ANEXĂ

Inspecția de Stat pentru Controlul Cazanelor, Recipientelor sub Presiune şi Instalațiilor de Ridicat
- ISCIR -

- REGLEMENTARE TEHNICĂ NAȚIONALĂ -

PRESCRIPȚIE TEHNICĂ

PT C 4/2-2003

GHID PENTRU PROIECTAREA, CONSTRUIREA, MONTAREA, ŞI REPARAREA RECIPIENTELOR METALICE STABILE SUB PRESIUNE

COLECȚIA INSPECȚIEI DE STAT PENTRU CONTROLUL CAZANELOR, RECIPIENTELOR SUB PRESIUNE ŞI INSTALAȚIILOR DE RIDICAT

- ISCIR -

- EDIȚIE OFICIALĂ -

Indicativ: PT C 4/2-2003 Ediția 1

Scopul principal al prescripțiilor tehnice este crearea unui cadru legal unitar în vederea aplicării întocmai a prevederilor Hotărârii Guvernului nr. 1.340/2001 privind asigurarea protecției utilizatorilor, mediului înconjurător şi proprietății.

Prevederile prezentei prescripții tehnice au caracter de recomandare/obligatoriu pentru toți agenții economici care proiectează, construiesc, montează şi repară recipiente metalice stabile sub presiune.

Utilizatorii prezentei prescripții tehnice sunt răspunzători de aplicarea corectă a acesteia.

ISCIR
Str. Sf. Elefterie nr. 47-49, sector 5
BUCUREȘTI www.iscir.ro
Cod: 050524

Telefon: (+4021) 411.97.60; 411.97.61
Fax: (+4021) 411.98.70
E-mail: iscir@fx.ro

Reproducerea sau utilizarea integrală sau parțială a prezentei prescripții tehnice în orice publicație şi prin orice procedeu (electronic, mecanic, fotocopiere, microfilmare etc.) este interzisă dacă nu există acordul scris al ISCIR.
Utilizatorii prezentei prescripții tehnice sunt obligați să se asigure că sunt în posesia ediției oficiale tipărite.

MINISTERUL ECONOMIEI ŞI COMERȚULUI

Inspecția de Stat pentru Controlul Cazanelor, Recipientelor sub Presiune şi Instalațiilor de Ridicat
- ISCIR -

- REGLEMENTARE TEHNICĂ NAȚIONALĂ -

PRESCRIPȚIE TEHNICĂ

PT C 4/2-2003

GHID PENTRU PROIECTAREA, CONSTRUIREA, MONTAREA, ŞI REPARAREA RECIPIENTELOR METALICE STABILE SUB PRESIUNE

Aprobată cu Ordinul Ministrului Economiei şi Comerțului nr. _____ din _____, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. _____din __ _____.

COLECȚIA INSPECȚIEI DE STAT PENTRU CONTROLUL CAZANELOR, RECIPIENTELOR SUB PRESIUNE ŞI INSTALAȚIILOR DE RIDICAT

- ISCIR -

- EDIȚIE OFICIALĂ -

Membrii Comitetului Tehnic CT-C-03 care au participat la elaborarea prezentei prescripții tehnice :

Preşedinte : Ing. Nicolae Gherghina

Membri : - Ing. Dan-Sorin Tudor – responsabil de carte

- Ing. Gheorghe Ciocoiu

- Ing. Aurel Man

- Ing. Marius-Constantin Iordache

- Ing. Viorel-Nicolae Motreanu

- Ing. Nicolae Buga

Consultanță juridică: Consilier Alexandru Păcurar

CUPRINS

Pagina

1 Generalități 8
1.1 Scop 8
1.2 Domeniu de aplicare 8
1.3 Referințe normative 9

2 Cerințe esențiale de securitate 10
2.1 Cerințe esențiale de securitate pentru recipiente sub presiune conform Hotărârii Guvernului nr. 752/2002 10
2.2 Cerințe esențiale de securitate pentru recipiente sub presiune conform Hotărârii Guvernului nr. 454/2003 22

3 Materiale metalice 27
3.1 Date generale 27
3.2 Table de oțel nealiat şi slab aliat 28
3.3 Table de oțel aliat 31
3.4 Țevi de oțel nealiat, slab aliat şi aliat 33
3.5 Semifabricate pentru organe de asamblare 35
3.6 Semifabricate pentru piese forjate 36
3.7 Piese turnate de oțel 38
3.8 Piese turnate de fontă 39
3.9 Cupru şi aliaje de cupru 39
3.10 Aluminiu şi aliaje de aluminiu 40
3.11 Nichel şi aliaje de nichel 41
3.12 Titan şi aliaje de titan 41
3.13 Plumb şi zinc 41

4 Proiectare 41
4.1 Definiții şi prevederi generale 41
4.2 Alegerea materialelor 45
4.3 Amplasarea orificiilor pe fundurile bombate 47
4.4 Racorduri 47
4.5 Organe de asamblare 47
4.6 Guri pentru verificare 48
4.7 Capace cu dispozitive de închidere şi deschidere rapidă 49
4.8 Inele de rigidizare pentru mantale cilindrice supuse la presiune pe partea convexă (presiune exterioară) 50
4.9 Amenajări interioare 51
4.10 Cerințe tehnice de proiectare pentru recipiente de oțel executate prin sudare 51
4.11 Tipuri admisibile de îmbinări sudate 51
4.12 Virole cilindrice 52
4.13 Funduri, capace şi elemente racordate 52
4.14 Flanşe 53
4.15 Elemente de compensare 53
4.16 Echipamente interioare 54
4.17 Corpul recipientului 54

CUPRINS (continuare)

Pagina

4.18 Amplasarea orificiilor față de îmbinările sudate 56
4.19 Tratamentul termic pentru recipiente de oțel carbon şi oțel slab aliat 56
4.20 Tratamentul termic pentru recipiente executate din oțeluri aliate 58
4.21 Tratamentul termic pentru recipiente placate 58
4.22 Examinarea nedistructivă a îmbinărilor sudate 58
4.23 Cerințe tehnice de proiectare pentru recipiente executate prin turnare 60
4.24 Cerințe tehnice de proiectare pentru diverse recipiente 61

5 Calcul de rezistență 62
5.1 Încărcări (sarcini) 62
5.2 Tensiuni 62
5.3 Baza de stabilire a tensiunilor admisibile 63
5.4 Coeficientul de rezistență al îmbinării sudate 64
5.5 Notații 64
5.6 Elemente cilindrice simple 65
5.7 Elemente cilindrice simple supuse la presiune pe partea concavă (presiune interioară) 65
5.8 Elemente cilindrice simple supuse la presiune pe partea convexă (presiune exterioară) 66
5.9 Calculul de rezistență al elementelor cilindrice întărite supuse la presiune pe partea convexă (exterioară) 68
5.10 Calculul de rezistență al elementelor conice 70
5.11 Calculul de rezistență al elementelor conice supuse la presiuni pe partea concavă (interioară) 70
5.12 Calculul de rezistență al elementelor conice supuse la presiune pe partea convexă (exterioară) 72
5.13 Calculul de rezistență al fundurilor bombate 72
5.14 Calculul de rezistență al fundurilor şi capacelor plane 76
5.15 Calculul de rezistență al îmbinărilor cu flanşe cu şuruburi 78
5.16 Calculul de compensare a orificiilor 84

6 Dispozitive de siguranță contra depăşirii presiunii, aparate de măsurare şi control, armături 89
6.1 Dispozitive de siguranță contra depăşirii presiunii 89
6.2 Materiale 90
6.3 Supape de siguranță 90
6.4 Dispozitive de siguranță cu elemente care se distrug 91
6.5 Montarea dispozitivelor de siguranță 92
6.6 Conducte de evacuare 93
6.7 Aparate de măsurare şi control 94
6.8 Armături 97

7 Construirea, montarea şi repararea recipientelor 98
7.1 Faze pregătitoare 98
7.2 Sudarea 99
7.3 Abateri de execuție la recipientele realizate prin sudare 104
7.4 Procedee de executare a tratamentului termic după sudare 108
7.5 Plăci şi probe sudate pentru verificarea îmbinărilor sudate ale recipientelor 110

CUPRINS (continuare)

Pagina

7.6 Încercări pentru verificarea îmbinărilor sudate cap la cap ale tablelor 112
7.7 Încercări pentru verificarea îmbinărilor sudate cap la cap ale țevilor 114
7.8 Condiții speciale pentru recipientele executate din table placate 115
7.9 Condiții pentru recipientele executate prin turnare 116
7.10 Condiții pentru recipientele executate prin forjare 119
7.11 Condiții pentru recipientele executate din metale şi aliaje neferoase 119
7.12 Şuruburi şi piulițe 119

8 Verificarea montării şi reparării recipientelor 120
8.1 Date generale 120
8.2 Verificarea îmbinărilor sudate 120
8.3 Repararea defectelor îmbinărilor sudate 124
8.4 Verificarea recipientelor montate (asamblate) sau a elementelor acestora 124

ANEXA A – Diagrame de evaluare a conformității 126
ANEXA B - Standarde 1268
ANEXA C - Mărci de oțel carbon şi slab aliat utilizate pentru elementele sub presiune ale recipientelor……134
ANEXA D - Mărci de oțel aliat pentru temperaturi ridicate şi/sau scăzute utilizate pentru elementele sub presiune ale recipientelor……...135
ANEXA E - Mărci de oțel aliat inoxidabil rezistent la coroziune utilizate pentru elementele sub presiune ale recipientelor…….136
ANEXA F - Mărci de oțel refractar utilizate pentru elementele sub presiune ale recipientelor……137
ANEXA G - Figuri……..138
ANEXA H - Tabele…….166
ANEXA I - Conținutul documentației de proiectare……...182

Modificări după publicare……184

1 GENERALITĂȚI

1.1 Scop

1.1.1 Prezenta prescripție tehnică face parte din reglementările tehnice naționale referitoare la recipiente metalice stabile sub presiune.

1.1.2 Prezenta prescripție tehnică este elaborată în baza legislației în vigoare privind funcționarea în condiții de siguranță a instalațiilor sub presiune, instalațiilor de ridicat şi a aparatelor consumatoare de combustibil şi conține prevederi tehnice minime pentru proiectarea, construirea, montarea şi repararea recipientelor metalice stabile sub presiune.

1.1.3 Prezenta prescripție tehnică se adresează:

a) agenților economici care proiectează şi/sau construiesc recipiente sub presiune, pentru care prescripția tehnică are caracter informativ (de recomandare);

b) agenților economici, autorizați de către ISCIR-INSPECT pentru:

- elaborarea proiectelor de montare şi/sau reparare la recipiente sub presiune,
- efectuarea de lucrări de montare şi/sau reparare la recipiente sub presiune,

care fac obiectul prevederilor prescripției tehnice PT C 4/1, Colecția ISCIR, pentru care prescripția tehnică are caracter obligatoriu.

1.1.4 Autoritatea tehnică națională care asigură punerea în aplicare şi respectarea prevederilor din prezenta prescripție tehnică este ISCIR–Inspecția de Stat pentru Controlul Cazanelor, Recipientelor sub Presiune şi Instalațiilor de Ridicat, prin ISCIR-INSPECT, care, în conformitate cu prevederile Hotărârii Guvernului nr. 1.340/2001, este organul de specialitate cu personalitate juridică în subordinea Ministerului Economiei şi Comerțului, având ca principal obiect de activitate asigurarea în numele statului a protecției utilizatorilor şi a siguranței în funcționare a instalațiilor şi echipamentelor sub presiune în categoria cărora se integrează şi recipientele metalice stabile sub presiune.

1.2 Domeniu de aplicare

1.2.1 Prin „**recipiente metalice stabile sub presiune**” denumite în continuare „**recipiente sub presiune**” sau „**recipiente**” se înțeleg recipientele sub presiune instalate pe fundații sau alte reazeme fixe. Se asimilează cu recipientele stabile şi recipientele sub presiune fixate pe platforme deplasabile sau pe sisteme mobile proprii.

1.2.2 Prezenta prescripție tehnică se aplică recipientelor sub presiune cu presiuni maxime admisibile de lucru mai mari de 0,05 MPa (0,5 bar), astfel:

a) recipiente sub presiune care conțin gaze din grupa 1 (fluide periculoase) conform diagramei nr. 1 din anexa A, cu excepția celor care funcționează în limitele:

- PS x V $\leq$ 200 bar x litri, având PS $\leq$ 200 bar şi V $\leq$ 1 litru;
- PS x V $\leq$ 25 bar x litri, având 0,5 $\leq$ PS $\leq$ 25 bar şi 1 $\leq$ V $\leq$ 50 litri;

b) recipiente sub presiune care conțin gaze din grupa 2 (abur şi alte gaze decât cele din grupa 1) conform diagramei nr. 2 din anexa A, cu excepția celor care funcționează în limitele:

- PS x V $\leq$ 1.000 bar x litri, având PS $\leq$ 1.000 bar şi V $\leq$ 1 litru;
- PS x V $\leq$ 50 bar x litri, având 0,5 $\leq$ PS $\leq$ 50 bar şi 1 $\leq$ V $\leq$ 100 litri;

c) recipiente sub presiune care conțin lichide din grupa 1 (fluide periculoase) conform diagramei nr. 3 din anexa A, cu excepția celor care funcționează în limitele:

- PS x V $\leq$ 500 bar x litri, având PS $\leq$ 500 bar şi V $\leq$ 1 litru;
- PS x V $\leq$ 200 bar x litri, având 0,5 $\leq$ PS $\leq$ 200 bar şi 1 $\leq$ V $\leq$ 400 litri;

d) recipiente sub presiune care conţin lichide din grupa 2 (alte lichide decât cele din grupa 1) conform diagramei nr. 4 din anexa A, cu excepţia celor care funcţionează în limitele:

- PS x V $\leq$ 10.000 bar x litri, având PS $\leq$ 1.000 bar şi V $\leq$ 10 litru;
- PS x V .$\leq$ 10.000 bar x litri, având 0,5 $\leq$ PS $\leq$ 1.000 bar şi 10 $\leq$ V $\leq$ 1.000 litri;
- PS $\leq$ 10 bar, indiferent de volum.

NOTE*:*

1 Grupa 1 cuprinde fluidele periculoase, definite conform Ordonanţei Guvernului nr. 200/2000 aprobată cu modificări prin Legea nr. 451/2001. Din grupa 1 fac parte fluidele definite ca explozive (art. 7 lit. a), extrem de inflamabile (art. 7 lit. c), foarte inflamabile (art. 7 lit. d), inflamabile, la care temperatura maximă admisibilă de lucru este mai mare decât punctul de aprindere (art. 7 lit. e), foarte toxice (art. 7 lit. f), toxice (art. 7 lit. g) şi oxidante (art. 7 lit. b).

2 Grupa 2 cuprinde abur şi celelalte fluide care nu sunt incluse în grupa 1.

3 În cazul în care un recipient sub presiune se compune din mai multe incinte, acesta se clasifică în categoria cea mai severă care se poate aplica unei incinte luată individual.

4 Dacă într-o incintă se află fluide diferite, clasificarea se face în funcţie de fluidul care impune categoria cea mai severă.

5 Liniile de demarcare din diagramele prezentate în anexa A indică valoarea limită superioară pentru fiecare categorie.

1.2.3 Prezenta prescripţie tehnică se aplică şi recipientelor care transportă pe vehicule de cale ferată sau rutiere diverse lichide sau materiale exceptate de regulamentele privind transportul internaţional feroviar, respectiv rutier, al mărfurilor periculoase (RID şi ADR) şi care sunt sub presiune numai în momentul transvazării/descărcării lichidelor sau materialelor conţinute, indiferent de presiunea de descărcare.

Pentru recipientele care transportă pe vehicule de cale ferată sau rutiere gaze comprimate, lichefiate sau dizolvate sub presiune se aplică prevederile prescripţiei tehnice referitoare la recipiente-cisterne, recipiente-containere şi recipiente-butoaie metalice pentru gaze comprimate, lichefiate sau dizolvate sub presiune, Colecţia ISCIR.

1.2.4 La recipientele sub presiune pentru care există prevederi tehnice suplimentare se vor aplica şi prevederile respective.

1.3 Referinţe normative

Prezenta prescripţie tehnică face referiri explicite sau implicite la acte legislative, standarde, prescripţii tehnice şi alte reglementări naţionale.

1.3.1 Legi şi hotărâri

- Hotărârea Guvernului nr. 454/2003 privind stabilirea condiţiilor de introducere pe piaţă a recipientelor simple sub presiune
- Hotărârea Guvernului nr. 752/2002 privind stabilirea condiţiilor de introducere pe piaţă a echipamentelor sub presiune
- Hotărârea Guvernului nr. 1.340/2001 privind organizarea şi funcţionarea Inspecţiei de Stat pentru Controlul Cazanelor, Recipientelor sub Presiune şi Instalaţiilor de Ridicat

1.3.2 Standarde

Standardele aplicabile sunt menționate în anexa B.
Trimiterile făcute în prezenta prescripție tehnică la standarde şi alte prescripții tehnice se referă la edițiile în vigoare.

2 CERINȚE ESENȚIALE DE SECURITATE

2.1 Cerințe esențiale de securitate pentru recipiente sub presiune conform Hotărârii Guvernului nr. 752/2002

Observații preliminare

A Cerințele esențiale de securitate se aplică recipientelor sub presiune, precum şi ansamblurilor care prezintă un anumit pericol.

B Cerințele esențiale de securitate conținute în Hotărârea Guvernului nr. 752/2002 sunt obligatorii. Cerințele esențiale se aplică doar dacă există anumite pericole pentru recipientele sub presiune, atunci când sunt utilizate în condiții care sunt prevăzute, în mod rezonabil, de producător.

C Producătorul are obligația să efectueze o analiză de risc în vederea identificării acelor riscuri care corespund produselor sale din punct de vedere al presiunii, fiind obligat să proiecteze şi să construiască produsele având în vedere această analiză pe care a efectuat-o.

D Cerințele esențiale trebuie să fie interpretate şi aplicate astfel încât la momentul proiectării şi fabricației să se țină seama de nivelul tehnic şi de practica curentă, precum şi de aspectele tehnice şi economice pentru asigurarea unui grad ridicat de protecție privind sănătatea şi securitatea.

2.1.1 Generalități

2.1.1.1 Recipientele sub presiune trebuie să fie proiectate, fabricate şi verificate şi, după caz, echipate şi instalate astfel încât să fie garantată securitatea acestora, atunci când sunt puse în funcțiune în conformitate cu instrucțiunile producătorului sau în condiții previzibile în mod rezonabil.

2.1.1.2 La stabilirea soluțiilor cele mai adecvate, producătorul trebuie să aplice următoarele principii în ordinea indicată:

a) să elimine sau să reducă pericolele, în măsura în care este posibil;

b) să aplice măsuri adecvate de protecție pentru pericolele care nu pot fi eliminate;

c) dacă este cazul, să informeze utilizatorul cu privire la pericolele care au rămas şi să indice, dacă este necesar, ca utilizatotul să ia măsuri speciale adecvate pentru reducerea riscurilor la momentul instalării şi/sau utilizării.

2.1.1.3 Dacă se cunoaşte sau poate fi previzibilă în mod clar posibilitatea unei utilizări necorespunzătoare, recipientele sub presiune trebuie să fie proiectate astfel încât să se prevină un posibil pericol datorat utilizării necorespunzătoare sau, dacă nu este posibil, să existe un avertisment că recipientele sub presiune nu trebuie să fie folosite în acest mod.

2.1.2 Proiectare

2.1.2.1 Generalități

Recipientele sub presiune trebuie să fie proiectate corespunzător luând în considerare toți factorii determinanți pentru a se garanta că echipamentele sunt sigure pe toată durata lor de viață.
La proiectare trebuie să fie utilizați coeficienți de siguranță corespunzători şi trebuie să se utilizeze metode de proiectare clare, despre care se ştie că includ marje de securitate adecvate pentru prevenirea tuturor tipurilor de avarii.

2.1.2.2 Proiectare pentru o rezistență adecvată

2.1.2.2.1 Recipientele sub presiune trebuie să fie proiectate pentru încărcări corespunzătoare destinației acestora şi a altor condiții de funcționare previzibile în mod rezonabil.
În mod special, următorii factori trebuie să fie luați în considerare:

a) presiunea internă/externă;
b) temperatura mediului ambiant şi temperatura de funcționare;
c) presiunea statică şi masa conținutului în condiții de funcționare şi încercare;
d) încărcări datorate condițiilor de trafic, vântului sau cutremurelor;
e) forțe şi momente de reacțiune rezultate din elementele de susținere, elementele de prindere, conducte etc.;
f) coroziune şi eroziune, oboseală etc.;
g) descompunerea fluidelor instabile.

Pentru diferite încărcări care pot să apară trebuie să fie luată în considerare posibilitatea apariției lor simultane.

2.1.2.2.2 Pentru o rezistență adecvată, proiectarea trebuie să se bazeze pe:

a) o metodă de calcul conform prevederilor de la pct. 2.1.2.2.3, ca regulă generală, şi, dacă este necesar, suplimentată cu o metodă de proiectare prin experimentare, conform prevederilor de la pct. 2.1.2.2.4;

sau

b) o metodă de proiectare prin experimentare, fără calcule, conform prevederilor de la pct. 2.2.2.4, dacă produsul între presiunea maximă admisibilă PS şi volumul V este mai mic de 6.000 bar x litru.

