figura A.6

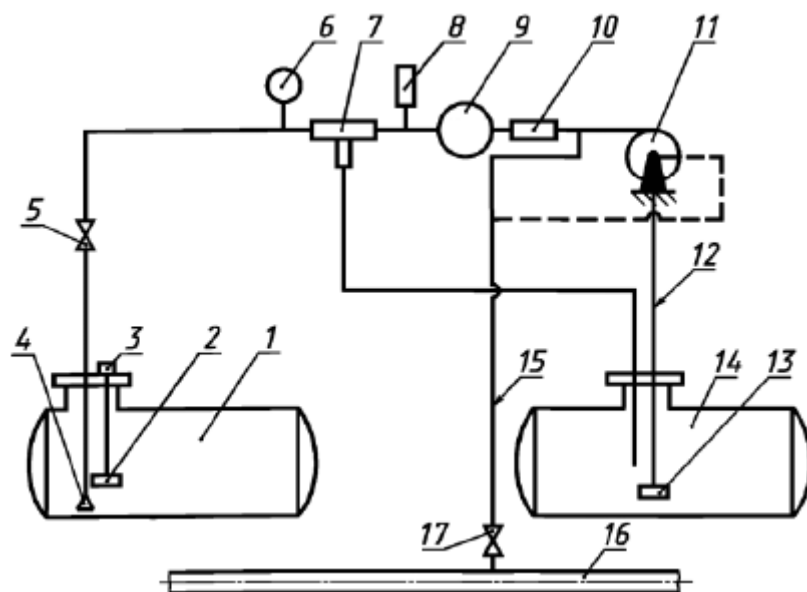
**Sistema de măsurare pentru verificarea rezervorului prin
utilizarea nivelmetrului și măsurătoarelor de volum**



1, 2, 3 – măsurătoare de volum; 4, 5, 6 – vane de umplere; 7, 8, 9 – vane de golire; 10 – linia pompei de aspirație; 11 – pompă;
12 – rezervor receptor; 13 – filtru; 14 – linia de conectare; 15 – rezervor supus verificării; 16 – nivelmetru cu flotor;
17 – nivelmetru; 18 – lărgitor al getului; 19 – supapă; 20 – conducta de apă

Figura A.7

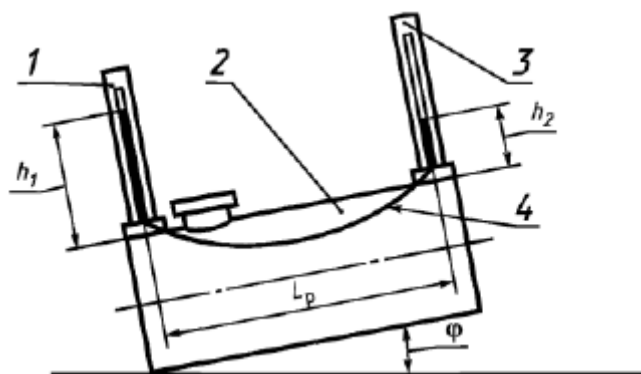
Sistema de măsurare pentru verificarea rezervorului prin utilizarea nivelmetrului



- 1 – rezervorul supus verificării; 2 — plutitorul nivelmetrului; 3 – nivelmetru; 4 – lărgitor de jet; 5, 17 – supape; 6 – manometru;
 7 – robinet în 3 poziții; 8 – termometru (măsurător de temperatură); 9 – calculator de debit; 10 – supapa de reglare a debitului;
 II – pompă; 12 – linia pompei aspiratoare; 13 – filtru; 14 – rezervor receptor;
 15 – linia tehnologică de alimentare; 16 – conducta de apă