2.1.2.2.3 Metoda de calcul

a) Incinta sub presiune şi alte aspecte legate de încărcare

Pentru recipientele sub presiune, eforturile admisibile trebuie să fie limitate luând în considerare toate posibilitățile de avarie previzibile în mod rezonabil în condiții de funcționare. În acest scop se utilizează factori de securitate pentru a elimina complet orice nesiguranță care rezultă din fabricație, din condiții reale de funcționare, din eforturi, din modele de calcul şi din proprietățile şi comportarea materialelor.
Aceste metode de calcul trebuie să asigure o marjă de siguranță suficientă având în vedere, după caz, cerințele prevăzute la pct. 2.1.7.
Cerințele enunțate mai sus pot fi îndeplinite dacă se utilizează una dintre următoarele metode, după caz, dacă este necesar fie ca o completare, fie în combinație cu altă metodă:

- proiectare conform unor formule;

- proiectare pe baza analizei;
- proiectare pe baza unor metode din mecanica ruperii.

b) Rezistență

Pentru a stabili rezistența recipientului sub presiune în cauză, trebuie să fie efectuate calcule de proiectare adecvate.
În mod special se aplică următoarele reguli:

• presiunile de calcul nu trebuie să fie mai mici decât presiunile maxime admisibile şi trebuie luate în considerare presiunile statice şi dinamice ale fluidului, precum şi descompunerea fluidelor instabile. Dacă un recipient sub presiune este împărțit în mai multe compartimente cu presiuni diferite, peretele despărțitor trebuie să fie proiectat luând în considerare presiunea maximă posibilă dintr-un compartiment relativ la presiunea minimă posibilă din compartimentul învecinat.

• temperaturile de calcul trebuie să țină seama de limitele de siguranță corespunzătoare;

• proiectarea trebuie să țină seama în mod corespunzător de toate combinațiile posibile de temperatură şi presiune care pot să apară în condiții previzibile de funcționare ale echipamentului;

• eforturile maxime şi concentratorii de eforturi trebuie să fie menținuți în limite de siguranță;

• calculul pentru incinta sub presiune trebuie să utilizeze valori corespunzător cu proprietățile materialelor, care se bazează pe date dovedite, având în vedere prevederile de la pct. 2.1.4 şi trebuie să utilizeze factori de securitate adecvați. Caracteristicile materialelor de care se ține seama, după caz, cuprind:

- limita de curgere 0,2%, sau 1% din limita de întindere corespunzătoare temperaturii de calcul;
- rezistența la rupere;
- rezistența la fluaj, respectiv limita de curgere la fluaj;
- date referitoare la oboseală;
- modulul de elasticitate;
- capacitatea adecvată de deformare plastică;
- reziliența.

• trebuie să fie aplicați coeficienți de îmbinare adecvați cu caracteristicile materialelor care depind, de exemplu, de tipul controlului nedistructiv, de proprietățile materialelor îmbinate şi de condițiile de funcționare avute în vedere;

• proiectarea trebuie să ia în considerare toate tipurile posibile de uzură, previzibile în mod rezonabil, cum sunt coroziunea, fluajul şi oboseala, în funcție de destinația echipamentului. În instrucțiunile de funcționare a recipientului sub presiune prevăzute la pct. 2.1.3.4 trebuie să fie acordată o atenție deosebită caracteristicilor speciale de proiectare, care sunt reprezentative pentru durata de viață a echipamentului, ca de exemplu:

- pentru fluaj: numărul de ore de funcționare la temperaturile specificate, stabilit prin proiect;
- pentru oboseală: numărul de cicluri la nivelurile de eforturi specificate, stabilit prin proiect;
- pentru coroziune: adaosul de coroziune stabilit prin proiect.

c) Stabilitate

Atunci când grosimea calculată nu permite o stabilitate structurală adecvată, trebuie să fie luate măsurile necesare pentru remedierea situației, având în vedere pericolele din timpul transportului

şi manipulării.

2.1.2.2.4 Metoda de proiectare prin experimentare

Proiectul unui recipient sub presiune poate fi validat, total sau parțial, utilizând un program de încercări care se efectuează pe un model experimental al recipientului sub presiune sau al categoriei de echipamente.
Programul de încercări trebuie să fie definit în mod clar înaintea efectuării încercărilor şi aprobat de un organism notificat responabil pentru modulul de evaluare a proiectării, dacă există un asfel de organism.
Programul de încercări trebuie să cuprindă condițiile de încercare, precum şi criteriile de acceptare şi de respingere. Valorile reale ale dimensiunilor esențiale şi caracteristicile materialelor utilizate pentru recipientul sub presiune se măsoară înaintea efectuării încercărilor.
În timpul încercărilor trebuie să poată fi observate toate zonele critice ale echipamentului sub presiune cu ajutorul unor instrumente adecvate, care să permită măsurarea, cu precizia necesară, a deformărilor şi tensiunilor.
Programul de încercări trebuie să cuprindă următoarele:

(a) o încercare de rezistență la presiune, prin care se verifică faptul că la o presiune cu o limită de siguranță stabilită funcție de presiunea maximă admisibilă, echipamentul nu prezintă scurgeri sau deformații semnificative care depăşesc o valoare limită stabilită.
Presiunea de încercare trebuie să fie stabilită ținând seama de diferența între valorile mărimilor geometrice şi ale caracteristicilor de material măsurate în condiții de încercare şi valorile utilizate la proiectare. De asemenea, trebuie să se țină seama de diferențele între temperaturile de încercare şi temperaturile de proiectare.
(b) acolo unde există pericol de fluaj sau de oboseală, încercări adecvate stabilite funcție de condițiile de funcționare a echipamentului, ca de exemplu, durata de menținere la temperaturile specificate, numărul de cicluri la nivelurile de eforturi specificate;
(c) atunci când este necesar, încercări suplimentare privind alți factori conform prevederilor de la pct. 2.1.3.2.1, cum ar fi coroziunea sau deteriorări din exterior.

2.1.2.3 Măsuri privind asigurarea manipulării şi funcționării în condiții de securitate

Modul de funcționare indicat pentru recipientele sub presiune trebuie să excludă orice risc, previzibil în mod rezonabil, în funcționarea acestora. Acolo unde este cazul, trebuie să fie acordată o atenție deosebită următoarelor:

- dispozitivelor de închidere şi deschidere;
- descărcărilor periculoase ale ventilelor de suprapresiune;
- dispozitivelor de prevenire a accesului fizic atunci când există suprapresiune sau vid;
- temperaturii suprafeței având în vedere destinația echipamentului;
- descompunerii fluidelor instabile.

În mod special, recipientele sub presiune prevăzute cu uşă de acces trebuie să fie echipate cu un dispozitiv cu acționare automată sau manuală, prin care se garantează utilizatorului că deschiderea se face fără pericol. Suplimentar, atunci când deschiderea se poate face rapid, recipientul sub presiune trebuie să fie prevăzut cu un dispozitiv care să prevină deschiderea în orice situație în care presiunea şi temperatura fluidului constituie un pericol.

2.1.2.4 Mijloace de examinare

(a) Recipientele sub presiune trebuie să fie proiectate şi fabricate astfel încât să poată fi efectuate toate examinările necesare pentru a se garanta securitatea;
(b) Atunci când este necesar să se asigure securitatea permanentă a recipientelor sub presiune, trebuie să fie disponibile mijloace pentru examinarea interioară a acestora, cum sunt gurile de vizitare care să permită accesul fizic în interiorul recipientelor sub presiune, astfel încât să se poată efectua examinări corespunzătoare în condiţii sigure şi ergonomice;
(c) Se pot utiliza şi alte mijloace pentru garantarea securităţii recipientului sub presiune în cazurile în care:

- gura de vizitare este prea mică pentru a permite accesul fizic în interior, sau
- deschiderea recipientului sub presiune are o influenţă negativă asupra interiorului, sau
- substanţa conţinută în interior nu s-a dovedit a fi dăunătoare pentru materialul din care este fabricat recipientul sub presiune şi nici nu sunt previzibile în mod rezonabil alte procese interne de degradare.

2.1.2.5 Mijloace de golire şi aerisire

Atunci când este necesar, trebuie să fie prevăzute mijloace corespunzătoare pentru golirea şi aerisirea recipientelor sub presiune:

- pentru prevenirea efectelor dăunătoare, cum ar fi lovitura de berbec, imploziile datorate vidului, coroziunea şi reacţiile chimice necontrolate, trebuie să fie luate în considerare toate fazele de funcţionare şi încercare, în special la proba de presiune;
- pentru a permite curăţarea, inspecţia şi întreţinerea fără pericol.

2.1.2.6 Coroziunea sau altă formă de degradare chimică

Atunci când este necesar, trebuie să fie prevăzute adaosuri de protecţie împotriva coroziunii sau a altor forme de degradare chimică, luând în considerare destinaţia şi condiţiile de utilizare previzibile în mod rezonabil.

2.1.2.7 Uzură

Acolo unde pot să apară condiţii severe de eroziune sau abraziune trebuie să fie luate măsuri adecvate pentru :

- a diminua aceste efecte printr-o proiectare adecvată, de exemplu prin grosime suplimentară a peretelui sau prin utilizarea de căptuşeli sau materiale de protecţie;
- a permite înlocuirea celor mai afectate părţi;
- a atrage atenţia în instrucţiunile de funcţionare prevăzute la pct. 2.3.4 asupra acelor măsuri care sunt necesare unei funcţionări continue şi sigure.

2.1.2.8 Ansambluri

Ansamblurile trebuie să fie astfel proiectate încât:

- componentele care se asamblează împreună să fie adecvate şi sigure pentru rolul funcţional;
- toate componentele să fie corect integrate şi asamblate într-un mod adecvat.

2.1.2.9 Prevederi pentru umplere şi golire

Recipientele sub presiune trebuie să fie proiectate şi prevăzute cu accesorii sau trebuie să existe instrucțiuni pentru montarea acestora, astfel încât să se asigure umplerea şi golirea în condiții de securitate. În acest sens, trebuie să se țină seamă de următoarele pericole:

a) la umplere:
   - supraumplerea sau suprapresiunea, având în vedere în special raportul de umplere şi presiunea vaporilor la temperatura de referință;
   - instabilitatea recipientului sub presiune;
b) la golire: eliberarea necontrolată a fluidului sub presiune;
c) la umplere sau golire: cuplarea şi decuplarea nesigure.

2.1.2.10 Protecția împotriva depăşirii limitelor admisibile ale echipamentului sub presiune

În cazurile în care, în condiții previzibile în mod rezonabil, limitele admisibile ar putea fi depăşite, recipientele sub presiune trebuie să fie dotate cu dispozitive de securitate adecvate sau trebuie să existe instrucțiuni pentru montarea acestora cu accesorii de protecție adecvate, dacă recipientul nu este protejat de alte dispozitive de protecție din cadrul unui ansamblu.
În funcție de caracteristicile specifice ale recipientului sub presiune sau ansamblului se alege dispozitivul adecvat sau se aleg combinații de astfel de dispozitive adecvate.
Dispozitivele de protecție, respectiv combinații ale acestora, cuprind:

a) accesorii de securitate conform art. 2 alin. (1) lit. d) din Hotărârea Guvernului nr. 752/2002;
b) după caz, dispozitive de monitorizare adecvate, cum ar fi indicatoare şi/sau alarme, care permit să fie luate măsuri, fie automat, fie manual, pentru a menține recipientele sub presiune în limitele admisibile.

2.1.2.11 Accesorii de securitate

2.1.2.11.1 Accesoriile de securitate trebuie:
- să fie proiectate şi construite astfel încât să fie adecvate şi sigure pentru rolul funcțional şi, după caz, să fie respectate cerințele de întreținere şi încercare a dispozitivelor;
- să nu îndeplinească alte funcții, cu excepția cazului în care acestea nu pot afecta funcția de securitate;
- să corespundă unor principii de proiectare adecvate pentru a se obține o protecție adecvată şi sigură. Aceste principii cuprind în special modurile de oprire în condiții de siguranță la avarie, redundanță, diversitate şi auto-diagnosticare.

2.1.2.11.2 Dispozitive pentru limitarea presiunii

Dispozitivele pentru limitarea presiunii trebuie să fie proiectate astfel încît presiunea să nu poată depăşi în permanență presiunea maximă admisibilă PS. Totuşi este permisă o depăşire de moment a presiunii, în conformitate cu prevederile de la pct. 2.1.7.3, acolo unde este cazul.

2.1.2.11.3 Dispozitive de supraveghere a temperaturii

Dispozitivele de supraveghere a temperaturii trebuie să aibă un timp de reacție adecvat în condiții sigure, corespunzător funcției de măsurare.

2.1.2.12 Incendiu extern

Recipientele sub presiune trebuie să fie proiectate şi, după caz, echipate cu accesorii adecvate sau trebuie să existe instrucțiuni pentru montarea acestora astfel încât în eventualitatea unui incendiu extern să poată fi limitate pagubele, având în vedere, în special, scopul funcțional al acestora.

2.1.3 Fabricația

2.1.3.1 Tehnologii de fabricație

Producătorul trebuie să asigure realizarea în mod competent a prevederilor din faza de proiectare, aplicând tehnici adecvate şi tehnologii corespunzătoare mai ales în ceea ce priveşte următoarele aspecte:

2.1.3.1.1 Pregătirea părților componente

La pregătirea părților componente, cum sunt prelucrarea marginilor pentru sudare şi formarea, nu este permisă apariția defectelor, apariția fisurilor sau modificarea caracteristicilor mecanice, care ar putea afecta securitatea recipientelor sub presiune.

2.1.3.1.2 Îmbinări nedemontabile

Îmbinările nedemontabile şi zonele adiacente acestora nu trebuie să prezinte defecte de suprafață sau interne, care ar afecta securitatea echipamentelor sub presiune.
Proprietățile îmbinărilor nedemontabile trebuie să respecte proprietățile minime specificate pentru materialele care se îmbină, cu excepția cazului în care alte valori ale proprietăților reprezentative au fost în mod special luate în considerare la calculul de proiectare.
La recipientele sub presiune, îmbinările nedemontabile ale componentelor care contribuie la rezistența la presiune a recipientului şi ale componentelor care sunt direct fixate pe acestea, trebuie să fie efectuate de către personal calificat corespunzător în conformitate cu procedee de lucru adecvate.
Pentru recipienteletele sub presiune din categoriile II, III şi IV, procedeele de lucru şi personalul trebuie să fie aprobate, respectiv autorizat, de către un organism de terță parte competent, care la alegerea producătorului poate fi:

- un organism notificat,
- o organizație de terță parte recunoscută în conformitate cu prevederile art. 18 din Hotărârea Guvernului nr. 752/2002.

Pentru a acorda aceste aprobări, organizația de terță parte trebuie să efectueze examinările şi încercările corespunzătoare din standardele prevăzute la art. 5 alin. (2) din Hotărârea Guvernului nr. 752/2002, sau altele încercări cu efect echivalent, sau dispune efectuarea acestora.

2.1.3.1.3 Incercări nedistructive

La recipientele sub presiune, încercările nedistructive pe îmbinări nedemontabile se efectuează de către personal calificat corespunzător. Pentru recipientele sub presiune din categoriile III şi IV, calificarea personalului trebuie să fie autorizată de către o organizație de terță parte recunoscută în conformitate cu prevederile art. 18 din Hotărârea Guvernului nr. 752/2002.

2.1.3.1.4 Tratament termic

În cazul în care există riscul ca procesul de fabricație să modifice caracteristicile materialelor în asemenea măsură încât securitatea recipientului sub presiune ar putea fi afectată, trebuie să fie efectuat un tratament termic corespunzător într-o fază de fabricație adecvată.

2.1.3.1.5 Trasabilitatea

Trebuie să fie adoptate şi menținute proceduri corespunzătoare pentru identificarea materialelor din care au fost executate părți componente ale echipamentului sub presiune care contribuie la rezistența la presiune, prin mijloace adecvate începînd cu faza de recepție, pe durata fabricației şi pînă la încercarea finală a recipientului sub presiune fabricat.

2.1.3.2 Evaluarea finală

Evaluarea finală a recipientelor sub presiune se va face respectând următoarele etape:

2.1.3.2.1 Inspecția finală

Recipientele sub presiune trebuie să fie supuse unei inspecții finale, în cadrul căreia se evaluează conformitatea cu cerințele prezentei prescripții tehnice, prin control vizual şi examinarea documentelor. În cadrul acestei inspecții se pot lua în considerare încercările efectuate în timpul fabricației. În măsura în care este necesar pentru securitatea recipientelor sub presiune, inspecția finală trebuie să fie efectuată atât în interior cât şi la exterior pe fiecare parte de recipient, după caz, în timpul fazei de fabricație, de exemplu când nu mai este posibilă examinarea în timpul inspecției finale.

2.1.3.2.2 Verificarea la presiune

Evaluarea finală a recipientelor sub presiune trebuie să cuprindă o încercare a incintei sub presiune, care în mod normal îmbracă forma unei încercări la presiune hidrostatică cu o presiune de încercare care este cel puțin egală, după caz, cu valoarea prevăzută la pct. 2.1.7.4.
Pentru recipientele sub presiune din categoria I, produse în serie, această încercare poate fi efectuată pe bază statistică.
Dacă verificarea la presiune hidrostatică este dăunătoare sau nu poate fi efectuată, se pot efectua alte încercări, care s-au dovedit a fi eficiente. Pentru alte încercări decât încercarea la presiune hidrostatică, trebuie să fie luate alte măsuri suplimentare înainte de efectuarea acelor încercări, cum sunt încercări nedistructive sau alte metode cu efect echivalent.

2.1.3.2.3 Inspecția dispozitivelor de securitate

Pentru ansambluri, evaluarea finală trebuie să includă şi controlul dispozitivelor de securitate, pentru a se verifica conformitatea totală cu cerințele prevăzute la pct. 2.1.2.10.

2.1.3.3 Marcare şi etichetare

Suplimentar față de marcajul CS prevăzut la art. 20 din Hotărârea Guvernului nr. 752/2002, mai trebuie să fie furnizate şi următoarele informații:

a) Pentru toate recipientele sub presiune:
   - denumirea şi adresa sau alte date pentru identificarea producătorului şi, unde este cazul, a reprezentantului autorizat al acestuia, persoană juridică cu sediul în România;

- anul de fabricație;
- date care să permită identificarea recipientului sub presiune în funcție de felul acestuia, cum ar fi tipul, identificarea seriei sau a lotului, seria numărului de fabricație;
- cele mai importante limite maxime/minime admisibile;

b) În funcție de tipul recipientului sub presiune trebuie să fie prezentate şi alte informații care sunt necesare pentru asigurarea securității la instalare, în funcționare sau utilizare şi, după caz, pentru întreținere şi cu ocazia inspecțiilor periodice. Aceste informații cuprind:
- volumul echipamentului sub presiune V (în litri);
- diametrul nominal DN pentru conducte (în mm) ;
- presiunea de încercare PT (în bar) şi data verificării;
- presiunea de reglare a dispozitivelor de securitate (în bar);
- puterea echipamentului (în kW);
- tensiunea rețelei (în V);
- scopul utilizării;
- raportul de umplere (în kg/litru);
- masa de umplere maximă (în kg);
- masa proprie (în kg);
- grupa produsului;

c) În măsura în care este necesar, pe recipientele sub presiune se aplică semne de avertizare prin care se atrage atenția asupra cazurilor de utilizări necorespunzătoare dovedite din experiență că pot să apară.

Pe recipientul sub presiune sau pe placa de timbru, care se fixează în mod nedetaşabil, se aplică marcajul CS şi se inscripționează celelalte informații solicitate, cu următoarele excepții:

- pentru evitarea marcării repetate a părților individuale, după caz, se poate utiliza o documentație corespunzătoare. Aceasta este valabil pentru marcajul CS şi pentru alte marcaje şi etichetări prevăzute în prezenta prescripție tehnică;

- în cazul în care recipientul sub presiune este prea mic, de exemplu accesorii, informațiile prevăzute la lit. b) pot fi inscripționate pe o etichetă fixată pe recipientul sub presiune;

- etichetarea sau alte mijloace adecvate se pot utiliza pentru inscripționarea masei de umplere şi pentru însemnele de avertizare prevăzute la lit. c), cu condiția ca acestea să rămână lizibile pe o perioadă de timp adecvată.

2.1.3.4 Instrucțiuni de funcționare

La introducerea pe piață a recipientelor sub presiune, acestea trebuie să fie însoțite, în măsura în care se consideră necesar, de instrucțiuni de funcționare pentru utilizator, care să conțină toate informațiile necesare privind securitatea referitoare la următoarele aspecte:

- montarea, inclusiv asamblarea mai multor echipamente sub presiune diferite;
- punerea în funcțiune;
- utilizarea;
- întreținerea, inclusiv verificările care se efectuează de către utilizator.

Instrucțiunile de funcționare trebuie să conțină şi informațiile inscripționate pe recipientul sub presiune, conform pct. 2.1.3.3, cu excepția seriei de identificare şi trebuie să fie însoțite, după caz, de documente tehnice, desene şi diagrame necesare pentru înțelegerea completă a acestor instrucțiuni.

După caz, în instrucțiunile de funcționare trebuie să se facă referire la posibilele pericole care pot apare în cazul unei utilizări necorespunzătoare, conform prevederilor de la pct. 2.1.1.3, şi la caracteristicile particulare de proiectare , conform prevederilor de la pct. 2.1.2.2.3.

2.1.4 Materiale

Materialele utilizate pentru fabricarea recipientelor sub presiune trebuie să fie corespunzătoare pentru o astfel de utilizare pe întreaga durată de viață planificată, cu excepția cazurilor când este prevăzută înlocuirea lor.
Materialele de adaos pentru sudare şi alte materiale de îmbinare consumabile trebuie să satisfacă numai cerințele relevante prevăzute la pct. 2.1.4.1, 2.1.4.2.1 şi 2.1.4.3 primul paragraf, în mod adecvat, atât individual cât şi ca structură îmbinată.

2.1.4.1 Materialele pentru părțile solicitate la presiune trebuie:

a) să aibă caracteristici adecvate pentru toate condițiile de funcționare previzibile în mod rezonabil şi condițiile de încercare şi, în mod special, trebuie să fie suficient de ductile şi tenace. Caracteristicile materialelor trebuie să fie în conformitate cu cerințele prevăzute la pct. 2.1.7.5, atunci când este cazul. Suplimentar, materialele trebuie să fie alese cu atenție deosebită pentru a se preveni ruperi fragile, dacă este necesar, iar dacă din anumite motive se impune utilizarea unui material fragil, trebuie să fie luate măsuri adecvate;

b) să fie suficient de rezistente din punct de vedere chimic la acțiunea fluidului conținut în recipientul sub presiune, astfel încât proprietățile chimice şi fizice ale materialelor necesare pentru o funcționare sigură a recipientului sub presiune să nu se modifice esențial pe durata de viață prevăzută;

c) să nu fie afectate de îmbătrânire în mod semnificativ;

d) să fie adecvat alese pentru procedeele de prelucrare prevăzute;

e) să fie alese astfel încât să se evite apariția efectelor nedorite atunci când sunt îmbinate materiale diferite.

2.1.4.2 a**)** Producătorul recipientelor sub presiune trebuie să definească în mod clar valorile necesare utilizate la calculele de proiectare, conform prevederilor de la pct. 2.1.2.2.3, şi caracteristicile esențiale ale materialelor, precum şi modul de tratare a acestora, conform prevederilor de la pct. 2.1.4.1.

b) In dosarul tehnic de fabricație producătorul trebuie să furnizeze date cu privire la conformitatea cu specificațiile de materiale din Hotărârea Guvernului nr. 752/2002, în unul din următoarele moduri:

- prin utilizarea materialelor care sunt conform standardelor prevăzute la art. 5 alin. (2) din Hotărârea Guvernului nr. 752/2002;
- prin utilizarea materialelor pentru care există o aprobare europeană pentru recipiente sub presiune, conform prevederilor din art. 16 din Hotărârea Guvernului nr. 752/2002;
- prin utilizarea materialelor care au aprobare specială.

c) Pentru recipientele sub presiune din categoriiile III şi IV, aprobările speciale de materiale prevăzute la pct. 2.1.4.2.2 al treilea alineat se acordă de către organismul notificat responsabil cu efectarea procedurilor pentru evaluarea conformității recipientelor sub presiune.

2.1.4.3 Producătorul recipientelor sub presiune trebuie să ia măsurile adecvate pentru a asigura că materialul utilizat corespunde cu specificațiile impuse acestora. În special, trebuie să obțină pentru toate materialele documente întocmite de producătorul de materiale din care rezultă conformitatea cu o specificație impusă.
Pentru părțile cele mai importante solicitate la presiune ale recipientelor sub presiune din categoriile II, III şi IV, documentele întocmite de producătorul de materiale trebuie să fie sub forma unui certificat de control special al produsului.

În cazul în care producătorul de materiale aplică un sistem al calității corespunzător, certificat de un organism notificat care a efectuat şi o evaluare specială pentru materiale, se presupune că certificatele emise de producător atestă conformitatea cu cerințele prevăzute la acest punct.

2.1.5 Cerințe pentru recipiente sub presiune speciale

Suplimentar față de cerințele de la pct. 2.1.1…2.1.4, recipientele sub presiune prevăzute la pct. 2.1.6 trebuie să respecte şi cerințele prevăzute pentru fiecare dintre acestea.

2.1.6 Recipiente sub presiune cu arzător sau încălzite în alt mod care prezintă riscul de supraîncălzire conform prevederilor de la art. 5 din Hotărârea Guvernului nr. 752/2002

Aceste echipamente sub presiune includ:

- Echipamentele de încălzire de proces pentru alte medii decât abur şi apă caldă, conform celor prevăzute la art. 8 alin. (2) din Hotărârea Guvernului nr. 752/2002, ca de exemplu încălzitoare pentru procese chimice şi alte procese similare, precum şi recipiente sub presiune pentru industria alimentară.

Aceste recipiente sub presiune trebuie să fie calculate, proiectate şi construite, astfel încât să reducă la minim riscul unei avarii a incintei sub presiune ca urmare a supraîncălzirii. În mod special, trebuie să se asigure, acolo unde este cazul, că sunt respectate următoarele:

a) sunt prevăzute mijloace adecvate de protecție pentru a limita parametrii de funcționare, cum sunt aportul de căldură, transferul de căldură şi după caz, nivelul fluidului, astfel încât să se evite orice risc de supraîncălzire locală sau generală;

b) sunt prevăzute, dacă este necesar, puncte de prelevare a probelor pentru a permite verificarea proprietăților fluidului, astfel încât să se evite riscurile datorate depunerilor şi/sau coroziunii;

c) există prevederi adecvate pentru eliminarea riscului avariilor datorate depunerilor;

d) există posibilități de degajare în siguranță a căldurii suplimentare după oprire;

e) sunt luate măsuri pentru prevenirea acumulărilor periculoase de amestecuri inflamabile de substanțe combustibile şi aer, precum şi pentru evitarea întoarcerii flăcării.

2.1.7 Cerințe cantitative speciale pentru anumite recipiente sub presiune

De regulă, se aplică prevederile enunțate mai jos. În cazul în care însă acestea nu se aplică, inclusiv cazurile în care materialele nu sunt special menționate şi standardele prevăzute la art. 5 alin. (2) din Hotărârea Guvernului nr. 752/2002 nu se aplică, atunci producătorul trebuie să facă dovada că a luat măsuri corespunzătoare care asigură un nivel de securitate general echivalent.
Prevederile acestui punct completează cerințele esențiale prevăzute la pct. 2.1.1…2.1.5 pentru recipientele sub presiune cărora li se aplică.

2.1.7.1 Eforturi admisibile

2.1.7.1.1 Simboluri

$R_{e/t}$ limita de elasticitate, reprezintă, după caz, valoarea la temperatura de calcul pentru:

- limita de curgere superioară pentru un material care are o limită de curgere inferioară şi superioară;
- 1,0% limita de întindere pentru oțeluri austenitice şi aluminiu nealiat;
- 0,2% limita de întindere pentru celelalte cazuri.

$R_{m/20}$ reprezintă valoarea minimă a rezistenței de rupere la 20°C.

$R_{m/t}$ reprezintă rezistența de rupere la temperatura de calcul.

2.1.7.1.2 Efortul general admisibil în membrană, în cazul unor solicitări preponderent statice şi la temperaturi în afara intervalului în care fenomenele de fluaj sunt semnificative, nu trebuie să depăşească, în funcție de materialul utilizat, cea mai mică dintre următoarele valori:

a) Pentru oțel feritic, inclusiv oțel normalizat cu excepția oțelului cu granulație fină şi a oțelului cu un tratament termic special: $^2/_3\ R_{e/t}$ şi $^5/_{12}\ R_{m/20}$;
b) Pentru oțel austenitic:
   - dacă alungirea după rupere depăşeşte 30%, $^2/_3\ R_{e/t}$;
   - sau, ca alternativă, dacă alungirea acestuia după rupere depăşeşte 35%, $^5/_6\ R_{e/t}$ şi $^1/_3\ R_{m/t}$;
c) Pentru oțel turnat nealiat sau slab aliat, $^{10}/_{19}\ R_{e/t}$ şi $^1/_3\ R_{m/20}$;
d) Pentru aluminiu, $^2/_3\ R_{e/t}$;
e) Pentru aliaje de aluminiu cu excepția aliajelor durificate prin precipitare, $^2/_3\ R_{e/t}$ şi $^5/_{12}\ R_{m/20}$.

2.1.7.2 Coeficienți de îmbinare

Pentru îmbinări sudate coeficienții de îmbinare nu pot depăşi următoarele valori:

- Pentru recipientele sub presiune care sunt supuse la încercări distructive şi nedistructive care confirmă că întreaga serie de îmbinări nu prezintă defecte importante: 1;
- Pentru recipientele sub presiune care sunt supuse la încercări nedistructive la intervale neregulate: 0,85;
- Pentru recipientele sub presiune care sunt supuse numai examinării vizuale, fără a se efectua alte încercări nedistructive: 0,7.

Dacă este necesar, trebuie avute în vedere totodată şi tipul eforturilor, precum şi proprietățile mecanice şi tehnologice ale îmbinărilor.

2.1.7.3 Dispozitive de limitare a presiunii

Depăşirea de moment a presiunii, conform prevederilor de la pct. 2.2.11.2, trebuie să fie limitată la 10% din presiunea maximă admisibilă.

2.1.7.4 Încercarea la presiune hidrostatică

Pentru recipiente sub presiune, presiunea hidrostatică la care se face încercarea conform prevederilor de la pct. 2.1.3.2.2 nu trebuie să fie mai mică decât cea mai mare dintre următoarele două valori posibile:

- valoarea corespunzătoare solicitării maxime la care este supus recipientul sub presiune în funcționare, luând în considerare presiunea maximă admisibilă şi temperatura maximă admisibilă, multiplicată cu coeficientul 1,25,

sau

- valoarea presiunii maxime admisibile multiplicată cu coeficientul 1,43.

2.1.7.5 Caracteristicile materialelor

Cu excepția cazurilor în care sunt impuse alte valori, conform altor criterii ce trebuie luate în considerare, un oțel este considerat suficient de ductil pentru a satisface cerințele prevăzute la

pct. 2.1.4.1 lit. a) dacă în cadrul încercării de alungire la rupere, efectuată conform unei proceduri standard, alungirea acestuia după rupere nu este mai mică de 14% şi valoarea energiei de rupere măsurată pe o epruvetă tip „ISO V" nu este mai mică de 27 J, la o temperatură de maxim 20°C, dar nu mai mare decât cea mai mică temperatură de funcționare planificată.

NOTĂ: În cazul în care proiectantul recipientelor sub presiune utilizează ghidul de proiectare prezentat în capitolele 4 şi 5 din cadrul prezentei prescripții tehnice, se vor utiliza simbolizările şi prevederile prezentate în cadrul acestora, în locul celor de la pct. 2.1.7.

2.2 Cerințe esențiale de securitate pentru recipiente simple sub presiune conform Hotărârii Guvernului nr. 454/2003

2.2.1 Materiale

Materialele trebuie să fie selectate în conformitate cu destinația recipientelor sub presiune şi în conformitate cu cerințele menționate la pct. 2.2.1.1…2.2.1.4.

2.2.1.1 Părți sub presiune

Materialele la care se referă pct. 2.2.1, utilizate în fabricație pentru părțile sub presiune, trebuie:

- să poată fi sudate;
- să fie ductile şi rezistente astfel încât o rupere la o temperatură minimă de lucru să nu permită fragmentarea sau o rupere de tip fragil;
- să nu fie afectate intens de procesul de îmbătrânire.

În plus, pentru recipientele sub presiune din oțel materialele trebuie să respecte cerințele formulate la pct. 2.2.1.1.1, iar pentru recipientele sub presiune din aluminiu sau din aliaj de aluminiu, cerințele menționate la pct. 2.2.1.1.2.
Materialele trebuie să fie însoțite de un certificat de inspecție elaborat de producătorul materialelor, astfel cum este prevăzut la pct. 2.2.8.1.

2.2.1.1.1 Recipiente sub presiune din oțel

Oțelurile nealiate de calitate trebuie să satisfacă următoarele cerințe:

a) să fie calmate şi să fie livrate după un tratament de normalizare sau într-o stare echivalentă;
b) conținutul de carbon pe produs să fie mai mic de 0,25%, iar conținutul de sulf şi cel de fosfor să fie fiecare mai mic de 0,05%;
c) fiecare produs să aibă următoarele calități mecanice:
(i) rezistența maximă la tracțiune $R_{m,\ max}$ trebuie să fie mai mică de 580 N/mm^2;
(ii) alungirea la rupere trebuie să fie:
- dacă epruvetele sunt prelevate paralel cu direcția de laminare:
- grosimea $\geq$ 3 mm; A $\geq$ 22%;
- grosimea $<$ 3 mm; $A_{80mm} \geq$ 17%;
- dacă epruvetele sunt prelevate perpendicular pe direcția de laminare:
- grosimea $\geq$ 3 mm; A $\geq$ 20%;
- grosimea $<$ 3 mm; $A_{80mm} \geq$ 15%;
(iii) reziliența KCV, pentru 3 epruvete testate longitudinal, la temperatura minimă de lucru nu trebuie să fie mai mică de 35 J/cm^2. Cel mult una dintre cele 3 valori măsurate la testare poate fi mai mică de 35 J/cm^2, cu un minim de 25 J/cm^2.

Această proprietate trebuie verificată în cazul oțelurilor utilizate la fabricarea recipientelor sub presiune a căror temperatură de lucru este mai mică de -10^{0}C şi care au grosimea pereților mai mare de 5 mm.

2.2.1.1.2 Recipiente sub presiune din aluminiu

Recipientele sub presiune din aluminiu nealiat trebuie să aibă conținutul de aluminiu de cel puțin 99,5% şi acele aliaje descrise în art. 3 alin. (2) din hotărâre trebuie să aibă o rezistență adecvată la coroziunea intercristalină, la temperatura maximă de lucru.
În plus aceste materiale trebuie să satisfacă următoarele cerințe:

a) să fie livrate în stare recoaptă;
b) să aibă următoarele caracteristici mecanice pe produs:
- rezistența maximă la tracțiune, $R_{m,\ max}$ să nu fie mai mare de 350 N/mm^2;
- alungirea la rupere să fie:
- $A \geq 16\%$ dacă epruveta este prelevată paralel cu direcția de laminare;
- $A \geq 14\%$ dacă epruveta este prelevată perpendicular pe direcția de laminare.

2.2.1.2 Materiale de sudură

Materialele de sudură utilizate în execuția recipientelor sub presiune sau la sudarea unor accesorii pe recipiente trebuie să fie adecvate şi compatibile cu materialele care se sudează.

2.2.1.3 Accesorii care contribuie la rezistența recipientului sub presiune

Aceste accesorii (de exemplu: şuruburi şi piulițe) trebuie să fie executate dintr-un material specificat la pct. 2.2.1.1. sau din alte tipuri de oțel ori din aluminiu sau aliaj adecvat de aluminiu, compatibile cu materialele utilizate în fabricarea părților sub presiune.
Aceste materiale trebuie să aibă la temperatura minimă de lucru alungire la rupere şi rezilienţă adecvate.

2.2.1.4 Părțile care nu sunt sub presiune

Toate părțile nepresurizate ale recipientelor sub presiune sudate trebuie să fie din materiale care sunt compatibile cu materialele componentelor pe care sunt sudate.

2.2.2 Proiectarea recipientului sub presiune

La proiectarea recipientului sub presiune producătorul trebuie să definească destinația utilizării acestuia şi să selecteze:

a) temperatura minimă de lucru;
b) temperatura maximă de lucru;
c) presiunea maximă de lucru.

În orice caz, chiar dacă temperatura minimă de lucru este mai mare de -10^0C, calitățile cerute materialelor trebuie să fie satisfăcute pentru temperatura de -10^0C.
De asemenea, producătorul trebuie să țină seama de următoarele prevederi:

a) să poată fi inspectat interiorul recipientului sub presiune;
b) să poată fi drenat recipientul;
c) calitățile mecanice să fie menținute de-a lungul perioadei de utilizare a recipientului sub presiune în scopul pentru care a fost destinat;
d) luându-se în considerare destinația lor, recipientele sub presiune vor fi protejate corespunzător împotriva coroziunii;
e) recipientele sub presiune nu trebuie să fie supuse la solicitări care să le afecteze siguranța în funcționare;
f) presiunea interioară nu va depăşi în mod permanent presiunea maximă de lucru PS; se pot admite creşteri momentane de presiune cu până la 10% .

Cordoanele de sudură circulare şi longitudinale trebuie făcute utilizându-se suduri cu pătrundere totală sau suduri cu efect echivalent.
Fundurile convexe, altele decât cele semisferice, trebuie să fie prevăzute cu o margine cilindrică.

2.2.2.1 Grosimea peretelui

Dacă PS x V < 3.000 bari x litru, producătorul trebuie să aleagă una dintre metodele descrise la pct. 2.2.2.1.1 şi 2.2.2.1.2 pentru determinarea grosimii peretelui recipientului sub presiune.
Dacă PS x V > 3.000 bari x litru sau dacă temperatura maximă de lucru este mai mare de 100°C, grosimea peretelui trebuie determinată prin metoda de lucru descrisă la pct. 2.2.2.1.1.
Grosimea reală a peretelui secţiunii cilindrice şi a capacelor nu poate fi mai mică de 2 mm la recipientele sub presiune din oţel şi mai mică de 3 mm la recipientele sub presiune din aluminiu sau aliaj de aluminiu.

2.2.2.1.1 Metoda de calcul

Grosimea minimă a părţilor sub presiune trebuie calculată avându-se în vedere intensitatea solicitărilor şi următoarele prevederi:

a) presiunea de calcul adoptată nu trebuie să fie mai mică decât presiunea maximă de lucru aleasă;

b) efortul unitar de membrană admisibil nu trebuie să fie mai mare decât cea mai mică dintre valorile 0,6 R_{ET} şi 0,3 R_m.

Producătorul trebuie să folosească valorile minime ale R_{ET} şi R_m garantate de producătorul materialului pentru a determina solicitarea admisibilă.
În orice caz, dacă porţiunea cilindrică a recipientului sub presiune are una sau mai multe suduri longitudinale executate printr-un procedeu de sudură neautomat, grosimea calculată prin metoda descrisă mai sus trebuie multiplicată cu un coeficient de 1,15.

2.2.2.1.2 Metoda experimentală

Grosimea peretelui trebuie determinată astfel încât recipientele să reziste la temperatura ambiantă la o presiune egală cu de cel puţin 5 ori presiunea maximă de lucru, cu un factor permanent de deformare pe circumferinţa nu mai mare de 1% .

2.2.3 Procesul de fabricaţie

Recipientele sub presiune vor fi construite şi verificate în procesul de fabricaţie, în conformitate cu dosarul tehnic de fabricaţie descris la pct. 2.2.7.

2.2.3.1 Pregătirea părţilor componente

Pregătirea părţilor componente (de exemplu: formare şi şanfrenare) nu trebuie să conducă la defecte de suprafaţă, fisuri sau modificări ale caracteristicilor mecanice, care să afecteze siguranţa recipientelor sub presiune.

2.2.3.2 Suduri pe părţile sub presiune

Caracteristicile sudurilor şi zonelor adiacente trebuie să fie similare cu cele ale materialelor sudate şi să nu prezinte nici un defect intern sau de suprafaţă care poate periclita siguranţa recipientelor.

Sudurile trebuie executate de sudori sau operatori având un nivel de competență corespunzător, conform procedurilor de sudare aprobate. Aceste aprobări ale procedurilor şi testarea gradului de calificare a personalului trebuie efectuate de un organism notificat.
În timpul fabricației producătorul trebuie, de asemenea, să asigure o calitate constantă a sudurii prin teste specifice, folosind proceduri adecvate. Rezultatele acestor teste trebuie să fie consemnate într-un raport.

2.2.4 Punerea în funcțiune a recipientelor sub presiune

Recipientele sub presiune trebuie să fie însoțite de instrucțiuni elaborate de producător, astfel cum este prevăzut la pct. 2.2.6.

2.2.5 Inscripționări

Recipientul sub presiune sau placa de marcaj trebuie să cuprindă cel puțin următoarele informații:

a) presiunea maximă de lucru (PS, în bar);
b) temperatura maximă de lucru (Tmax, în grade C);
c) temperatura minimă de lucru (Tmin, în grade C);
d) capacitatea recipientului (V, în l);
e) numele sau sigla producătorului;
f) tipul şi seria sau lotul de identificare a recipientului;
g) ultimele două cifre ale anului în care a fost aplicat marcajul de conformitate.

Atunci când se foloseşte placa de marcaj, aceasta trebuie proiectată în aşa fel încât să nu poată fi refolosită şi trebuie să cuprindă un spațiu liber în care să se poată plasa o altă informație.

2.2.6 Instrucțiuni

Instrucțiunile vor cuprinde următoarele informații:

- caracteristicile inserate la pct. 2.2.5, cu excepția seriei de identificare a recipientului;
- destinația recipientului;
- condițiile de întreținere şi instalare pentru securitatea recipientului.

Instrucțiunile vor fi redactate în limba română sau în limbile oficiale ale țărilor de destinație.

2.2.7 Dosarul tehnic de fabricație

Dosarul tehnic de fabricație trebuie să cuprindă o descriere a tehnicilor şi operațiunilor utilizate în scopul îndeplinirii cerințelor esențiale cuprinse în art. 3 sau în standardele prevăzute la art. 6 alin. (1) din hotărâre, şi anume:

a) un proiect de execuție detaliat al tipului de recipient sub presiune;
b) instrucțiunile;
c) un document care descrie:
- materialele alese;
- procedeele de sudură alese;
- verificările alese;
- orice detaliu pertinent referitor la proiectarea recipientului.

Dacă se utilizează procedurile descrise la art. 8…12 din hotărâre, documentația va include, de asemenea:
(i) certificatele cu privire la alegerea potrivită a procedeelor de sudură şi a sudorilor sau a operatorilor;

(ii) certificatul de inspecție pentru materialele utilizate în fabricația părților şi ansamblurilor care contribuie la rezistența recipientului sub presiune;
(iii) raportul examinărilor şi al testelor executate sau o descriere a verificărilor propuse.