Figura A.8

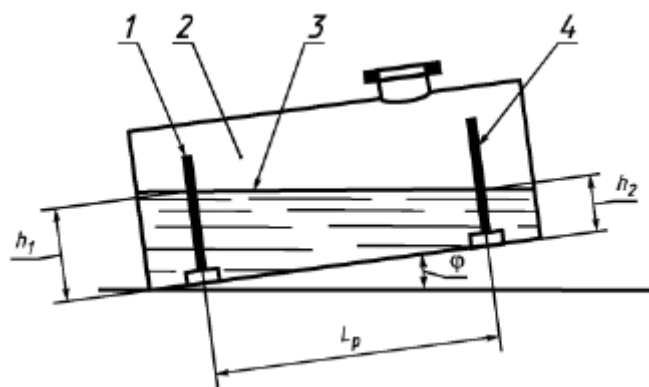
Schema de măsurare a unghiului de înclinare a rezervorului cu utilizarea tuburilor de nivel



- 1, 3 – tuburi de nivel; 2 – rezervor; 4 – tub din cauciuc

Figura A.9

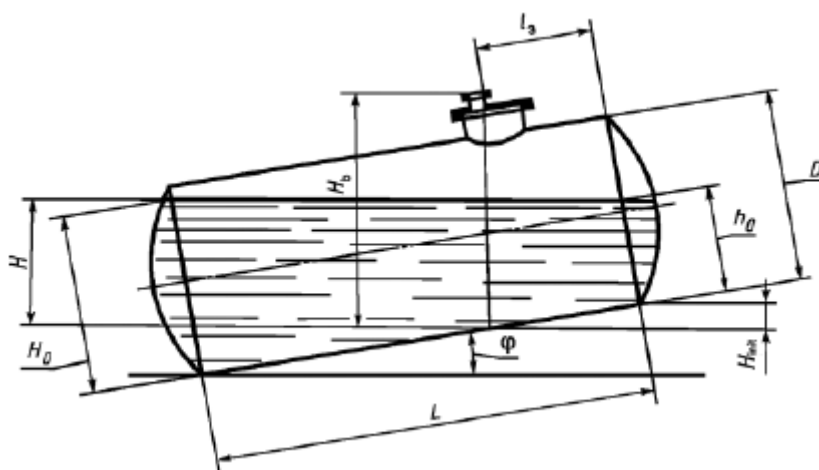
Schema de măsurare a unghiului de înclinare a rezervorului cu utilizarea riglelor cu suport magnetic



1, 4 – rigle metalice de măsurare; 2 – rezervor; 3 – apă

Figura A.10

Schema rezervorului inclinat



Anexa B (informativă)

Forma raportului de verificare a rezervorului prin metoda geometrică

RAPORT de verificare a rezervorului prin metoda geometrică

Informații generale:

nr. de înregistrare: _____,

Data: _____,

Motivul efectuării verificării: _____;

Locul efectuării verificării: _____;

Mijloace de măsurare etalon utilizate: _____.

Tabelul B.1 – Rezervor

Tip	nr.	Forma fundurilor	Destinația	Eroarea de determinare a capacității rezervorului, %

Condițiile în timpul verificării:

Temperatura aerului: _____ °C;

Conținutul de gaze: _____ mg/m³.

Tabelul B.2 – Gradul de inclinare a rezervorului

nr.	Indicații, mm		
	Rigla 1 (tubul de nivel 1) – h'₁, h"₁	Rigla 2 (tubul de nivel 2) – h'₂, h"₂	Ruleta de măsurare (distanța între rigle sau tuburi de nivel – L _r)
1			
2			

Tabelul B.3 – Cute (bombaje)

nr. cutei (bombajului)	Parametrul cutei (bombajului), mm	
	Diametrul	Adâncimea (înălțimea)

Tabelul B.4 – Neliniaritatea osiei rezervorului

Distanța între generatoarea rezervorului și ruletei de măsurare, mm		
a	a ₁	a ₂
1	2	3
Notă 1 – se completează la generatoarea concavă, 2 și 3 – la generatoarea bombată		