2.2.8 Definiții şi simboluri

2.2.8.1 Definiții

a) Presiunea de proiectare (P) este presiunea aleasă de producător şi folosită pentru determinarea grosimii părților sub presiune.
b) Presiunea maximă de lucru (PS) este presiunea maximă care poate fi exercitată în condiții normale de lucru.
c) Temperatura minimă de lucru (T_{min}) este temperatura stabilizată cea mai mică în peretele recipientului, în condiții normale de lucru.
d) Temperatura maximă de lucru (T_{max}) este temperatura stabilizată cea mai mare în peretele recipientului, în condiții normale de lucru.
e) Limita de curgere (R_{ET}) este valoarea la temperatura maximă de lucru T_{max}:

- a limitei de curgere în punctul superior R_{eH} pentru un material care are atât punct de curgere superior, cât şi inferior; sau
- a limitei de curgere $R_{p\,0,2}$;
- a limitei de curgere $R_{p\,1,0}$ în cazul aluminiului nealiat.

f) Familii de recipiente:
Recipientele sub presiune formează o parte din aceeaşi familie, dacă diferă de prototip doar prin diametru, cu condiția ca cerințele specificate la pct. 2.2.2.1.1 sau 2.2.2.1.2 să fie respectate şi/sau pe lungimea porțiunii lor cilindrice,

- variantele din cadrul familiei trebuie să aibă minimum o virolă dacă un prototip are unul sau mai multe virole suplimentare la capete;
- variantele din cadrul familiei nu trebuie să aibă o virolă dacă un prototip are doar două capete elipsoidale.

Pentru fiecare variantă trebuie indicate în desen variațiile în lungime care pot duce la crăpături şi/sau penetrări care trebuie modificate.
g) Un lot de recipiente sub presiune este alcătuit din cel mult 3.000 de recipiente sub presiune din acelaşi tip de model.
h) Se consideră fabricație în serie, în sensul prezentei hotărâri, dacă cel puțin un recipient sub presiune de acelaşi tip este fabricat într-o perioadă dată printr-un proces continuu de fabricație, conform unui proiect comun şi utilizându-se acelaşi proces de fabricație.
i) Certificatul de inspecție este documentul prin care producătorul certifică faptul că produsele livrate îndeplinesc cerințele comenzii şi în care el prezintă rezultatele verificării curente de fabricație, în special compoziția chimică şi caracteristicile mecanice, executat pe produsele fabricate prin acelaşi proces de fabricație cu cel al comenzii, dar nu în mod special pe produsele livrate.

2.2.8.2 Simboluri

A	- alungirea la rupere $\left(L_0 = 5{,}65\sqrt{S_0}\right)$ % (unde Lo este lungimea calculată, exprimată în mm, iar So este aria secțiunii transversale a secțiunii testate, exprimată în mm^2);
A_{80mm}	- alungirea la rupere (Lo = 80 mm), în%;
KCV	- reziliența, în J/cm^2;
P	- presiunea de proiectare, în bar;

PS - presiunea de lucru, în bar;
P_h - presiunea de probă hidraulică sau pneumatică, în bar;
$R_{p\ 0,2}$ - limita de curgere la 0,2%, în N/mm^2;
R_{ET} - limita de curgere la temperatura maximă de lucru, în N/mm^2;
R_{eH} - limita de curgere în punctul superior, în N/mm^2;
R_m - rezistența la tracțiune, în N/ mm^2;
T_{max} - temperatura maximă de lucru, în ^{0}C;
T_{min} - temperatura minimă de lucru, în ^{0}C;
V - volumul recipientului, în litri;
$R_{m,\ max}$ - rezistență maximă la tracțiune, în N/ mm^2;
$R_{p\ 1,0}$ - limita de curgere la 1,0%, în N/ mm^2.

NOTĂ: În cazul în care proiectantul recipientelor sub presiune utilizează ghidul de proiectare prezentat în capitolele 4 şi 5 din cadrul prezentei prescripții tehnice, se vor utiliza simbolizările şi prevederile prezentate în cadrul acestora, în locul celor de la pct. 2.2.8.

3 MATERIALE METALICE

3.1 Date generale

3.1.1 Materialele metalice folosite pentru construirea, montarea sau repararea recipientelor sub presiune sau a elementelor acestora trebuie să corespundă condițiilor tehnice de recepție şi marcare prevăzute de prezenta prescripție tehnică, standardele naționale sau standardele producătorilor.

3.1.2 Condițiile tehnice de recepție şi de marcare pentru materialele folosite la sudare sunt prevăzute la cap. 7.
În cazul în care producătorul de materiale aplică un sistem al calității corespunzător, certificat de un organism notificat care a efectuat şi o evaluare specială pentru materiale, se presupune că certificatele emise de producător atestă conformitatea cu cerințele prevăzute la acest punct.

3.1.3 Producătorii de materiale (interni sau externi) trebuie să fie certificați de un organism notificat care a efectuat o evaluare specială pentru materiale şi produse metalice, astfel încât certificatele emise să ateste conformitatea cu cerințele prevăzute.

3.1.4 Materialele produse în țară până la data intrării în vigoare a prezentei prescripții tehnice pot fi utilizate dacă satisfac cerințele specifice prevăzute în prescripțiile tehnice aplicabile, în vigoare la data fabricării.

3.1.5 Materialele provenite din import se pot utiliza pe baza standardului de produs şi a condițiilor tehnice privind recepția, marcarea, livrarea şi documentele de garanție prevăzute de legislația din țara de proveniență a producătorului şi/sau condițiilor specifice prevăzute de proiect.

3.1.6 În prezenta prescripție tehnică, oțelurile sunt definite conform SR EN 10020.

3.1.7 Materialele trebuie să fie însoțite de certificate de inspecție, conform prevederilor SR EN 10204. Tipul certificatului de inspecție va fi stabilit de proiectant, dar pentru elementele supuse la presiune trebuie să fie certificat 3.1.A sau 3.1.B.

3.2 Table de oţel nealiat şi slab aliat

3.2.1 În ceea ce priveşte condiţiile tehnice, regulile pentru verificarea calităţii, marcarea şi livrarea, tablele de oţeluri nealiate şi slab aliate vor corespunde prevederilor standardelor pentru table destinate recipientelor sub presiune, prevăzute în anexa C.

3.2.1.1 Se admite folosirea tablelor din mărci de oţeluri conform STAS 500/1 şi STAS 500/2, cu următoarele limitări:

a) mărcile de oţel OL 30, OL 32 şi OL 34 nu sunt admise pentru executarea elementelor sub presiune ale recipientelor;

b) mărcile de oţel OL 50, OL 60, şi OL 70 nu sunt admise pentru executarea prin sudare a elementelor sub presiune ale recipientelor;

c) pentru table de oţel OL 37, OL 44 şi OL 52 se admite numai utilizarea claselor de calitate 3k, 3kf şi 4kf;

d) tablele de oţel din clasele de calitate 2, 3 şi 4, conform STAS 500/2, pot fi utilizate numai dacă sunt îndeplinite simultan următoarele condiţii:

- recipientul sub presiune nu conţine substanţe letale, explozive sau care produc coroziune fisurantă sub tensiune:
- solicitarea are un caracter static;
- temperatura maximă admisă de lucru nu depăşeşte +60°C;
- produsul Di x p $\leq$ 2.000 (Di-diametrul interior al recipientului, în mm; p-presiunea maximă admisă de lucru, în MPa);
- tablele de oţel din clasa de calitate 2, necalmate, pot fi utilizate numai până la grosimea de 12 mm inclusiv.

3.2.1.2 Pentru tablele din oţel marca A21, conform STAS 11501, volumul încercărilor şi lotisarea vor fi conform STAS 2883/1.

3.2.2 În cazul folosirii unor table livrate după alte norme decât cele indicate la pct. 3.2.1, acestea vor trebui să îndeplinească cel puţin următoarele condiţii:

a) oţelul va fi obţinut în cuptoare Martin, cuptoare electrice, convertizoare cu insuflare de oxigen sau prin alt procedeu echivalent şi va fi calmat;

b) conţinutul de sulf şi fosfor, determinat pe oţelul lichid, nu trebuie să depăşească fiecare:

- 0,04 % pentru oţeluri nealiate;
- 0,03 % pentru oţeluri slab aliate;

c) conţinutul de crom, nichel şi cupru, determinat pe oţelul lichid, în oţelurile la care acestea nu constituie elemente de aliere, nu trebuie să depăşească, în cazul oţelurilor cu sudabilitate garantată, 0,3% fiecare, iar suma lor nu trebuie să depăşească 0,7%; conţinutul de alte elemente reziduale, eventuale, să fie în limitele stabilite prin standardul de produs;

d) să se asigure sudabilitatea; în cazul tablelor care urmează să se sudeze, conţinutul de carbon, determinat pe oţelul lichid nu trebuie să depăşească 0,25%, iar pe produs 0,27%; producătorul va indica regimul termic în timpul şi după sudare (tratament termic);

e) alungirea relativă la rupere (A_5), pe epruvete transversale, va fi calculată cu relaţia:

$$A_5 = \frac{10.000}{\text{rezistenta de rupere la întindere, N/mm}^2} \qquad (\%)$$

şi va fi cel puţin 18% pentru oţeluri nealiate şi slab aliate şi cel puţin 16% pentru oţeluri aliate speciale; pentru table cu grosimea peste 60 mm se admite reducerea alungirii cu 0,2% pentru fiecare milimetru de creştere a grosimii, însă nu mai mult de 2%, iar pentru table cu grosimea sub 8 mm reducerea alungirii poate fi de 0,5% pentru fiecare milimetru de reducere a grosimii;

f) pentru table cu grosimea mai mare de 6 mm inclusiv, reziliența la +20°C pe epruvete transversale va fi conform tabelului 1 din anexa H;

g) să se garanteze, după caz, limita de curgere convențională la temperaturi ridicate, limita tehnică de fluaj sau, respectiv, rezistența tehnică de durată;

h) producătorul trebuie să indice, prin standardul de produs, temperaturile pentru deformarea plastică şi regimul de tratament termic;

i) la livrare tablele vor fi marcate şi însoțite de certificate de calitate emise de producător, care trebuie să conțină datele necesare garantării calității acestora; conținutul marcării şi al certificatelor de calitate va corespunde cel puțin prevederilor standardelor din anexa C;

j) restricțiile de utilizare, precum şi alte reguli şi condiții privind verificarea calității, marcarea, livrarea şi documentele vor fi stabilite prin standarde ale producătorului şi vor corespunde prevederilor pentru tablele indicate la pct. 3.2.1 cu care sunt considerate echivalente.

3.2.2.1 Se admite ca în locul rezilienței KCU 2 sau KCU 3 să se garanteze reziliența KCV pe epruvete longitudinale sau transversale, valoarea rezilienței fiind cel puțin egală cu valorile, indicate în tabelul 2 din anexa H.

3.2.2.2 Valoarea de 34 J/cm^2 a rezilienței KCV (a se vedea tabelul 2 din anexa H), obținută pe epruvete cu secțiunea 10x10 mm^2, corespunde unei valori de 27 J a energiei de rupere pentru aceleaşi condiții de încercare. Valoarea de 26 J/cm^2 a rezilienței (a se vedea tabelul 2 din anexa H) corespunde unei energii de rupere de 21 J.

În cazul epruvetei reduse la 5x10 mm^2, valoarea de 34 J/cm^2 a rezilienței KCV echivalează cu valoarea de 15 J a energiei de rupere, iar valoarea de 26 J/cm^2 a rezilienței echivalează cu valoarea de 11 J a energiei de rupere.

3.2.2.3 În cazul în care se garantează reziliența la temperaturi mai mici de +15°C, nu este necesară garantarea rezilienței şi la temperatura de + 20°C.

3.2.3 La temperaturi de calcul de la 60°C până la 200°C inclusiv, tablele vor avea garantată prin standardul de produs limita de curgere la cald la temperatura respectivă sau la una superioară.

Pentru tablele prevăzute la pct. 3.2.1 şi 3.2.2, utilizate la execuția elementelor a căror temperatură de calcul este peste 200°C, se va garanta prin certificatul de calitate valoarea limitei de curgere la cald pentru temperatura de calcul sau pentru o temperatură de încercare prevăzută prin standardul de produs superioară temperaturii de calcul. Funcție de temperatura de calcul, după caz, se vor folosi oţeluri la care standardele de produs prevăd şi garantează rezistența tehnică de durată şi limita tehnică de fluaj.

3.2.3.1 În prezenta prescripție tehnică, prin „standarde de produs” se înțeleg standardele naționale sau standardele producătorului care stabilesc condițiile tehnice, regulile pentru verificarea calității, marcarea, livrarea şi documentele pentru materialul sau produsul siderurgic respectiv (table, țevi etc.).

3.2.3.2 În cazul elementelor supuse presiunii ale căror dimensiuni nu rezultă dintr-un calcul de rezistență, garantarea limitei de curgere la cald prin certificat nu mai este necesară, cu condiția ca materialul folosit să aibă valori prevăzute în standardul de produs.

3.2.4 Tablele prevăzute la pct. 3.2.1 şi 3.2.2, destinate elementelor recipientelor sub presiune care au temperatura metalului mai mică de +15°C exclusiv, se aleg în conformitate cu diagramele din fig. 1 şi 2 din anexa G, în funcție de: temperatura minimă admisibilă de lucru a recipientului, grosimea de proiectare, fluidul conținut şi de temperatura admisibilă a materialului folosit.
Temperatura admisibilă a unui material este temperatura la care producătorul garantează reziliența KCV pe epruvete longitudinale sau transversale, valoarea minimă a rezilienței fiind conform standardului de produs, dar cel puțin în limitele indicate în tabelul 2 din anexa H, şi realizată ca medie a încercării pe trei epruvete.
Pentru grosimi de proiectare peste 12 mm inclusiv, reziliența KCV se va garanta pe epruvete cu lățimea de 10 mm, iar pentru grosimi de 6…11 mm, reziliența KCV se va garanta pe epruvete cu lățimea de 5 mm. La grosimi mai mici de 6 mm nu este necesară garantarea rezilienței, cu condiția ca mărcile de oțel folosite să aibă prescrise prin standardele de produs reziliența corespunzătoare (la grosimi mai mari de 6 mm) pentru temperatura de lucru a elementelor recipientelor. În acest caz, tablele se vor întrebuința până la temperaturi ale metalului egale cu cele pentru care producătorul garantează prin încercări valoarea rezilienței la temperaturi scăzute.

3.2.4.1 În cazul în care producătorul nu garantează în mod obişnuit valoarea rezilienței KCV, se admite şi garantarea rezilienței KCU pe epruvete transversale (a se vedea tabelul 2 din anexa H).

3.2.5 Tablele prevăzute la pct. 3.2.1 şi 3.2.2 se vor livra în starea de tratament termic prescrisă în standardele de produs.
De asemenea, producătorul va indica temperaturile pentru deformarea plastică, regimul de tratament termic după deformarea plastică, precum şi regimul termic în timpul sudării şi după sudare, dacă acestea nu se regăsesc în standardele de produs.

3.2.6 Tablele cu grosimea peste 12 mm inclusiv, destinate executării corpului propriu-zis al recipientului (virole, funduri, capace plane, racorduri sudate), vor fi examinate cu ultrasunete în conformitate cu prevederile prescripției tehnice referitoare la controlul ultrasonic al tablelor, Colecția ISCIR, după următoarele criterii:

a) clasele de calitate ce urmează a fi prescrise prin proiect vor fi de regulă:
   $12 \leq S \leq 60$ mm, clasa M3S3
   $60 < S \leq 90$ mm, clasa M3S4
   $90 < S \leq 150$ mm, clasa M4S4
   unde S=grosimea tablei
b) la grosimi peste 150 mm, metoda de examinare, volumul examinărilor, precum şi criteriile de admisibilitate se stabilesc prin acord între proiectant şi constructorul recipientului sub presiune;
c) celelalte elemente supuse presiunii (plăci tubulare, flanşe etc.) se vor examina cu ultrasunete numai dacă îndeplinesc cel puțin una din următoarele condiții:
   - presiunea de lucru este peste 6,4 MPa (64 bar);
   - temperatura de lucru este în domeniul fluajului;
   - lucrează în medii toxice (letale) sau care pot provoca coroziune fisurată sub tensiune;
d) clase superioare celor de mai sus pot fi prevăzute pentru:

- recipiente pentru care există cerințe în standarde române, standarde tehnice de ramură, standarde ale producătorului sau în caiete de sarcini avizate de factorii interesați (proiectant, constructor, institute de specialitate metalurgice şi de construcții de maşini etc.), inclusiv ISCIR-INSPECT;
- recipiente sub presiune care conțin substanțe letale, toxice, explozive sau care produc coroziune fisurantă sub tensiune, inclusiv hidrogen în concentrație de peste 5%;
- recipiente sub presiune executate din materiale cu tendință de călire în aer în timpul proceselor speciale (sudare etc.).

3.2.7 Tablele prevăzute la pct. 3.2.1 şi 3.2.2 pentru recipiente sub presiune care lucrează în medii care pot provoca coroziune fisurantă sub tensiune, se vor folosi fie pe baza experienței acumulate pe mărcile de oțel utilizate în instalații similare, fie pe bază de determinări de susceptibilitate la coroziune fisurantă sub tensiune executate la omologarea oțelurilor conform SR ISO 7539-2 sau altor standarde prevăzute prin proiect.

3.2.8 Pentru oțelurile cu tendință de fragilizare de revenire, furnizorul va efectua, la cererea agentului economic constructor al recipientului sub presiune, încercări de recepție pe epruvete cu tratamente termice simulate prevăzute prin documentația tehnică de bază.

3.2.9 Pentru recipientele sub presiune sudate care se transportă pe vehicule de cale ferată sau rutiere nu se admite folosirea oțelurilor călite în apă. În cazul utilizării oțelurilor cu granulație fină, valorile garantate prin standardul de produs trebuie să respecte următoarele condiții:

- limita de curgere nu va depăşi 460 N/mm^2;
- valoarea maximă a rezistenței de rupere la întindere nu va depăşi 725 N/mm^2.

3.3 Table de oțel aliat

3.3.1 În ceea ce priveşte condițiile tehnice, regulile pentru verificarea calității, marcarea şi livrarea, tablele de oțel aliat vor corespunde prevederilor standardelor pentru table destinate recipientelor sub presiune din mărcile de oțel prevăzute în anexele D, E şi F.

3.3.1.1 Tablele de oțeluri ferito-martensitice inoxidabile, folosite pentru elementele supuse presiunii, vor îndeplini condiția de la pct. 3.2.2 lit. f).

3.3.1.2 Tablele de oțeluri feritice inoxidabile, destinate elementelor sudate supuse presiunii, vor îndeplini condiția de la pct. 3.3.1.1 şi vor avea garantată sudabilitatea de către producător. În cazul în care sudarea se face cu material de adaos austenitic, temperatura maximă admisibilă de lucru nu va depăşi 200^oC.

3.3.1.3 Tablele de oțeluri martensitice inoxidabile nu se vor folosi la elementele sudate supuse presiunii.

3.3.1.4 Tablele placate cu oțeluri inoxidabile, realizate prin explozie, vor corespunde STAS 12535. Tablele placate realizate prin alte procedee vor corespunde standardelor producătorului, acceptate de organismul de supraveghere tehnică din țara respectivă.
Restricțiile de utilizare de la pct. 3.3.1.1, 3.3.1.2 şi 3.3.1.3 nu se aplică materialului de placare.

3.3.2 În cazul folosirii unor table livrate după alte standarde decât cele indicate la pct. 3.3.1, acestea vor trebui să îndeplinească cel puțin condițiile de la pct. 3.2.2 lit. a), d) și e) și următoarele:

a) restricțiile de utilizare vor corespunde prevederilor de la pct. 3.3.1;
b) conținutul de sulf și fosfor, determinat pe oțelul lichid, nu trebuie să depășească 0,04% fiecare; pentru oțelurile inoxidabile, conținutul maxim de sulf trebuie să fie 0,03%;
c) conținutul admis de elemente care nu sunt de aliere, ci sunt considerate impurități, se va încadra în valorile prevăzute în standardele de produs, fără să depășească însă limitele prescrise pentru materialele cu care au fost considerate echivalente prevăzute la pct. 3.3.1;
d) energia de rupere sau reziliența va corespunde prevederilor de la pct. 3.2.2 lit. f), cu excepția tablelor de oțel austenitic pentru care va fi conform valorilor stabilite prin standardele de produs;
e) la livrare, tablele vor fi marcate și însoțite de certificate de calitate emise de producător, care trebuie să conțină datele necesare garantării calității tablelor respective; conținutul marcării și al certificatelor de calitate va corespunde cel puțin prevederilor standardelor din anexele D, E și F, după cum tablele sunt considerate echivalente mărcilor din aceste standarde, după caz;
f) celelalte reguli și condiții privind verificarea calității, marcarea, livrarea și documentele vor fi stabilite prin standarde ale producătorului și vor corespunde prevederilor pentru tablele indicate la pct. 3.3.1 cu care au fost considerate echivalente.

3.3.3 Pentru tablele prevăzute la pct. 3.3.1 și 3.3.2 se vor garanta valorile pentru limita de curgere la cald, în condițiile prevăzute la pct. 3.2.3; dacă temperatura de calcul depășește 420°C pentru oțelurile tip C-Mn, C-Mo, C-Mo-Cr, C-Cr, C-Mn-Cr, C-B-Cr, C-Ni-Cr, C-Mo-Ni-Cr și 550°C pentru oțelurile tip C-Mo-Ni-Cr, C-Ti-Mo-Ni-Cr, C-V-Mo-Cu-Cr-Ni, C-Cu-Mo-Ni-Cr, C-Ti-Ni-Cr, C-V-W-Mo-Cr, C-Cr-Mo-V se vor folosi table la care standardele de produs indicate în certificatul de calitate prevăd rezistența tehnică de durată și limita tehnică de fluaj. Pentru mărcile de oțel la care standardele de produs nu conțin limita tehnică de fluaj, această caracteristică nu este obligatorie.