Tabelul B.5 – Diametrele interioare ale centurilor D_{int} (în mm)

nr.	Secțiunea centurii	Direcția de măsurare	Nr. centurii																							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Din stânga	orizontală																								
2																										
1		verticală																								
2																										
1	Din mijloc	orizontală																								
2																										
1		verticală																								
2																										
1	Din dreapta	orizontală																								
2																										
1		verticală																								
2																										

Tabelul B.6 – Diametrele exterioare ale centurilor (măsurarea cu două rulete cu lest) D_{ext} (în mm)

nr.	Secțiunea din stânga		Secțiunea din mijloc		Secțiunea din dreapta	
	prima măsurare	a doua măsurare	prima măsurare	a doua măsurare	prima măsurare	a doua măsurare
1						
2						
3						
...						
23						
24						

Tabelul B.7 – Lungimea circumferinței centurilor P (în mm)

nr.	Secțiunea din stînga		Secțiunea din mijloc		Secțiunea din dreapta	
	prima măsurare	a doua măsurare	prima măsurare	a doua măsurare	prima măsurare	a doua măsurare
1						
2						
3						
...						
23						
24						

Tabelul B.8 – Alți parametrii a centurilor

nr.	Lungimea centurii L_i , mm		Grosimea peretelui δ_m , mm	Lungimea suprapunerii l_{sup} , mm	Schema suprapunerii (+, -, 0)
	prima măsurare	a doua măsurare			
1					
2					
3					
...					
23					
24					

Notă – În coloana „schema suprapunerii” se indică „+” dacă centura în cauză include în sine centura anterioară; se indică „-” dacă centura în cauză se include în centura anterioară; se indică „0” dacă centurile sunt sudate cap la cap

Tabelul B.9 – Lungimea de ieșire a fundurilor l_p

Numărul fundului	Locul de măsurare a lungimii de ieșire a fundului	Indicațiile șublerului sau riglei l_p , mm
1 (din față)	După generatoarea de sus	
	După generatoarea de jos	
2 (din spate)	După generatoarea de sus	
	După generatoarea de jos	

Tabelul B.10 – Lungimea de imersie a fundurilor l_{im}

Numărul fundului	Locul de măsurare a lungimii de imersie a fundului	Indicațiile șublerului sau riglei l_{im} , mm
1 (din față)	După generatoarea de sus	
	După generatoarea de jos	
2 (din spate)	După generatoarea de sus	
	După generatoarea de jos	

Tabelul B.11 – Convexitatea (înălțimea) fundurilor $f'(F')$

Numărul fundului	Locul de măsurare a convexității fundului	Indicațiile șublerului sau riglei, mm
1 (din față)	După generatoarea de sus $f_1'(F_1')$	
	După generatoarea de jos $f_1''(F_1'')$	
2 (din spate)	După generatoarea de sus $f_2'(F_2')$	
	După generatoarea de jos $f_2''(F_2'')$	

Tabelul B.12 – Adâncimea de imersare a fundului l_f

Numărul fundului	Nr. măsurării	Indicațiile șublerului sau riglei, l_f , mm
1 (din față)	1	
	2	
2 (din spate)	1	
	2	

Tabelul B.13 – Grosimea peretelui fundului δ_f

Numărul fundului	Nr. măsurării	Indicațiile dispozitivului de măsurat grosimi, δ_f , mm
1 (din față)	1	
	2	
2 (din spate)	1	
	2	

Tabelul B.14 – Diametrele mici a fundurilor secționat-conice d

Numărul fundului	Direcția măsurărilor	Nr. măsurării	Indicațiile șublerului sau riglei, d , mm
1 (din față)	Orizontală	1	
		2	
	Verticală	1	
		2	
2 (din spate)	Orizontală	1	
		2	
	Verticală	1	
		2	