3.3.4 Tablele prevăzute la pct. 3.3.1 și 3.3.2, destinate elementelor de recipient care au temperatura pereților metalici mai mică de +15°C exclusiv, se aleg astfel încât temperatura lor minimă admisibilă, definită la pct. 3.2.4, să fie mai mică decât sau cel mult egală cu temperatura minimă admisibilă de lucru.
Tablele de oțeluri austenitice inoxidabile pot fi folosite la temperaturi cuprinse între +15°C și -100°C, conform prevederilor din stanadrdele de produs, în baza încercării de încovoiere prin șoc cu determinarea energiei de rupere la temperatura de +20°C. Pentru temperaturi mai mici de -100°Cși până la -196°C, această determinare se efectuează la temperatura minimă admisibilă de lucru, cu valori conform tabelului 2 din anexa H.

3.3.4.1 În cazul în care producătorul nu garantează în mod obișnuit valoarea rezilienței KCV, se pot aplica prevederile de la pct. 3.2.4.

3.3.5 Tablele prevăzute la pct. 3.3.1 și 3.3.2 trebuie să corespundă, în ceea ce privește condițiile de tratament termic la livrare și în timpul execuției recipientelor, prevederilor de la pct. 3.2.5.

3.3.6 Tablele de oțel aliat prevăzute la pct. 3.3.1 și 3.3.2, cu excepția celor de oțeluri inoxidabile, vor fi verificate cu ultrasunete în condițiile prevăzute la pct. 3.2.6.

3.3.7 Tablele prevăzute la pct. 3.3.1 şi 3.3.2, pentru recipiente care funcţionează în medii care pot produce coroziunea intergranulară, vor avea garantată. prin standardul de produs şi certificatul de calitate rezistenţa la acest tip de coroziune.

3.3.8 Tablele prevăzute la pct. 3.3.1 şi 3.3.2, pentru recipiente care funcţionează în medii care pot produce coroziune fisurantă sub tensiune, se vor folosi fie pe baza experienţei acumulate pe mărcile de oţel utilizate la instalaţii similare, fie pe baza determinărilor de susceptibilitate la coroziune fisurantă sub tensiune efectuate la certificarea oţelurilor.

3.4 Ţevi de oţel nealiat, slab aliat şi aliat

3.4.1 În ceea ce priveşte condiţiile tehnice, regulile pentru verificarea calităţii, marcarea şi livrarea, ţevile de oţel nealiat, slab aliat şi aliat vor corespunde prevederilor standardelor naţionale sau standardelor producătorilor pentru ţevi destinate recipientelor sub presiune din anexele C, D, E şi F.

3.4.1.1 Ţevile de oţeluri aliate feritice şi martensitice inoxidabile nu se vor folosi pentru părţi supuse presiunii dacă nu îndeplinesc condiţiile de la pct. 3.3.1.2, 3.3.1.3, 3.4.2 lit. f) şi 3.4.6.

3.4.2 În cazul folosirii unor ţevi livrate după alte standarde decât cele indicate la pct. 3.4.1, acestea vor trebui să îndeplinească cel puţin următoarele condiţii:

a) oţelul va fi obţinut în cuptoare Martin, cuptoare electrice, convertizoare cu insuflare de oxigen sau prin alt procedeu echivalent şi va fi calmat;
b) conţinutul de sulf şi fosfor, determinat pe oţelul lichid, nu trebuie să depăşească fiecare:
   - 0,04% pentru oţeluri nealiate de calitate, şi
   - 0,03% pentru oţeluri aliate de calitate;

   pentru oţeluri inoxidabile se admite conţinutul de fosfor până la 0,04% cu condiţia ca conţinutul de sulf să fie maxim 0,03%;
c) conţinutul admis de elemente care nu sunt de aliere, ci sunt considerate impurităţi, se va încadra în valorile prevăzute în standardele de produs, fără să depăşească însă limitele prescrise pentru materialele cu care au fost considerate echivalente, prevăzute la pct. 3.4.1;
d) în cazul ţevilor care urmează să se sudeze, conţinutul de carbon nu trebuie să depăşească 0,25% pe oţelul lichid şi 0,27% pe produs;
e) alungirea relativă la rupere (A_5), pe epruvete longitudinale va fi calculată cu relaţia:

$$A_5 = \frac{10.000}{\text{rezistenta de rupere la întindere, N/mm}^2} \qquad (\%)$$

   şi va fi cel puţin 18% pentru oţeluri nealiate şi slab aliate şi cel puţin 16% pentru oţeluri aliate;
f) pe epruvete longitudinale, reziliența la +20°C va fi conform tabelului 3 din anexa H;
g) la livrare, ţevile vor fi marcate şi însoţite de documente pentru certificarea calităţii emise de producător care trebuie să conţină datele necesare garantării calităţii ţevilor respective; conţinutul marcării şi al documentelor trebuie să

corespundă cel puțin prevederilor standardelor din anexele C, D, E şi F pentru mărcile de oțel cu care sunt considerate echivalente;

h) restricțiile de utilizare, precum şi alte condiții privind verificarea calității, marcarea, livrarea şi documentele vor fi stabilite prin standardele producătorului şi vor corespunde prevederilor pentru țevile indicate la pct. 3.4.1 cu care sunt considerate echivalente.

3.4.2.1 În locul rezilienței KCU 2 sau KCU 3 se admite garantarea rezilienței KCV sau pe alte tipuri de epruvete, în condițiile prevăzute la pct. 3.2.2.

3.4.2.2 Prevederea de la pct. 3.4.2 lit. f) nu se aplică țevilor din oțeluri austenitice inoxidabile, pentru care se aplică prevederile de la pct. 3.3.4 alin. 2.

3.4.3 Țevile sudate elicoidal sau longitudinal pot fi utilizate în următoarele condiții:

a) să fie executate în conformitate cu prevederile standardelor de produs avizate de factorii interesați, inclusiv ISCIR-INSPECT, în cazul lucrărilor de montare şi/sau reparare care fac obiectul prevederilor prescripției tehnice PT C 4/1, Colecția ISCIR;
b) îmbinările sudate vor fi examinate nedistructiv 100%, metodele de control şi criteriile de acceptare urmând a fi stabilite prin standardul de produs;
c) coeficientul de rezistență al îmbinării sudate să fie 1;
d) folosirea acestora să fi fost admisă cu ocazia certificării, prevăzute la pct. 3.1.3…3.1.5; aceste țevi nu se vor întrebuința în cazul în care fluidele din interiorul şi exteriorul țevilor, dacă ajung în contact, pot conduce la explozii sau coroziuni puternice sau dacă unul din fluidele în contact cu țeava este o substanță letală, toxică, explozivă sau care poate provoca coroziunea fisurantă sub tensiune; de asemenea, aceste țevi nu se vor întrebuința dacă în exploatare vor fi supuse flăcării directe sau dacă temperatura minimă admisibilă de lucru este mai mică de +15°C.

3.4.3.1 Se admite executarea de racorduri din țevi sudate longitudinal chiar dacă fluidul este o substanță letală, toxică sau explozivă, cu condiția examinării nedistructive 100% a îmbinării sudate şi verificării acesteia conform standardelor de produs.

3.4.4 Pentru țevile prevăzute la pct. 3.4.1…3.4.3 se va garanta, după caz, valorile pentru limita de curgere la cald, rezistența tehnică de durată şi limita tehnică de fluaj în condițiile prevăzute la pct. 3.2.3 pentru oțeluri carbon şi slab aliate, respectiv pct. 3.3.3 pentru oțeluri aliate.

3.4.5 Țevile prevăzute la pct. 3.4.1…3.4.3, cu excepția celor de oțel austenitic destinate elementelor de recipiente care au o temperatură minimă admisibilă de lucru mai mică de +15°C, vor îndeplini prevederile de la pct. 3.2.4 pentru oțel nealiat şi slab aliat, respectiv de la pct. 3.3.4 pentru oțel aliat, cu precizarea că în toate cazurile determinarea rezilienței se va face pe loturi de țevi definite conform standardelor de produs.

Țevile la care dimensiunile nu permit prelevarea epruvetelor pentru determinarea rezilienței, vor putea fi folosite la temperaturi minime admisibile de lucru mai mici de +15°C, cu condiția ca standardul de produs al mărcii de oțel din care sunt executate să prevadă valori ale rezilienței la temperaturile respective la nivelul cerințelor din prezenta prescripție tehnică.

Țevile, conform STAS 9377, din mărcile de oțel OLT 35K şi OLT 45K, conform STAS 8184, cu grosimea mai mică de sau egală cu 2,5 mm destinate execuției fasciculelor tubulare ale schimbătoarelor de căldură cu cap flotant sau cu țevi în U pot fi utilizate fără prevederi speciale până la temperatura de -30°C.

3.4.5.1 În cazul în care producătorul nu garantează în mod obişnuit valoarea rezilienței KCV, se admite şi garantarea rezilienței KCU pe epruvete longitudinale, iar valorile minime trebuie să fie conform tabelului 2 din anexa H, încercarea efectuându-se pe trei epruvete.

3.4.6 Pentru țevile de oțeluri inoxidabile se va garanta de către producător rezistența la coroziune intergranulară, în condițiile prevăzute la pct. 3.3.7.

3.4.7 Pentru țevile prevăzute la pct. 3.4.1…3.4.3, producătorul va indica regimul de tratament termic şi temperaturile pentru deformarea plastică, precum şi condițiile tehnice privind prelucrarea ulterioară a țevilor în execuție, inclusiv sudarea.

3.5 Semifabricate pentru organe de asamblare

3.5.1 În ceea ce priveşte condițiile tehnice, regulile pentru verificarea calității, marcarea şi livrarea, semifabricatele pentru organe de asamblare vor corespunde prevederilor standardelor naționale sau standardelor producătorilor pentru oțeluri de organe de asamblare destinate recipientelor sub presiune din mărcile de oțel prevăzute în anexele C, D, E şi F.

3.5.2 În cazul folosirii unor semifabricate livrate după alte standarde decât cele indicate la pct. 3.5.1 acestea trebuie să îndeplinească cel puțin următoarele condiții:

a) oțelul va fi obținut în cuptoare Martin, cuptoare electrice, convertizoare cu insuflare de oxigen sau prin alt procedeu echivalent;

b) oțelul să fie calmat;

c) pentru elementele din oțel OL 37, OL 44 şi OL 52 se admit numai clasele 3k, 3kf, 4k şi 4kf;

d) alungirea relativă la rupere (A_5), pe epruvete longitudinale, va fi calculată cu relația:

$$A_5 = \frac{10.000}{\text{rezistenta de rupere la întindere, N/mm}^2} \qquad (\%)$$

şi va fi cel puțin 14%; pentru oțelurile de mare rezistență, se admite ca alungirea să fie cel puțin 11%;

e) energia de rupere KCV la +20°C, pe epruvete prelevate în direcția longitudinală, va fi:

- pentru oțeluri nealiate: 42 J;
- pentru oțeluri aliate: 56 J;

f) se vor garanta valorile pentru limita de curgere la cald, rezistența tehnică de durată şi limita tehnică de fluaj în condițiile prevăzute la pct. 3.2.3 pentru oțeluri nealiate şi slab aliate, respectiv pct. 3.3.3 pentru oțeluri aliate;

g) condițiile tehnice, regulile pentru verificarea calității, marcarea şi documentele vor corespunde cu cele pentru mărcile de oțel din anexele C, D, E şi F cu care sunt considerate echivalente.

3.5.3 Regimul de tratament termic va fi astfel ales încât să se asigure un tratament termic corespunzător pe toată secțiunea şurubului, iar după tratamentul termic raportul între limita de curgere şi rezistența de rupere la întindere, determinată la +20°C, să nu depăşească 0,85. Se acceptă depăşirea acestui raport cu condiția ca alungirea relativă la rupere (A_5), pe epruvete longitudinale, să fie minim 16%.

3.5.4 Oţelurile destinate executării şuruburilor şi piuliţelor care au o temperatură a metalului mai mică de +15°C vor îndeplini prevederile de la pct. 3.2.4 pentru oţel aliat, cu precizarea că în locul grosimii de proiectare (a se vedea fig. 4 şi 5 din anexa G) se va considera diametrul semifabricatului utilizat la executarea pieselor finite. Garantarea rezilienţei nu este obligatorie pentru semifabricate cu diametre de 30 mm sau mai mici dacă nu se întrebuinţează la temperaturi mai scăzute de -30°C şi cu condiţia ca mărcile de oţel folosite să aibă prescrise prin standardele de produs rezilienţa corespunzătoare pentru temperatura de lucru a elementelor recipientelor sub presiune.

3.5.4.1 Piuliţele din oţel OLC 45 AS Im , care lucrează în medii care provoacă coroziune fisurantă sub tensiune, pot fi utilizate până la temperatura minimă admisibilă de lucru de -30°C, având energia de rupere KCV garantată la temperatura de -10°C.

3.5.5 Atât pentru piuliţele cât şi pentru şuruburile M20 sau mai mici, de la flanşele de racorduri sau recipiente, se poate renunţa la încercările mecanice şi de rezilienţă, cu excepţia încercării de duritate Brinell şi cu condiţia ca materialele folosite să aibă garanţii în standardul de produs.

3.5.6 În cazul aplicării unui tratament termic de revenire, temperatura de revenire va fi întotdeauna superioară temperaturii pe care o poate avea materialul în exploatare. Se recomandă ca diferenţa între cele două temperaturi să fie cel puţin 100°C.

3.5.7 Semifabricatele forjate sau reforjate, cu diametre mai mari de 50 mm şi care sunt folosite pentru prezoane, se vor controla ultrasonic conform reglementărilor tehnice aplicabile, iar din punct de vedere al lotisării se vor încadra de regulă la categoria B din STAS 1097/2, respectiv STAS 1097/3.

3.6 Semifabricate pentru piese forjate

3.6.1 Piesele forjate se vor executa în conformitate cu prevederile STAS 1097/2, respectiv STAS 1097/3 pentru oţeluri inoxidabile, cu următoarele precizări:

a) virolele, fundurile (capacele) şi racordurile forjate (cu diametrul nominal peste 150 mm inclusiv) se vor verifica ultrasonic; pentru celelalte elemente supuse presiunii (plăci tubulare, flanşe etc.) necesitatea verificării ultrasonice se va stabili prin documentaţia de execuţie; metoda de verificare şi criteriile de acceptabilitate vor fi stabilite de unitatea constructoare sau reparatoare şi proiectant şi vor fi avizate de factorii interesaţi inclusiv ISCIR-INSPECT în cazul lucrărilor de montare şi/sau reparare care fac obiectul prevederilor prescripţiei tehnice PT C 4/1-2003, Colecţia ISCIR;

b) elementele forjate, care în funcţionare au o temperatura a metalului mai mică de +15°C, trebuie să îndeplinească condiţia ca temperatura lor admisibilă să fie mai mică decât sau cel mult egală cu temperatura minimă admisibilă de lucru; temperatura admisibilă a materialului este temperatura la care producătorul garantează rezilienţa KCV, valoarea minimă a rezilienţei fiind în limitele prevăzute prin STAS 1097/2, respectiv STAS 1097/3; elementele forjate de oţel austenitic inoxidabil folosite la temperaturi mai mici de +15°C vor îndeplini condiţiile de la pct. 3.3.4 alin. 2;

c) pentru elementele forjate destinate să lucreze la presiuni de calcul de peste 6,4 MPa (64 bar) sau la temperaturi în domeniul fluajului se va garanta mărimea grăuntelui austenitic în concordanţă cu prevederile din proiect, într-un interval de 3 puncte;

d) din punct de vedere al lotisării, virolele şi fundurile (capacele) se vor încadra în

categoria C, conform STAS 1097/2, respectiv STAS 1097/3, iar pentru celelalte piese categoria se va stabili prin proiect, conform STAS 1097/2, respectiv STAS 1097/3, cu mențiunea că piesele cu diametrul nominal mai mic de sau egal cu 250 mm se vor încadra de regulă în categoria B, iar cele cu diametrul nominal mai mic de 50 mm, în categoria A_1;

e) elementele forjate, care în funcționare au o temperatură de calcul mai mare de 200°C, trebuie să îndeplinească prevederile de la pct. 3.2.3;

f) pentru toate elementele forjate direct din lingou, coroiajul minim va fi conform STAS 1097/3.

3.6.1.1 Elementele de recipiente sub presiune realizate prin ambutisare din table nu se consideră piese forjate.

3.6.1.2 În cazul în care se garantează reziliența la temperaturi ale materialului mai mici de +15°C, nu este necesară garantarea rezilienței și la temperatura de +20°C.

3.6.1.3 Pentru flanşele cu gât, executate din oțel carbon sau slab aliat, modul de garantare a rezilienței se va stabili în conformitate cu fig.1 şi 2 din anexa G, grosimea de proiectare fiind grosimea părții flanşei care se sudează.

3.6.1.4 Determinarea limitei de curgere la cald nu este necesară la flanşele standardizate cu diametrul nominal cel mult egal cu 500 mm, dacă sunt executate din materialele indicate şi în limitele de temperaturi prevăzute în standardele respective.

3.6.2 În cazul pieselor forjate din oțeluri nealiate, slab aliate sau aliate executate după alte standarde decât cele indicate la pct. 3.6.1 sau al pieselor forjate cu grosimi peste 500 mm, acestea trebuie să îndeplinească condițiile de la pct. 3.2.2 lit. a), b), c) şi d), pct. 3.2.3, pct. 3.3.2 lit. b) şi c), pct. 3.3.3, pct. 3.3.7, pct. 3.5.2 lit. b), pct. 3.6.1 lit. a), c) şi d), precum şi următoarele:

a) pentru toate piesele forjate, cu excepția virolelor pentru care se aplică prevederile pct. 3.2.2 lit. e), alungirea relativă la rupere (A_5) va fi calculată cu relația:

$$A_5 = \frac{10.000}{\text{rezistenta de rupere la întindere, N/mm}^2} \qquad (\%)$$

şi va fi:

- pe epruvete (transversale) tangențiale: cel puțin 14%;
- pe epruvete longitudinale: cel puțin 16%;

b) reziliența la +20°C, pentru piese forjate, va avea valorile:

- pentru virole forjate care au diametrul interior peste 600 mm inclusiv: conform pct. 3.2.2 lit. f);
- pentru virole forjate care au diametrul interior cel mult egal cu 600 mm: 49 J/cm^2 (KCU 2) sau 39 J/cm^2 (KCU 3), pe epruvete tangențiale;
- pentru celelalte piese forjate: 49 J/cm^2 (KCU 2), respectiv 39 J/cm^2 (KCU 3), pe epruvete tangențiale, sau 69 J/cm^2 (KCU 2), respectiv 59 J/cm^2 (KCU 3), pe epruvete longitudinale;

c) duritatea maximă în cazul pieselor care urmează să se sudeze va fi 180 HB pentru piese de oțel carbon şi 220 HB pentru piese de oțel slab aliat şi aliat;

d) piesele forjate vor fi utilizate în starea de tratament termic prescrisă prin documentația de execuție sau standardele de produs;

e) elementele forjate care în funcționare au o temperatură a metalului mai mică de +15°C trebuie să îndeplinească condiția ca temperatura lor admisibilă să fie mai mică

decât sau cel mult egală cu temperatura minimă admisibilă de lucru; valoarea minimă a rezilienței KCV, determinată pe epruvete longitudinale, va fi conform standardelor de produs, dar minim 26 J/cm^2 ca valoare medie a trei încercări, admițându-se ca rezultatul unei încercări să fie cel puțin 17 J/cm^2; se admit şi valori ale rezilienței determinate pe epruvete cu crestătură în U, conform tabelului 2 din anexa H;

f) regulile pentru verificarea calității, marcarea, livrarea şi documentele vor corespunde cel puțin prevederilor STAS 1097/2 respectiv STAS 1097/3 cu care piesele forjate sunt considerate echivalente.

3.6.2.1 Încercarea de încovoiere la şoc se efectuează pe unul din tipurile de epruvete menționate la pct. 3.6.2 lit. b).

3.6.2.2 Prevederile de la pct. 3.6.1 se aplică şi la pct. 3.6.2.

3.6.2.3 Pentru piesele forjate din oțeluri inoxidabile provenite din import, condițiile tehnice, marcarea, certificatele de calitate şi condițiile de utilizare vor corespunde standardelor de produs din țara de proveniență.

3.7 Piese turnate de oțel

3.7.1 Piesele de oțel turnat se vor executa din oțelurile prevăzute în anexele C, D, E şi F, dacă îndeplinesc condițiile de la pct. 3.2.3 şi 3.3.3, precum şi următoarele:

a) conținutul de carbon, determinat pe oțelul lichid, nu va depăşi 0,25% pentru piesele care urmează să fie sudate;

b) conținutul de sulf şi fosfor, determinat pe oțelul lichid, să nu depăşească:

- 0,045% pentru oțel nealiat şi slab aliat;
- 0,04% pentru oțel aliat;

c) conținutul de crom, nichel, cupru, în oțelurile în care acestea nu constituie elemente de aliere, să nu depăşească 0,3 % fiecare pentru determinări efectuate pe oțelul lichid;

d) alungirea relativă la rupere (A_5) va fi cel puțin egală cu 14%;

e) reziliența la +20°C va fi cel puțin 49 J/cm^2 (KCU 2) sau 39 J/cm^2 (KCU 3) pentru oțel aliat şi cel puțin 29 J/cm^2 (KCU 2) sau 25 J/cm^2 (KCU 3) pentru oțel carbon;

f) elementele turnate, care în funcționare au o temperatură a metalului mai mică de +15°C, trebuie să îndeplinească condiția ca temperatura lor admisibilă să fie mai mică decât sau cel mult egală cu temperatura minimă admisibilă de lucru; valoarea minimă a rezilienței KCV va fi conform standardelor de produs, dar minim 21 J/cm^2 ca valoare medie a trei încercări, admițându-se ca rezultatul unei încercări să fie cel puțin 14 J/cm^2; se admit şi valori ale rezilienței, determinate pe epruvete cu crestătură în U, conform tabelului 2 din anexa H;

g) să fie tratate termic corespunzător tipului de material, conform standardelor de produs sau documentației de execuție;

h) condițiile tehnice, regulile pentru verificarea calității, marcarea şi documentele vor corespunde prevederilor SR ISO 3755, SR ISO 9477 şi STAS 6855, STAS 10718, STAS 12403 şi STAS 12404.

3.7.1.1 Încercarea de încovoiere prin şoc se efectuează pe unul din tipurile de epruvete menționate la pct. 3.7.1 lit. e).

3.7.1.2 În cazul în care se garantează reziliența la temperaturi ale metalului mai mici de +15°C, nu este necesară garantarea rezilienței şi la temperatura de +20°C.

3.7.1.3 Determinarea rezilienței KCV se face pe trei epruvete pentru fiecare șarjă de turnare și de tratament termic. Probele pot fi turnate separat, dar din aceeași șarjă, în aceleași condiții tehnologice și supuse aceluiași tratament termic ca și piesa.

3.7.2 În cazul folosirii altor oțeluri decât cele indicate la pct. 3.7.1 acestea trebuie să îndeplinească prevederile de la pct. 3.7.1 privind condițiile tehnice, regulile pentru verificarea calității, marcarea, livrarea și documentele, care vor fi stabilite prin standarde ale producătorului.

3.7.2.1 Pentru piesele turnate din oțeluri inoxidabile provenite din import se aplică prevederile de la pct. 3.6.2.3.

3.7.3 Oțelul turnat nu se va întrebuința în următoarele cazuri:

a) recipientul sub presiune conține substanțe letale, toxice, explozive, inflamabile sau substanțe care pot provoca coroziunea fisurantă sub tensiune;

b) recipientul sub presiune este supus acțiunii directe a flăcării.

3.8 Piese turnate de fontă

3.8.1 Piesele se vor executa din fontele prevăzute în SR EN 1561, SR EN 1562, SR EN 1563 și STAS 6706 dacă îndeplinesc următoarele condiții:

a) rezistența de rupere la întindere va fi cel puțin egală cu 150 N/mm^2;

b) rezistența la încovoiere va fi cel puțin egală cu 320 N/mm^2 ;

c) condițiile tehnice, regulile pentru verificarea calității, marcarea și documentele vor corespunde SR EN 1561, SR EN 1562, SR EN 1563 și STAS 6706.

3.8.2 În cazul folosirii altor fonte decât cele indicate la pct. 3.8.1, acestea trebuie să îndeplinească prevederile de la pct. 3.8.1 privind condițiile tehnice, regulile pentru verificarea calității, marcarea, livrarea și documentele, care vor fi stabilite prin standardele producătorului.

3.8.3 Fonta nu se va întrebuința în următoarele cazuri:

a) pentru elementele încălzite cu flacără directă sau cu gaze de ardere a căror temperatură este mai mare de 550°C pentru fontă cenușie și de 650°C pentru fontă modificată;

b) dacă temperatura metalului elementului de recipient este sub 0°C;

c) la execuția unor elemente supuse solicitărilor dinamice;

d) dacă recipientul conține substanțe letale sau explozive;

e) în afara domeniului din tabelul 4 din anexa H.

3.8.4 Piesele de fontă vor fi folosite numai tratate termic conform standardelor producătorului sau documentației de execuție.

3.9 Cupru și aliaje de cupru

3.9.1 Elementele recipientelor se pot executa din cupru și aliaje de cupru conform STAS 95, STAS 197/1, STAS 197/2, STAS 198/1, STAS 199/1, STAS 199/2, SR ISO 428, SR ISO 431, SR EN 1976, STAS 270/3, SR EN 1652, STAS 289/2, STAS 292/1, STAS 292/2, STAS 293/1, STAS 293/2, STAS 391/1, STAS 391/2, STAS 392/1, STAS 392/2, STAS 393/1, STAS 393/2, STAS 394/1, STAS 394/2, STAS 426/1, STAS 426/2, STAS 521/1, STAS 521/2, STAS 522/1, STAS 522/2, STAS 523/1, STAS 523/2, SR ISO 439, STAS 2429/2 și STAS 2430/2, dacă îndeplinesc următoarele condiții:

a) alungirea relativă la rupere (A_{10}), pe epruvete longitudinale, va fi cel puțin egală

cu 20% pentru produse laminate şi 8% pentru produse turnate; pentru produse laminate se admite ca în locul alungirii (A_{10}) să se garanteze alungirea (A_5), pe epruvete longitudinale, valoarea alungirii fiind de cel puțin 23%;

b) produsele laminate se folosesc în stare de ecruisare „moale";

c) pentru materialele din care se execută elemente a căror temperatură de calcul este mai mare de +40°C, se va garanta prin încercări efectuate la temperatura de calcul sau la temperatura standardizată imediat superioară temperaturii de calcul valoarea acelei caracteristici mecanice care a stat la baza determinării tensiunii admisibile.

3.9.1.1 Se admite folosirea produselor laminate şi în stare de ecruisare „jumătate tare", dacă recipientul îndeplinește următoarele condiții:

- are presiunea de calcul interioară (pe partea concavă) cel mult egală cu 2 MPa (20 bar) sau presiunea de calcul exterioară (pe partea convexă) cel mult egală cu 3 MPa (30 bar), iar diametrul şi capacitatea nu depăşesc 1.000 mm, respectiv 1.200 litri;
- are presiunea de calcul interioară (pe partea concavă) cel mult egală cu 1 MPa (10 bar) sau presiunea de calcul exterioară (pe partea convexă) cel mult egală cu 1,5 MPa (15 bar), iar diametrul şi capacitatea nu depăşesc 1.500 mm, respectiv 5.000 litri.

3.9.1.2 Se admite folosirea produselor laminate în stare de ecruisare „jumătate tare" şi pentru plăcile tubulare ale schimbătoarelor de căldură.

3.9.1.3 Pentru cupru şi aliajele sale se admite calcularea rezistenței la temperatura (R^t), în funcție de rezistența la rupere garantată la +20°C (R^{20}), conform pct. 5.3.5. În acest caz, se poate renunța la încercările menționate la pct. 3.9.1 lit. c).

3.9.2 În cazul folosirii altor materiale decât cele indicate la pct. 3.9.1, acestea trebuie să îndeplinească prevederile de la pct. 3.9.1 privind condițiile tehnice, regulile pentru verificarea calității, marcarea, livrarea şi documentele, care vor fi stabilite prin standarde ale producătorului.

3.9.3 Folosirea cuprului şi a aliajelor sale la execuția elementelor de recipient supuse prevederilor prezentei prescripții tehnice este admisă în următoarele condiții:

a) domeniul de utilizare pentru temperatura metalului este de la -200°C până la +200°C;

b) cuprul şi aliajele sale nu se vor folosi în contact cu medii care atacă cuprul (de exemplu: amoniac şi acetilenă).

3.10 Aluminiu şi aliaje de aluminiu

3.10.1 Elementele recipientelor sub presiune se pot executa din aluminiu şi aliaje de aluminiu conform STAS 201/1, STAS 201/2, SR EN 485-2, SR EN 485-4, SR EN 754/1, SR EN 754/2 şi SR EN 754-7, dacă îndeplinesc următoarele condiții:

a) alungirea relativă la rupere (A_{10}) pe epruvete longitudinale, va fi cel puțin egală cu 18% pentru produse laminate şi 3% pentru produse turnate;

b) produsele laminate se folosesc numai în stare de ecruisare „moale";

c) pentru materialele din care se execută elemente a căror temperatură de calcul este egală cu sau mai mare de +40°C, se va garanta prin încercări, efectuate la temperatura de calcul sau la temperatura standardizată imediat superioară temperaturii de calcul, valoarea acestei caracteristici mecanice care a stat la baza determinării tensiunii unitare admisibile.

3.10.1.1 Folosirea aluminiului pentru produse laminate în stare de ecruisare „jumătate tare" este permisă în condițiile prevăzute la pct. 3.9.1.

3.10.2 În cazul folosirii altor materiale decât cele indicate la pct. 3.10.1, acestea trebuie să îndeplinească prevederile de la pct. 3.10.1 privind condițiile tehnice, regulile pentru verificarea calității, marcarea, livrarea şi documentele, care vor fi stabilite prin standarde ale producătorului.

3.10.3 Folosirea aluminiului şi a aliajelor sale la execuția elementelor de recipient supuse prevederilor prezentei prescripții tehnice este admisă pentru temperaturi ale metalului de la minus 270°C până la plus 200°C, pentru produse laminate, şi de la minus 200°C până la plus 200°C, pentru produse turnate.

3.11 Nichel şi aliaje de nichel

Folosirea nichelului şi a aliajelor sale (nichel-cupru, nichel slab aliat cu carbon, nichel-crom-fier, nichel-molibden, nichel-molibden-crom, nichel-fier-crom-molibden-cupru) este admisă în domeniul de temperaturi ale metalului elementelor de recipient de la minus 200°C până la plus 600°C.
Valorile limită ale temperaturilor de utilizare pentru fiecare aliaj sunt cele pentru care producătorul garantează caracteristicile mecanice considerate în calcul.

3.12 Titan şi aliaje de titan

3.12.1 Folosirea titanului şi a aliajelor sale este permisă pentru domeniul de temperaturi ale metalului elementelor de recipient cuprins între minus 60°C până la plus 300°C. Caracteristicile mecanice care au stat la baza determinării tensiunii admisibile trebuie să fie garantate de producător.
Valorile de calcul de rezistență mecanică trebuie să se bazeze pe caracteristicile de fluaj ale titanului, chiar pentru temperatura de +20°C.

3.12.2 Materialele de titan trebuie să îndeplinească cel puțin următoarele condiții:
a) raportul între limita de curgere şi rezistența de rupere la întindere, determinată la +20°C, să nu depăşească 0,80;
b) reziliența KCU 3 la +20°C, pe epruvete prelevate pe direcție transversală la table cu grosimea mai mare de 6 mm şi pe direcție longitudinală la laminate, va fi cel puțin 60 J/cm^2.

3.13 Plumb şi zinc

Folosirea plumbului sau a zincului este admisă numai pentru protecții împotriva acțiunii corozive a fluidului din recipient. Domeniul de utilizare al temperaturilor metalului este:
a) pentru plumb: -200°C până la +140°C;
b) pentru zinc: -200°C până la +120°C.

4 PROIECTARE

4.1 Definiții şi prevederi generale

4.1.1 Temperatura maximă admisibilă de lucru, t_a°C, a unui recipient (compartiment) este temperatura cea mai ridicată a peretelui metalic care poate fi atinsă în timpul exploatării normale a recipientului atunci când acesta este supus presiunii maxime admisibile de lucru definite la pct. 4.1.4. Valoarea temperaturii se inscripționează pe placa de timbru.

4.1.2 Temperatura minimă admisibilă de lucru, t_m°C, a unui recipient (compartiment) este

temperatura cea mai scăzută care poate fi atinsă de peretele metalic al recipientului în timpul exploatării normale. Dacă elementele componente ale recipientului supuse presiunii au temperaturi minime admisibile diferite, temperatura minimă admisibilă de lucru a recipientului nu va fi mai mică decât cea mai mare dintre aceste temperaturi. Valoarea acestei temperaturi se inscripționează pe placa de timbru.

4.1.3 Temperatura de calcul a unui element de recipient, t_c°C, este temperatura peretelui metalic al acestuia în condițiile cele mai severe de solicitare datorită temperaturii şi presiunii fluidului, care pot apărea în exploatare normală (inclusiv la punerea în şi scoaterea din funcțiune).

4.1.3.1 Pentru temperaturi ale peretelui metalic al elementului de recipient mai mici de sau egale cu $+20^0$C, temperatura de calcul se consideră +20°C.

4.1.3.2 Temperatura de calcul a unui element, t_c^0C, poate fi mai mare decât temperatura maximă admisibila de lucru a recipientului, t_a (de exemplu în cazul coloanelor).

4.1.3.3 Prin „exploatare normală" se înțelege exploatarea recipientului în limitele parametrilor pentru care recipientul sau compartimentul respectiv a fost proiectat.

4.1.4 Presiunea maximă admisibilă de lucru a unui recipient (compartiment), p_m, în MPa (bar), este presiunea maximă de lucru la partea superioară a acestuia, acesta fiind aşezat în poziția normală de funcționare considerată pentru condițiile cele mai severe de solicitare datorită existenței simultane a temperaturii şi presiunii fluidului care pot apărea în exploatare normală (inclusiv la punerea în şi scoaterea din funcțiune) şi este, de regulă, egală cu presiunea de calcul a recipientului. Valoarea acesteia se înscrie pe placa de timbru.

4.1.4.1 Presiunea de calcul a unui recipient, p_c, va fi cel mult egală cu cea mai mică dintre valorile determinate ca presiuni de calcul pentru oricare dintre elementele recipientului (compartimentului).

4.1.4.2 Presiunea maximă admisibilă de lucru este presiunea față de care se reglează dispozitivele de siguranță (conform pct. 6.3.2).

4.1.4.3 În cazul gazelor lichefiate, cu excepția dioxidului de carbon lichefiat, presiunea maximă admisibilă de lucru este egală cu presiunea fluidului la temperatura de +40°C, pe curba de saturație a vaporilor, în cazul recipientelor instalate în încăperi închise. Dacă recipientele sunt instalate în aer liber, temperatura de referință pentru stabilirea presiunii maxime admisibile de lucru va fi de +50°C.
În cazul dioxidului de carbon lichefiat, temperatura de referință, indiferent de locul de instalare, va fi de +30°C, fiind necesare măsuri de împiedicare a creşterii temperaturii peste această valoare.
Se admit şi alte temperaturi de referință pentru stabilirea presiunii maxime admisibile de lucru, diferite de cele menționate mai sus, dacă sunt luate măsuri de împiedicare a creşterii temperaturii fluidului peste temperatura de referință. Măsurile respective vor fi precizate în proiect.

4.1.5 Presiunea de calcul a unui element de recipient, p_c, în MPa (bar), este presiunea folosită în calculul de determinare a grosimii de rezistență. În calculul de verificare, aceasta este presiunea la care poate fi supus elementul de recipient fără depăşirea solicitării admisibile la temperatura de calcul.

4.1.5.1 La determinarea presiunii de calcul a unui element de recipient se va lua în considerare şi presiunea hidrostatică, dacă are o valoare care depăşeşte 5% din presiunea de lucru.

4.1.5.2 La determinarea presiunii de calcul pe o parte a unui element nu se va ține seama de existența unei presiuni aplicate simultan pe partea opusă a elementului respectiv, cu excepția cazului în care se contează pe o diferență de presiune garantată şi supravegheată de o instalație automată.

4.1.5.3 Dacă pe o parte a unui element de recipient poate să apară vacuum, pentru determinarea presiunii de calcul, la presiunea existentă pe cealaltă parte a elementului de recipient se va adăuga valoarea de 0,1 MPa (1 bar). În cazuri justificate tehnic se poate lua în calcul valoarea reală a vacuumului.

4.1.6 Presiunea de lucru sau de regim, p_r , în MPa (bar), este presiunea fluidului la partea cea mai de sus a recipientului, în exploatare normală. Aceasta nu poate depăşi presiunea maximă admisibilă de lucru definită la pct. 4.1.4 şi trebuie să fie suficient de mică față de presiunea de reglare a dispozitivelor de siguranță pentru a se evita deschiderea frecventă a acestora.

4.1.6.1 Presiunile definite sunt presiuni manometrice.

4.1.7 Presiunea hidrostatică într-un anumit punct, p_h, în MPa (bar), este presiunea creată de coloana de lichid aflată deasupra punctului considerat şi se calculează cu relația:

$$p_h = \frac{\gamma.h}{10} \qquad \text{(bar)}$$

unde :

γ -greutatea specifică a fazei lichide (în daN/dm^3)

h -înălțimea coloanei de lichid aflate deasupra punctului considerat (în m)

sau

$$p_h = 10^{-6} \cdot \rho \cdot g\, h \qquad \text{(MPa)}$$

unde:

ρ -densitatea lichidului (kg/m^3)

g -accelerația gravitațională (9,8 m/s^2)

h -înălțimea coloanei de lichid aflate deasupra punctului considerat (m).

4.1.8 Presiunea de încercare hidraulică a unui recipient (compartiment), p_{ph}, în MPa (bar), este egală cu valoarea calculată conform relației de mai jos:

$$p_{ph} = 1{,}25 p_m \, f_{ap} / f_a \quad \text{(MPa sau bar)}$$

unde:

p_m - presiunea maximă admisibilă de lucru a recipientului (a se vedea pct. 4.1.4) (în MPa sau bar);

f_{ap} - tensiunea admisibilă a elementului determinant pentru p_m, la temperatura la care are loc încercarea, stabilită conform pct. 5.3.2…5.3.5 (în N/mm^2);

f_a - tensiunea admisibilă a elementului determinant pentru p_m, la temperatura de calcul, stabilită conform pct. 5.3.2…5.3.5 (în N/mm^2).

Elementul determinant este elementul de recipient pentru care raportul f_{ap}/f_a este maxim.

4.1.8.1 Elementele de recipient vor fi astfel proiectate încât în timpul încercării hidraulice tensiunea în elementul considerat să nu depăşească 90% din valoarea limitei de curgere a materialului din care a fost executat.

4.1.8.2 Elementele compartimentelor supuse la presiune pe partea convexă trebuie să fie verificate la stabilitate. Pentru verificare este necesar ca raportul între presiunea de încercare hidraulică şi presiunea de calcul la +20°C pentru elementul respectiv să aibă valoarea de cel mult 1,25. Dacă această condiţie nu este îndeplinită, elementul respectiv va fi întărit.

4.1.8.3 În cazurile în care presiunea de calcul a fost stabilită conform pct. 4.1.5.2 şi 4.1.5.3, la stabilirea presiunii de încercare hidraulică se va ţine seama de diferenţa de presiune pentru elementul considerat.

4.1.8.4 Recipientele protejate la interior cu un strat anticoroziv (email, gresie, ebonită etc.) se supun încercării de presiune hidraulică la constructor înainte de aplicarea stratului protector, la presiunea p_{ph} menţionată mai sus. Încercarea de presiune hidraulică după protejare se va efectua la o presiune egală cu presiunea de calcul a recipientului, dacă în proiect nu se prescrie altfel.
Pentru recipientele emailate, încercarea de presiune hidraulică se va efectua după emailare la o suprapresiune determinată conform pct. 4.1.8.

4.1.8.5 Presiunea de încercare hidraulică în recipientele turnate din fontă este egală cu:
- de două ori presiunea de calcul, dacă această presiune este mai mare de 0,2 MPa (2 bar);
- de 2,5 ori presiunea de calcul, dar cel puţin 0,4 MPa (4 bar), dacă presiunea respectivă este mai mică de sau cel mult egală cu 0,2 MPa (2 bar).

4.1.9 În cazul în care încercarea hidraulică se înlocuieşte cu încercarea pneumatică de rezistenţă, presiunea de încercare pneumatică de rezistenţă, p_{pp}, în MPa sau bar, va fi:

$$p_{pp}=1{,}1\ p_m\ f_{ap}/f_a \qquad \text{(MPa sau bar)}$$

unde: p_m, f_{ap} şi f_a au semnificaţiile de la pct. 4.1.8.

4.1.9.1 Elementele de recipient vor fi astfel proiectate încât în timpul încercării pneumatice de rezistenţă, tensiunea în elementul considerat să nu depăşească 80% din valoarea limitei tehnice de curgere a materialului din care a fost executat.

4.1.9.2 Recipientele protejate în interior cu un strat anticoroziv se supun încercării pneumatice de rezistenţă în condiţiile pct. 4.1.8.4.

4.1.9.3 În cazul în care încercarea hidraulică se înlocuieşte cu o încercare mixtă hidraulică şi pneumatică de rezistenţă şi definită ca încercare cu apă şi aer, p_{php} (valoarea maximă a presiunii), şi condiţiile în care aceasta se execută vor corespunde prevederilor de la pct. 4.1.9 şi 4.1.9.1.

4.1.10 Grosimea de rezistenţă, S_0 (în cm), este grosimea elementului de recipient aşa cum rezultă din calculele de rezistenţă, fără nici un fel de adaos.
În condiţiile care impun luarea în considerare a solicitărilor rezultate din transport, montare etc., se adoptă, după caz, o grosime de rezistenţă mărită, justificată pentru aceste condiţii.

4.1.10.1 În cazul construcţiei cu căptuşeli aplicate, depuse pe suprafaţa metalului de bază prin orice procedeu, grosimea de rezistentă nu include grosimea căptuşelii aplicate.

4.1.11 Grosimea de proiectare, S_p (în cm), este cea mai mică grosime a unui element de recipient stabilită să îndeplinească toate cerinţele funcţionale ale utilajului.
Grosimea de proiectare se determină cu relaţia:

$$S_p=S_0+C_1+C_{r1}$$

unde:

C_1 - adaos pentru condiţii de exploatare (în cm);
C_{r1} - rotunjire (în cm).