Tabelul B.15 – Alți parametri ale rezervorului

Parametrul măsurat	Nr. măsurării	Indicațiile riglei/ruletei de măsurare, mm
Adâncimea de imersie a „ghitului” rezervorului t	1	
	2	
Coordinata punctului de măsurare a înălțimii de bază a rezervorului l_z	1	
	2	
Înălțimea de bază a rezervorului H_b	1	
	2	

Tabelul B.16 – Volumul pieselor interioare de formă cilindrică (dreptunghiulară), mm

Diametrul	Lungimea	Înălțimea de la plan, de la care se măsoară nivelul lichidului, mm	
		limita de jos	Limita de sus

Tabelul B.17 – Volumul pieselor interioare de alte forme

Volumul, m ³	Secțiunea transversală a piesei		Înălțimea de la plan, de la care se măsoară nivelul lichidului, mm	
	Aria, m ²	Înălțimea, mm	limita de jos	Limita de sus

Verificatorul metrolog

(semnătura)

Numele, prenumele

Anexa C
(informativă)

Forma raportului de verificare a rezervorului prin metoda volumetrică

RAPORT de verificare a rezervorului prin metoda volumetrică

Nr. _____ din „_____” _____
data, luna, anul

Locul de efectuare a verificării: _____

Mijloacele etalon: _____

Date rezervor:

Tip: _____

Nr de fabricație: _____

Forma fundului rezervorului: _____

Destinația: _____

Eroare de determinare a capacității rezervorului, %: _____

Condițiile de efectuare a măsurărilor: _____

Temperatura aerului, °C: _____;

Gradul de contaminare cu gaze, mg/m³: _____.

Tabelul D.1 – Parametrii rezervorului

Coeficientul de dilatare volumice a materialului, 1/°C		Diametrul interior D , mm	Lungimea părții cilindrice L , mm	Adâncimea de imersie a gurii rezervorului, i , mm	
măsurătoarelor de volum β_{mv}	rezervorului β_r			măsurarea 1	măsurarea 2

Tabelul D.2 – Parametrii (primare) ale lichidului de verificare

Denumirea	Temperatura primară, °C			Coeficient de compresie γ , 1/MPa	Densitatea ρ_0 , kg/m ³
	în rezervor (T_r) ₀	Val. med. în măsur. de vol. (T_{mv}) ₀	în debitmetru (contor) de lichid, (T_{cl}) ₀		

--	--	--	--	--	--

Tabelul D.3 – Măsurările efectuate la verificarea rezervorului (10 mäs.)

Nivelul lichidului H_{rl} , mm	Vol. dozei (ΔV^{mv}) _l , dm ³ sau indicațiile debitmetrului (contor) de lichid q_l , dm ³ (N_l , imp.)	Temperatura lichidului, °C		Presiunea în debitmetru (contor) de lichid p_l , MPa
		în mäs. de vol. (T_{mv}) _l sau în debitmetru (contor) de lichid, (T_{cl}) _l	în rezervor (T_r) _l	

Tabelul D.3 – Înălțimea de bază a rezervorului

Înălțimea de bază a rezervorului H_b			
până la determinarea capacității rezervorului, mm		după determinarea capacității rezervorului, mm	
măsurarea 1	măsurarea 2	măsurarea 1	măsurarea 2

Tabelul D.4 – Nivelul maximal al lichidului

Indicațiile ruletei cu lest, $H_{r \max}$, mm		Indicațiile nivelmetrului, $H_{n \max}$, mm
măsurarea 1	măsurarea 2	

Tabelul D.5 – Parametrii coeficientului de transformare a debitmetrului (contorului) de lichid

Coeficienții	
K_0 , imp/dm ³	A , imp*s/dm ⁶

Verificatorul metrolog

semnătura, numele/prenumele

” ”
data, luna, anul

Anexa D
(informativă)