4.1.12 Adaosul pentru condiţiile de exploatare, C_1, este grosimea suplimentară care se adaugă la elementele recipientului susceptibile de a se subţia prin coroziune sau eroziune, în scopul de a realiza o funcţionare sigură pe durata de funcţionare a recipientului stabilită prin proiect.

4.1.12.1 Adaosul C_1 nu este necesar în cazul în care se aplică metode de protecţie care să împiedice subţierea peretelui şi, de asemenea, în cazul în care recipientul sau elementul de recipient nu este supus acţiunii de coroziune sau eroziune sau intensitatea acestora produce efecte neglijabile pentru durata stabilită de utilizare a recipientului.

4.1.12.2 Adaosul pentru condiţiile de exploatare, C_1, poate fi diferit la două elemente diferite ale aceluiaşi recipient, în funcţie de intensitatea subţierii peretelui. La stabilirea adaosului se va ţine seama de influenţa fluidelor care acţionează pe ambele suprafeţe ale elementului de recipient.

4.1.13 Rotunjirea, C_{r1}, care se ia în calculul grosimii de proiectare (S_p) va ţine seama de valoarea grosimii standardizate imediat superioare a semifabricatului, de abaterea negativă la grosime precum şi de adaosul tehnologic.

4.1.14 Grosimea elementelor supuse presiunii, executate din materiale metalice laminate (cu excepţia compensatorilor lenticulari), trebuie să fie cel puţin egală cu:

a) 2,5 mm pentru oţeluri carbon şi oţeluri slab aliate, cu excepţia oţelurilor austenitice inoxidabile îmbinate prin sudare sau lipire tare;
b) 7 mm pentru oţeluri carbon şi oţeluri slab aliate, în cazul încălzirii cu flacără cu gaze de ardere cu temperatura mai mare de 650°C; grosimea de proiectare minimă a materialului din care se construiesc aparatele de vulcanizare cu foc direct, în cazul folosirii oţelului carbon, va fi de cel puţin 7 mm, chiar dacă din calcul va rezulta o grosime mai mică; nu este admisă execuţia acestora din fontă turnată;
c) 1,5 mm pentru oţeluri austenitice inoxidabile îmbinate prin sudare;
d) 1,6 mm pentru materiale neferoase îmbinate prin sudare sau lipire tare.

4.1.15 Grosimea elementelor turnate trebuie să fie cel puţin egală cu:

a) 6 mm pentru oţel;
b) 4 mm pentru fontă.

4.1.16 În cazul recipientelor sub presiune formate din mai multe compartimente, care lucrează la presiuni şi temperaturi identice sau diferite, fiecare compartiment trebuie să fie proiectat şi executat astfel încât să reziste celor mai severe solicitări datorate acţiunii simultane a presiunii şi temperaturii, care pot apărea în exploatarea normală.

4.2 Alegerea materialelor

4.2.1 La construirea, montarea sau repararea recipientelor pot fi folosite materialele prevăzute în prezenta prescripţie tehnică, care să reziste la solicitări mecanice (statice şi dinamice), termice, chimice etc. corespunzător condiţiilor de exploatare, în vederea funcţionării sigure a instalaţiilor.

4.2.1.1 Alegerea mărcilor de materiale se va face din gama celor tipizate sau echivalente acestora conform reglementărilor tehnice în vigoare.

4.2.2 La alegerea materialelor destinate a lucra la temperaturi mai mici de +15°C, se va ține seama de:

(1) temperatura minimă care poate fi atinsă de fluidul conținut în condiții de exploatare normală la o presiune cu o valoare egală cu sau mai mare de 20% din valoarea presiunii de calcul a recipientului, ținându-se seama de prevederile de la pct. 5.3.11 şi 5.3.12 din PT C 4/1;

(2) în cazul unor recipiente calculate pe baza proprietăților la cald ale materialelor şi care datorită procesului tehnologic funcționează perioade scurte (în special la porniri, opriri sau purjări), la temperaturi sub +15°C, acestea pot fi executate din materiale corespunzătoare temperaturii de calcul, fără garanții de reziliență pentru temperaturi scăzute, cu următoarele condiții cumulative:

a) se va stabili o presiune a recipientului egală cu $p_m f_{ap}/f_a$ corespunzătoare temperaturii de +20°C (p_m, f_{ap} şi f_a au semnificațiile de la pct. 4.1.8);

b) în perioadele în care temperatura este mai mică de +15°C, presiunea din recipient nu trebuie să depăşească 20% din valoarea presiunii stabilite conform lit. a);

c) prin proiect se vor preciza condițiile de funcționare şi măsurile care trebuie să fie luate pentru realizarea acestor condiții;

(3) în cazul recipientelor supuse presiunii unui fluid care staționează permanent sau temporar la o valoare peste 20% din presiunea de calcul a recipientului, se va ține seama de temperatura cea mai mică pe timp de iarnă a zonei în care va funcționa recipientul.

4.2.2.1 Pentru temperatura atmosferică cea mai mică se va avea în vedere temperatura medie a celei mai friguroase zile, stabilită statistic, în zona în care va funcționa recipientul.

4.2.2.2 Necesitatea de staționare temporară a fluidului la presiuni peste 20% din presiunea de calcul a recipientului la temperaturi mai mici de +15°C se va justifica prin proiect.

4.2.2.3 În cazurile în care în timpul funcționării anumite elemente interioare ale compartimentelor recipientelor sub presiune nu sunt influențate de temperatura atmosferică, nu se va ține seama de această temperatură.

4.2.3 Materialele folosite pentru execuția elementelor care nu funcționează sub presiune, dar care se sudează la elemente sub presiune, se aleg prin proiect cu următoarele precizări:

a) elementele portante ale căror dimensiuni rezultă dintr-un calcul de rezistență (suporturi, inele de rigidizare, inele de compensare etc.) se execută din aceleaşi mărci şi calități de materiale şi care au aceleaşi garanții ca şi materialele la care se sudează sau din materiale echivalente cu acestea, stabilite prin proiect;

b) celelalte elemente (amenajări interioare, inel suport pentru sudură, suport placă timbru, suporturi pentru izolații etc.) pot fi executate din materialele precizate la cap. 3 şi a căror sudabilitate să fie compatibilă cu cea a elementului la care se sudează.

Pentru aceste materiale nu este necesară garantarea limitei de curgere la cald sau a rezilienței la temperaturi mici, iar caracteristicile mecanice la temperatura de +20°C se consideră satisfăcătoare, în conformitate cu standardul de produs.

4.2.4 La recipientele prevăzute cu materiale (căptuşeli) de protecție (anticorozive, refractare etc.) este necesar ca prin proiect să se precizeze durata de funcționare a acestor materiale.

4.3 Amplasarea orificiilor pe fundurile bombate

4.3.1 Orificiile trebuie să fie amplasate pe funduri sferice racordate (în formă de mâner de coş) şi elipsoidale astfel încât distanţa între marginea sudurii racordului sau a sudurii inelului de întărire a racordurilor şi conturul exterior al fundului, măsurată în proiecţia pe plan perpendicular pe axa de revoluţie a fundului, să fie cel puţin egală cu 1/10 din diametrul exterior al fundului, dar nu mai mic de (0,09 Di+S) (a se vedea fig. 3 din anexa G).

4.3.1.1 În cazuri justificate, pentru funduri elipsoidale şi mâner de coş se poate micşora distanţa menţionată mai sus. Proiectantul şi constructorul trebuie să facă dovada că pentru soluţia adoptată eforturile din zona orificiului nu depăşesc valorile admisibile şi să prezinte documentele respective în documentaţia tehnică a recipientului.

4.3.1.2 Pentru recipientele emailate, în cazuri justificate, se poate micşora distanţa menţionată mai sus, indiferent de forma fundului, dacă grosimea de proiectare adoptată pentru fund (din motive de execuţie) este cel puţin de două ori mai mare decât grosimea de rezistenţă plus adaosurile necesare ($S_p \geq 2S_0+C_1+C_r$).

4.4 Racorduri

4.4.1 Fiecare compartiment al recipientului va fi prevăzut cu racorduri pentru aerisire şi scurgere, în poziţia de funcţionare. Amplasarea acestor racorduri trebuie să fie realizată astfel încât să asigure aerisirea, posibilitatea verificării aerisirii şi golirea. Se admite ca golirea să se facă şi prin sifonare.
Racordurile pentru aerisire sau scurgere pot fi înlocuite prin mufe astupate cu dopuri filetate la care etanşarea trebuie să se asigure prin garnitură.

4.4.2 La recipientele care conţin fluide letale, hidrogen sau medii care pot provoca coroziunea fisurantă sub tensiune nu se admite folosirea de racorduri montate prin filet pe corpul recipientului sau de mufe cu dopuri filetate.
La recipientele care transportă fluide letale, montate pe platforme deplasabile, se admit mufe cu dopuri filetate pentru aerisire, la care etanşarea trebuie să se asigure prin garnitură. Aceste mufe vor fi amplasate pe generatoarea superioară a recipientului.

4.4.3 Funcţie de natura fluidului, recipientele care lucrează cu ţiţei, produse petroliere, chimice şi petrochimice vor fi prevăzute cu racorduri necesare pentru aburire sau pentru suflare cu gaze neutre, dacă aceste operaţii nu se realizează prin racordurile de proces de pe recipient în cadrul unui circuit complex.

4.4.4 Ştuţurile racordurilor se vor executa din ţevi laminate la cald sau trase la rece, din piese tip bucşă sau bară forjată sau din virole. Se admite execuţia ştuţurilor din bară laminată numai dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiţii:

- diametrul interior al ştuţului este egal cu sau mai mic de 50 mm;
- grosimea de proiectare a ştuţului este cel puţin egală cu 1,5 ori grosimea de rezistenţă plus adaosurile necesare ($s_p \geq 1,5s_0+c_1+c_r$);
- recipientul nu conţine substanţe letale, substanţe care produc coroziune fisurantă sub tensiune şi nu lucrează la temperaturi mai mici de +15°C.

4.5 Organe de asamblare

4.5.1 Organele de asamblare utilizate la îmbinările recipientelor trebuie să corespundă

standardelor naționale sau ale producătorilor pentru organele de asamblare destinate recipientelor sub presiune.

4.5.2 Piulițele trebuie să fie complet înfiletate pe şuruburi. Partea filetată a şuruburilor sau prezoanelor va depăşi piulița cu cel puțin 1,5 paşi. Se admite reducerea acestei lungimi până la fața piuliței în cazul când înălțimea piuliței este mai mare de 0,8 d (d–diametrul şuruburilor).

4.5.3 Îmbinările prevăzute cu şuruburi demontabile sau mobile (basculante) trebuie să fie astfel proiectate încât să fie împiedicată slăbirea piulițelor sau deplasarea şuruburilor mobile în timpul funcționării din poziția lor inițială strânsă.
Şuruburile mobile (basculante) vor fi executate din materiale conform STAS 11290 şi cu condiții tehnice de execuție conform STAS 8121/1.

4.6 Guri pentru verificare

4.6.1 Toate compartimentele recipientelor trebuie să fie prevăzute cu guri pentru verificare.

4.6.2 Se poate renunța la guri pentru verificare dacă recipientul îndeplineşte cel puțin una dintre următoarele condiții:

- are orificii sau racorduri funcționale, care asigură o examinare interioară corespunzătoare;
- are un diametru interior mai mic de sau egal cu 400 mm, iar examinarea interioară se poate face prin racordurile unor conducte demontabile;
- are funduri sau capace demontabile cu dimensiuni cel puțin egale cu cele prescrise pentru gurile de vizitare;
- este de tipul cu pereți dubli, cu spațiu de încălzire (răcire), iar fluidul de lucru nu este coroziv sau nu produce depuneri; renunțarea la gura pentru verificare se referă la spațiul de încălzire (răcire) respectiv;
- este schimbător de căldură cu fascicul tubular nedemontabil;
- este recipient tip coloană la care fluidele din interior nu sunt corozive față de materialul corpului şi nu produc degradări în cazuri deosebite prevăzute în proiect (ca de exemplu din considerente tehnologice); în aceste cazuri, prin proiect se vor stabili metodele de examinare care să compenseze lipsa posibilităților de verificare interioară, volumul şi periodicitatea acestor examinări, precum şi condițiile de admisibilitate.

4.6.3 Tipurile şi dimensiunile minime ale gurilor pentru verificare sunt următoarele:
a) gurile de examinare vizuală sunt guri care au diametrul interior de cel puțin 50 mm şi înălțimea[*)] de cel mult 50 mm;
NOTĂ:[*)] Prin înălțimea unei astfel de guri se înțelege distanța cea mai mare măsurată pe generatoarea interioară a racordului între suprafața cea mai de sus a acestuia (cu capacul sau dopul filetat demontat) şi cealaltă suprafață extremă a racordului perpendiculară pe axa sa.
b) gurile de mână sunt guri în care poate fi introdusă o lampă şi care trebuie să aibă dimensiuni interioare de cel puțin 80 x 100 mm sau un diametru interior de cel puțin 80 mm; înălțimea acesteia nu trebuie să depăşească 65 mm decât în cazul amplasării pe un element conic, când poate fi de cel mult 100 mm; dacă pe un recipient este prevăzută numai o singură gură de mână, dimensiunile interioare ale acesteia trebuie să fie cel puțin 100 x 120 mm sau un diametru interior de cel puțin 100 mm;
c) gurile de cap sunt guri care permit introducerea simultană a capului şi a unui braț cu o lampă; acestea trebuie să aibă dimensiunile interioare de cel puțin

220 x 320 mm sau un diametru interior de cel puțin 320 mm; înălțimea acestora nu va depăși 100 mm;
d) gurile de vizitare sunt guri ce permit intrarea şi ieşirea unui om fără echipament auxiliar; acestea au dimensiunile interioare cel puțin 300 x 400 mm sau un diametru interior de cel puțin 400 mm şi o înălțime de maxim 250 mm;
e) gurile de salvare sunt guri care permit intrarea şi ieşirea unui om îmbrăcat cu echipament de salvare sau de protecție (de exemplu: necesar operațiilor din recipiente care conțin substanțe letale, toxice sau inflamabile); acestea trebuie să aibă diametrul interior de cel puțin 600 mm; în cazul în care, datorită considerentelor de proiectare nu este posibilă practicarea unui orificiu cu diametru de 600 mm, diametrul interior al gurii de salvare poate fi redus la 450 mm, cu condiția ca înălțimea acesteia să nu depăşească 250 mm.

4.6.3.1 Pentru gurile de vizitare executate din elemente standardizate (țevi, flanşe) definite prin diametrul nominal, în loc de diametrul interior se poate lua în considerare diametrul nominal.

4.6.3.2 În cazul în care înălțimile racordurilor menționate la pct. 4.6.3 lit. a)...e) depăşesc valorile prescrise, dimensiunile lor interioare trebuie să fie mărite astfel încât să permită verificarea corespunzătoare a recipientului.

4.6.3.3 Gurile de vizitare la care etanşarea este asigurată de o garnitură plată, comprimată prin efect de autoetanşare, aceasta trebuie să aibă o lățime de etanşare minimă de 17,5 mm.

4.6.3.4 Capacele gurilor de vizitare care au o greutate mai mare de 20 daN vor fi prevăzute cu dispozitive de suspendare şi rotire corespunzătoare pentru a se uşura demontarea şi accesul.
Se poate renunța la dispozitivele de rotire proprii dacă gurile de vizitare sunt uşor accesibile şi sunt asigurate mijloace de ridicare care să permită suspendarea capacului.

4.6.4 Amplasarea gurilor pentru verificare se va face conform celor menționate în tabelul 5 din anexa H.

4.6.4.1 Gurile de vizitare trebuie să fie astfel amplasate încât să fie uşor accesibile şi să permită intrarea şi ieşirea unei persoane în condiții de siguranță.

4.6.4.2 În cazul practicării de orificii necirculare, ori de câte ori este posibil, axa mică a orificiului va fi orientată paralel cu axa longitudinală a recipientului.

4.6.5 La recipientele tip coloană se va prevedea un număr corespunzător de guri de verificare, care să permită curățarea şi verificarea interioară a corpului recipientului.

4.7 Capace cu dispozitive de închidere şi deschidere rapidă

4.7.1 Capacele la care închiderea este asigurată în alt mod decât prin şuruburi (prin organ de închidere şi fixare de tipul: închizătoare-baionetă, cu ghidare etc.) se numesc „capace cu dispozitive de închidere şi deschidere rapidă”.
Organele de închidere sunt acele dispozitive care prin construcția lor împiedică deschiderea nedorită (necomandată, în cazul acționării automate) în (mecanismul) de zăvorâre astfel proiectat încât ruperea oricărui element al acestuia să nu poată provoca ruperea altor elemente de zăvorâre şi slăbirea strângerii capacului.
Garniturile capacelor cu dispozitive de închidere şi deschidere rapidă nu trebuie să aibă tendință de lipire.

4.7.2 Dispozitivele de închidere rapidă a capacelor trebuie să fie astfel proiectate şi amplasate încât, atunci când capacul este închis, să se poată stabili prin observare vizuală de la exterior că elementele sale de rezistență sunt în stare bună, iar elementele mecanismului de zăvorâre sunt complet cuplate.

4.7.3 Capacele cu acționare rapidă, strânse cu mecanisme de zăvorâre cu opritor şi la care slăbirea completă a strângerii este realizată printr-o rotire parțială sau o deplasare a capacului sau a mecanismului de zăvorâre, precum şi toate capacele a căror acționare (în vederea închiderii) nu este manuală, trebuie să fie astfel proiectate încât să fie îndeplinite următoarele condiții:

a) capacul şi organele lui de închidere şi de fixare să poată fi aduse, în poziția de lucru corectă, înainte de punerea sub presiune a recipientului;
b) să fie împiedicată deschiderea nedorită (necomandată) a capacului în timpul funcționării sau înainte ca presiunea interioară să fi fost redusă la valoarea celei atmosferice.

4.7.4 Deschiderea organului de închidere trebuie să fie posibilă numai după închiderea dispozitivului de alimentare şi deschiderea celui de evacuare şi după reducerea presiunii interioare la valoarea presiunii atmosferice. La utilizarea dispozitivelor automate de închidere şi deschidere trebuie să se prevadă un sistem de interblocare a operațiilor de alimentare şi evacuare.

4.7.5 Capacele strânse cu mecanisme sau dispozitive de zăvorâre acționate manual trebuie să fie astfel proiectate încât slăbirea (deschiderea) lor să poată fi efectuată în trepte (realizate constructiv sau cu dispozitive speciale de interblocare), pentru a se verifica lipsa de presiune în recipient. Acestea trebuie să fie echipate cu dispozitive de avertizare sonoră sau optică pentru a sesiza operatorul dacă la introducerea presiunii în recipient dispozitivul de zăvorâre nu a fost adus în poziția corectă de lucru (şi, deci, nu se realizează etanşarea capacului) sau de la acționarea mecanismului sau dispozitivului de zăvorâre în vederea deschiderii capacului presiunea din recipient nu a fost redusă la valoarea celei atmosferice.

4.7.6 Toate recipientele care au capace cu dispozitive de închidere rapidă trebuie să fie prevăzute cu manometre cu cadranul vizibil de la locul de muncă al operatorului. Nu se admite înlocuirea manometrului cu un termometru.

4.8 Inele de rigidizare pentru mantale cilindrice supuse la presiune pe partea convexă (presiune exterioară)

4.8.1 Inelele de rigidizare trebuie să acopere complet circumferința mantalei. Îmbinarea între capetele a două sectoare alăturate ale unui inel trebuie să fie astfel realizată încât momentul de inerție al îmbinării să nu fie mai mic decât momentul de inerție al inelului de rigidizare. De asemenea, orice elemente fixate la manta, în dreptul unei întreruperi a inelului de rigidizare, trebuie să asigure pe porțiunea de întrerupere un moment de inerție cel puțin egal cu cel al inelului.

4.8.2 Inelele de rigidizare pot fi amplasate la exterior sau la interior şi trebuie să asigure contactul cu mantaua. Asamblarea inelelor de rigidizare la manta trebuie să fie efectuată prin sudură continuă sau întreruptă. Se admite şi asamblarea prin nituire, însă numai în cazuri justificate tehnic prin documentația de execuție. Nituirea nu se admite în cazul recipientelor supuse coroziunii.
În cazul asamblării la interior, inelele de rigidizare pot să nu fie sudate la manta, cu condiția ajustării acestora la suprafața interioară a mantalei, pentru realizarea unui contact strâns pe toată circumferința şi asigurării lor împotriva deplasării față de poziția inițială.

4.8.3 În cazul asamblării inelelor de rigidizare la manta prin sudură întreruptă, lungimea totală a porțiunilor sudate de pe fiecare parte a inelului de rigidizare trebuie să aibă următoarele valori:

a) cel puțin jumătate din lungimea circumferinței exterioare a mantalei, în cazul amplasării inelului la exterior;
b) cel puțin o treime din lungimea circumferinței interioare a mantalei, în cazul amplasării inelului la interior.

Distanța între două porțiuni succesive sudate trebuie să fie conform fig. 4 din anexa G.

4.8.4 În cazul asamblării prin nituire a inelelor de rigidizare la exteriorul mantalei, diametrul nominal al niturilor trebuie să fie cel puțin egal cu grosimea tablei mantalei, iar pasul găurilor de nit trebuie să fie conform fig. 5 din anexa G.

4.9 Amenajări interioare

4.9.1 Serpentinele, amestecătoarele, şicanele sau alte dispozitive similare care sunt montate în interiorul recipientului şi a căror prezență împiedică efectuarea reviziei interioare trebuie să fie demontabile.