Forma paginii de titlu a tabelului de calibrare și forma tabelului de calibrare

1. Forma paginii de titlu a tabelului de calibrare

TABELUL DE CALIBRARE pentru rezervor metalic orizontal cilindric

Tip _____, Nr. _____ cu funduri _____
forma fundurilor

Organizația _____

Eroarea de determinare a capacității rezervorului _____

Termenul de verificare ulterioară _____

Verificatorul metrolog

semnătura, numele/prenumele

2. Forma tabelului de calibrare

TABELUL DE CALIBRARE

Organizația _____

Rezervor nr. _____

Nivelul de umplere, cm	Capacitatea, m ³	Coeficientul de capacitate, m ³ /mm	Eroarea de determinare a capacității ⁽¹⁾ , %
1			
2			
3			
...			
H_i			
...			
H_{lim}			

(¹) Se determină doar la metoda geometrică de verificare

Anexa E
(informativă)

Forma raportului de măsurare a înălțimii de bază a rezervorului

RAPORT

din „_____” _____ 20____
de măsurare a înălțimii de bază a rezervorului
Tip _____ Nr. _____

Temperatura mediului ambiant _____ °C.
Rezultatele măsurărilor sunt prezentate în Tabel.

Înălțimea de bază a rezervorului, mm			Nivelul de umplere a rezervorului, mm
Media aritmetică a două măsurări $(H_b)_k$	Valoarea anterioară a înălțimii de bază $(H_b)_{an}$	$\Delta H_b = (H_b)_k - (H_b)_{an}$	

Concluzie: Este necesar (sau nu este necesar) de a corecta tabelul de calibrare.

Verificatorul metrolog

semnătura, numele/prenumele

Șef laborator

semnătura, numele/prenumele

Anexa F
(informativă)

**Valoarea coeficienților N_T , N_D , luând în considerație dilatarea volumetrică a cisternei auto
și măsurii de volum etalon în dependență de temperatură**

Temperatura apei, °C	Coeficientul N_T pentru cisterna auto din		Coeficientul N_D pentru măsura de volum din		
	oțel	aluminiiu	oțel	cupru	aluminiiu
5	1,0005	1,0010	0,9995	0,9992	0,9990
6	1,0005	1,0010	0,9995	0,9993	0,9991
7	1,0004	1,0009	0,9996	0,9993	0,9992
8	1,0004	1,0008	0,9996	0,9994	0,9992
9	1,0004	1,0008	0,9996	0,9995	0,9993
10	1,0003	1,0007	0,9997	0,9995	0,9993
11	1,0003	1,0006	0,9997	0,9996	0,9994
12	1,0003	1,0006	0,9997	0,9996	0,9994
13	1,0002	1,0005	0,9998	0,9997	0,9995
14	1,0002	1,0004	0,9998	0,9997	0,9996
15	1,0002	1,0004	0,9998	0,9998	0,9997
16	1,0001	1,0003	0,9999	0,9998	0,9997
17	1,0001	1,0002	0,9999	0,9999	0,9998
18	1,0001	1,0001	0,9999	0,9999	0,9999
19	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9999
20	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
21	1,0000	0,9999	1,0000	1,0001	1,0001
22	0,9999	0,9999	1,0001	1,0001	1,0001
23	0,9999	0,9998	1,0001	1,0002	1,0002
24	0,9999	0,9997	1,0001	1,0002	1,0003
25	0,9998	0,9996	1,0002	1,0003	1,0004
26	0,9998	0,9996	1,0002	1,0003	1,0004
27	0,9998	0,9995	1,0002	1,0004	1,0005
28	0,9997	0,9994	1,0003	1,0004	1,0006
29	0,9997	0,9994	1,0003	1,0005	1,0006
30	0,9997	0,9993	1,0003	1,0005	1,0007
31	0,9998	0,9992	1,0004	1,0006	1,0007
32	0,9998	0,9992	1,0004	1,0006	1,0008
33	0,9998	0,9991	1,0004	1,0007	1,0009
34	0,9999	0,9990	1,0005	1,0007	1,0009
35	0,9999	0,9990	1,0005	1,0008	1,0010