În funcție de acțiunea corozivă şi erozivă a fluidului din interior se poate admite ca amenajările interioare să fie nedemontabile. Astfel de cazuri vor fi justificate prin proiect, precizându-se totodată verificările care trebuie să fie efectuate în locul examinării interioare, metodele de verificare, condițiile de admisibilitate, precum şi intervalele de timp la care se vor efectua. De asemenea, se va preciza perioada de timp maximă după care este obligatorie demontarea amenajărilor respective în vederea examinării suprafețelor interioare ale recipientului.

4.10 Cerințe tehnice de proiectare pentru recipiente de oțel executate prin sudare

4.10.1 La sudarea elementelor supuse presiunii, precum şi a celor nesupuse presiunii care se sudează la cele supuse presiunii este permis orice procedeu de sudare, cu condiția omologării lui prealabile conform prevederilor prescripției tehnice referitoare la omologarea procedurilor de sudare, Colecția ISCIR.

4.10.2 Pentru recipientele supuse la oboseală sau la care în timpul exploatării se poate produce fenomenul de difuziune a hidrogenului sau pentru mediile care produc coroziune fisurantă sub tensiune, proiectantul trebuie să prescrie condiții suplimentare față de cele prevăzute în prezenta prescripție tehnică, în vederea realizării siguranței în exploatare.

4.11 Tipuri admisibile de îmbinări sudate

4.11.1 La sudarea elementelor recipientelor sub presiune se vor folosi îmbinări cap la cap.

Se admite folosirea altor tipuri de îmbinări, cu excepția tipurilor de suduri prezentate în fig. 6 din anexa G, în următoarele cazuri:

a) pentru sudarea flanşelor fundurilor plane sau a racordurilor la elementele cilindrice sau sferice;
b) atunci când construcția recipientului impune îmbinarea prin suprapunere a tablelor, cu următoarele condiții:
   - grosimea elementelor sudate să fie de cel mult 10 mm în cazul îmbinărilor longitudinale, respectiv 16 mm în cazul îmbinărilor circulare;
   - elementele respective să nu fie expuse flăcării;
   - sudarea să fie executată pe ambele părți;
c) pentru fixarea în interiorul unei mantale cilindrice a unui fund bombat

intermediar, indiferent de grosime, dacă îmbinarea corespunde fig. 7a din anexa G sau în cazul unui fund de capăt, cu condiția ca grosimea virolei la care se sudează să nu depăşească 16 mm, iar îmbinarea să corespundă fig. 7b din anexa G; în cazul fig. 7a se va prevedea cel puțin o gaură de control filetată, de cel mult M10, pentru verificarea etanşeității cordoanelor de sudură;

d) îmbinările să nu fie solicitate la încovoiere, cu excepția celor destinate elementelor neportante (urechi, gusee, scări, dispozitive interioare etc.).

4.11.2 Îmbinările sudate cap la cap se recomandă să fie astfel amplasate încât să nu fie solicitate la încovoiere.

4.12 Virole cilindrice

Virolele cilindrice vor fi realizate dintr-un număr minim de table. Virolele din mai multe bucăți vor fi astfel executate încât, după roluire, îmbinările sudate să fie dispuse pe generatoare, la o distanță de cel puțin 800 mm una față de alta. Se admite ca o singură distanță să fie mai mică de 800 mm, dar cel puțin 200 mm.

4.13 Funduri, capace şi elemente racordate

4.13.1 Fundurile sau alte elemente racordate (bordurate) îmbinate cap la cap cu un element cilindric (cu excepția compensatoarele de dilatație) trebuie să aibă lungimea minimă a părții cilindrice, L, (de la muchia rădăcinii rostului până la începutul racordării) conform prevederilor din tabelul 6 din anexa H.

În cazul în care grosimea peretelui fundului sau al elementului racordat depăşeşte grosimea peretelui elementului la care se asamblează cu mai mult de un sfert din grosimea acestuia din urmă, lungimea minimă a părții cilindrice, L, va fi egală cu de 3 ori grosimea peretelui fundului sau al elementului racordat, fiind însă suficienți 40 mm. Prevederile alineatului anterior se aplică numai dacă valorile rezultate sunt mai mari decât cele indicate în tabelul 6 din anexa H, chiar dacă s-a executat teşirea elementului mai gros.

4.13.1.1 La fundurile semisferice partea cilindrică nu este obligatorie.

4.13.2 În cazul asamblării fundurilor sau altor elemente racordate, la flanşe, prin suduri de colț, lungimea minimă a părții cilindrice va fi conform fig. 8 din anexa G.

4.13.2.1 Flanşele de tip liber şi de tip integral sunt definite la pct. 5.15.4.

4.13.3 Fundurile ambutisate executate din două sau trei bucăți sudate cap la cap, trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

a) la fundurile executate din două bucăți, cordonul de sudură va fi amplasat după o coardă, la o distanță față de centru de cel mult 1/5 din diametrul exterior al fundului;

b) la fundurile executate din 3 bucăți, cordoanele de sudură trebuie să fie amplasate pe coarde paralele, situate față de centrul fundului la o distanță de cel puțin 5 ori grosimea tablei şi minim 100 mm măsurată între axele sudurilor, însă nu mai mare de 1/5 din diametrul exterior al fundului; se admite ca una din cusături să treacă prin centrul fundului.

4.13.4 Fundurile executate prin sudare din mai multe elemente ambutisate, respectiv o rozetă centrală şi segmente (a se vedea fig. 9 din anexa G), trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

a) îmbinările sudate trebuie să fie amplasate numai după meridiane şi cercuri;

b) rozeta va avea diametrul de cel mult jumătate din diametrul exterior al fundului;
c) numărul de segmente, care se recomandă să fie impar, trebuie să fie astfel ales încât distanța, măsurată pe conturul rozetei, între două suduri meridiane succesive să nu fie mai mare de 5 ori grosimea tablei, dar cel puțin 100 mm; distanța se măsoară între axele sudurilor;
d) în cazul în care rozeta este executată din două bucăți, cordonul de sudură trebuie să fie amplasat pe diametru; în acest caz, distanța între sudura rozetei şi cusăturile meridionale va fi de cel puțin 5 ori grosimea tablei, dar nu mai puțin de 100 mm, măsurarea efectuându-se pe conturul rozetei între axele sudurilor.

4.13.5 Este interzisă utilizarea fundurilor sferice neracordate, cu excepția celor care se sudează la flanşe, care formează capacele flotante ale schimbătoarelor de căldură sau capacele gurilor de vizitare, conform STAS 5661/3 şi STAS 5661/5.

4.13.6 Folosirea fundurilor conice neracordate este permisă numai cu condiția ca semiunghiul la vârful conului să nu depăşească 30°.

4.13.7 La fundurile conice executate din mai multe bucăți, îmbinările sudate cap la cap trebuie să fie amplasate numai după generatoare şi pe circumferințe aflate în plane paralele cu baza conului.

4.14 Flanşe

4.14.1 Flanşele plate se vor executa dintr-o bucată. Se admite execuția din mai multe segmente îmbinațe prin sudură, respectându-se cumulativ următoarele:
a) lungimea minimă a segmentelor, măsurată pe circumferința medie a flanşei, să nu fie mai mică de 500 mm (a se vedea fig. 10 din anexa G);
b) sudura să fie cap la cap şi complet pătrunsă;
c) sudura să fie verificată nedistructiv 100%;
d) flanşa să fie supusă unui tratament termic conform pct. 4.19.1…4.21.1.

4.14.2 Flanşele cu gât se vor executa prin forjare. Se admite execuția din bară laminată a flanşelor cu gât cu diametrul nominal maximde 50 mm.

4.15 Elemente de compensare

4.15.1 Inelele de compensare se vor executa dintr-o bucată. Se pot admite şi inele executate din două jumătăți care se vor suda la montarea racordului.

4.15.2 Inelele de compensare nu trebuie să fie amplasate peste îmbinările sudate ale corpului recipientelor. În cazul în care acest lucru nu este posibil, îmbinările sudate acoperite trebuie să fie verificate, în prealabil, radiografic în proporție de 100%.

4.15.3 Distanța minimă între marginea sudurii inelului de compensare şi marginea îmbinărilor sudate ale corpului recipientelor trebuie să fie cel puțin egală cu de 3 ori cateta cusăturii de colț (a se vedea fig. 11a din anexa G).
În cazul inelelor de compensare care acoperă sudura corpului, distanța minimă de trei catete se referă la distanța între marginea sudurii corpului şi marginea inelului de compensare (a se vedea fig. 11b din anexa G), măsurată pe axa inelului de compensare perpendicular pe cordonul de sudură al corpului.

4.15.3.1 În cazuri justificate tehnic prin proiect, se poate admite distanța între suduri de cel

puțin o catetă, dar nu sub 20 mm.

4.15.4 Fiecare inel de compensare trebuie să fie prevăzut cu cel puțin o gaură de control filetată, cu diametrul de cel mult M10, pentru verificarea etanşeității îmbinării sudate dintre racord şi manta.
Dacă inelul de compensare este montat la interior, găurile de control trebuie să fie prevăzute în peretele recipientului.
În cazul compensării aceluiaşi orificiu cu un inel amplasat la interiorul recipientului şi altul amplasat la exteriorul acestuia, fiecare inel va fi prevăzut cu cel puțin o gaură de control.
Dacă inelul de compensare este executat din două jumătăți sudate, fiecare jumătate trebuie să fie prevăzută cu cel puțin o gaură de control.
În timpul exploatării recipientului, găurile de control trebuie să rămână deschise pentru a semnala eventualele scăpări datorită neetanşeităților. Eventuala protejare împotriva astupării nedorite trebuie să fie realizată cu mijloace demontabile.

4.15.5 În cazul compensării orificiilor prin bucşe (țevi îngroşate), diametrul interior al acestora trebuie să fie egal cu cel al racordului. La asamblarea prin sudură a bucşei cu racordul trebuie să se asigure o trecere lină la grosimea racordului conform prevederilor de la pct. 4.17.6 şi fig. 12a, o racordare conform fig. 12b sau o porțiune de aceeaşi grosime cu a racordului conform fig. 12c (a se vedea fig. 12 din anexa G).

4.15.5.1 Bucşele de compensare se vor executa din țevi îngroşate, din bucşă sau bară forjată sau virole. Pentru execuția din bară laminată se vor respecta condițiile de la pct. 4.4.4.

4.15.6 În cazul recipientelor care prin condițiile de exploatare sunt supuse coroziunii prin atac de hidrogen se va evita compensarea orificiilor prin inele de compensare. Acolo unde, din condiții constructive, nu se poate aplica decât compensarea prin inele, acestea vor fi prevăzute cu minim 2 găuri de ventilație (cu sau fără ştuțuri, care prin lungime vor depăşi grosimea izolației recipientului). În acest scop, se pot folosi găurile menționate la pct. 4.15.4.

4.16 Echipamente interioare

4.16.1 Cusăturile sudate pentru fixarea echipamentelor amplasate în interiorul recipientului trebuie să fie decalate față de sudurile acestuia cu o distanță egală cu cel puțin de trei ori cateta cusăturii de colț (a se vedea fig. 13 din anexa G).

4.16.2 Este interzisă traversarea cusăturilor sudate ale corpului recipientului de cusăturile de fixare ale echipamentelor interioare.
În cazul în care traversarea nu poate fi evitată, se vor practica decupări sau se va întrerupe sudura de fixare în dreptul cusăturilor sudate ale corpului recipientului.
În cazul în care acest lucru nu este posibil, se poate să nu se întrerupă sudura de fixare, cu condiția ca porțiunile acoperite ale sudurii corpului să fie verificate, în prealabil, nedistructiv. Verificarea se va extinde cel puțin 50 mm în ambele părți ale porțiunii acoperite.

4.17 Corpul recipientului

4.17.1 Îmbinările sudate vor fi astfel amplasate încât să se evite, pe cât posibil, ca acestea să fie expuse direct flăcărilor sau gazelor de ardere.

4.17.2 Îmbinările longitudinale ale virolelor recipientului montat orizontal trebuie să fie situate în afara zonei de 140°C a părții inferioare a recipientului, împărțită egal de o parte şi de alta a axei verticale a acestuia. Dacă acest lucru nu poate fi realizat, montarea recipientului se va

face astfel încât să permită verificarea şi repararea cu uşurinţă din exterior a îmbinărilor sudate.

4.17.3 Este interzisă intersectarea cusăturilor sudate ale corpului recipientului.
Cusăturile longitudinale ale virolelor cilindrice şi conice alăturate trebuie să fie decalate cu o distanţă egală cu cel puţin de 3 ori grosimea tablei mai groase, însă nu mai puţin de 100 mm. Această condiţie este valabilă şi pentru cusăturile meridionale alăturate ale sferelor.
Cusăturile meridionale ale fundurilor executate din mai multe bucăţi trebuie să fie decalate faţă de sudurile longitudinale ale virolelor alăturate cu o distanţă egală cu cel puţin de 3 ori grosimea tablei mai groase, dar nu mai puţin de 100 mm.

4.17.3.1 Prin „intersectare" se înţelege traversarea unei cusături de către alta, astfel încât să rezulte o configuraţie în cruce. Nu sunt considerate „intersecţii" configuraţiile în „T".

4.17.3.2 Decalajele minime prevăzute mai sus se măsoară între axele îmbinărilor sudate.

4.17.4 Este interzisă acoperirea îmbinărilor sudate ale corpului recipientului de către alte elemente care se sudează de acesta (inele de întărire, suporturi etc.).
În cazul elementelor de fixare care traversează îmbinările sudate ale recipientului, se vor practica decupări în elementele respective sau se va întrerupe sudura de prindere a acestora, conform fig. 14 din anexa G.
În cazul în care acest lucru nu este posibil, se poate admite să nu se întrerupă sudura elementelor de fixare în dreptul îmbinărilor respective, cu condiţia ca porţiunile acoperite să fie verificate în prealabil radiografic 100%. Zonele verificate vor depăşi, la fiecare capăt, cu cel puţin 50 mm porţiunile acoperite.

4.17.5 Amplasarea elementelor neportante care se sudează de corpul recipientului se va face astfel încât distanţa între sudura acestora şi sudurile corpului recipientului să fie de cel puţin 3 ori cateta cusăturii de colţ a elementului respectiv. Distanţa se măsoară între marginile sudurilor.

4.17.6 La sudura cap la cap a tablelor cu grosimi diferite, tabla mai groasă trebuie să fie teşită uniform până la grosimea tablei subţiri, pe o lungime cel puţin egală cu de 4 ori diferenţa de grosime, conform fig. 15b din anexa G.
Nu este necesară teşirea tablei mai groase dacă diferenţa de grosime dintre table nu depăşeşte valorile indicate în tabelul 7 din anexa H. În acest caz, sudura se poate realiza conform fig. 15a din anexa G.

4.17.6.1 Mărimile c_1 sau c_2 pot avea valori egale cu zero.

4.17.6.2 Prin îmbinări longitudinale şi cele asimilate lor se înţeleg următoarele:
- îmbinările longitudinale ale virolelor cilindrice, ale reducţiilor conice, ale racordurilor sau ale altor elemente ale corpului recipientului (domuri, gură de vizitare şi similare);
- îmbinările care concură la executarea mantalelor sferice, a fundurilor bombate şi plane şi a pereţilor plani;
- îmbinările circulare de asamblare a fundurilor semisferice cu mantale cilindrice, cu reducţii conice sau cu alte elemente ale corpului recipientului.

4.17.6.3 Prin îmbinări circulare se înţeleg următoarele:
- îmbinările circulare între virole, precum şi îmbinările racordurilor sau ale altor elemente ale corpului recipientului;
- îmbinările circulare dintre reducţiile conice şi părţile cilindrice ale recipientelor;
- îmbinările circulare dintre fundurile bombate (elipsoidale sau sferice racordate) şi

părțile cilindrice ale recipientelor sau alte elemente ale acestora, la care se sudează.

4.18 Amplasarea orificiilor față de îmbinările sudate

4.18.1 Amplasarea orificiilor se va face astfel încât să nu fie practicate pe îmbinările sudate sau în imediata apropiere a acestora.

4.18.2 În cazul în care amplasarea orificiilor pe o îmbinare sudată nu poate fi evitată, se vor lua următoarele măsuri:

a) întărirea orificiului pe baza calculului de compensare prevăzut la cap. 5;

b) îmbinarea în care s-a practicat orificiul va fi radiografiată pe o lungime cel puțin egală cu diametrul orificiului, de o parte şi de alta a acestuia.

4.18.2.1 Dacă porțiunea radiografiată se termină la o distanță mai mică de două grosimi de tablă (socotind dimensiunea tablei mai groase), dar nu mai mare de 20 mm față de un nod de sudură, este obligatorie şi radiografierea integrală a nodului respectiv.

4.18.2.2 Prevederile de mai sus şi cele de la pct. 4.18.1 nu se aplică ştuțurilor amplasate pe alte ştuțuri ale recipientului.

4.19 Tratamentul termic pentru recipiente de oțel carbon şi oțel slab aliat

4.19.1 Elementele executate din table formate la rece (executate din una sau mai multe bucăți sudate), la care deformarea remanentă a fibrei întinse extreme depăşeşte 5%, trebuie să fie supuse unui tratament termic pentru refacerea structurii inițiale (normalizare, îmbunătățire etc.).
Tratamentul termic menționat mai sus nu este necesar dacă deformarea remanentă nu depăşeşte 5% şi dacă materialul a fost tratat corespunzător inițial (normalizat, îmbunătățit etc.).

4.19.1.1 La elementele cilindrice sau conice, care au grosimea mai mare de 0,009 (Di+120) cm, în locul tratamentului termic de normalizare pentru refacerea structurii inițiale se poate aplica un tratament termic de detensionare, indiferent de gradul de deformare, cu excepția cazurilor de la pct. 4.19.1.2.
Di-diametrul interior, cel mai mare în cazul elementelor conice, în cm.

4.19.1.2 Elementele de oțel de tipul II sau IV (conform tabelului 8 din anexa H), executate din una sau mai multe bucăți sudate înainte de îndoirea la rece, se vor supune unui tratament termic pentru refacerea structurii inițiale, dacă deformația remanentă a fibrei întinse extreme depăşeşte 2%.

4.19.1.3 Deformația fibrei extreme întinse se determină cu relația:

$$\delta = \frac{k \cdot s}{R_m} \cdot 100\%$$

unde:

$k \cdot s = R_e - R_m$ este grosimea materialului supus la întindere;

R_e - raza de curbură în fibra întinsă extremă;

R_m - raza de curbură în fibra neutră (nedeformată);

s - grosimea materialului.

În cazul în care raportul $R_i/s > 10$ (R_i-raza de curbura în fibra comprimată extremă), fibra neutră este chiar fibra medie (K= 0,5), iar expresia deformării devine: $\delta = \frac{s}{2R_m} \cdot 100\%$

Această expresie poate fi folosită cu un grad de aproximare acceptabil şi pentru cazurile în care

$5 \leq R_i/s < 10$. Dacă $R_i/s < 5$, deformarea trebuie să fie determinată ținând seama de poziția reală a fibrei neutre ($K \neq 0,5$).

4.19.1.4 În cazul elementelor executate din țevi de oțel carbon, oțel slab aliat şi aliat necesitatea şi condițiile de executare a tratamentului termic vor fi stabilite prin standarde ale constructorului, ținând seama şi de recomandările producătorului de țevi.

4.19.1.5 Tratamentele termice impuse de procesele chimice din recipient vor fi indicate în desenul tip de ansamblu. Celelalte tratamente termice vor fi prevăzute de către constructor prin documentația de execuție.

4.19.2 După sudare se va efectua un tratament termic conform prevederilor cap. 7 în toate cazurile în care:

a) grosimea elementului de recipient în îmbinarea sudată depăşeşte valorile indicate în tabelul 8 din anexa H;

b) recipientul conține substanțe care pot provoca coroziunea fisurantă sub tensiune indiferent de grosimea peretelui;

c) recipientul conține substanțe letale, indiferent de grosimea peretelui;

d) recipientul este supus acțiunii directe a flăcărilor şi este executat din table de oțel carbon sau oțel slab aliat cu grosimea mai mare de 16 mm;

e) recipientul are temperatura minimă admisibilă de lucru mai mică de -20°C.

4.19.3 În cazul oțelurilor de tip V (a se vedea tabelul 8 din anexa H), îmbinările circulare sudate cap la cap ale țevilor, precum şi cusăturile de colț între țevi şi alte elemente pot să nu fie tratate termic dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:

a) grosimea cusăturilor de colț, definită în SR EN 22553, nu depăşeşte 8 mm;

b) conținutul maxim de crom şi de carbon, conform standardului de produs, nu depăşeşte 3%, respectiv 0,15%;

c) grosimea maximă a țevii este de 8 mm;

d) diametrul exterior al țevii nu depăşeşte 108 mm;

e) temperatura minimă de preîncălzire la sudare este de 150°C;

f) temperatura maximă de lucru este de 150°C.

4.19.4 În cazul în care se asamblează prin sudare elemente executate din oțeluri de tipuri diferite, tratamentul termic prescris trebuie să fie cel corespunzător oțelului a cărui temperatură de tratament termic este mai mare.

4.19.5 În cazul în care se asamblează prin sudare elemente cu grosimi diferite, grosimea considerată în vederea prescrierii tratamentului termic, conform pct. 4.19.2, trebuie să fie, după caz:

a) grosimea elementului cel mai subțire, în cazul îmbinărilor cap la cap, inclusiv cele dintre fund şi manta;

b) grosimea elementului cel mai gros, în cazul asamblării prin sudură de colț a unui fund bombat la interiorul unei mantale cilindrice;

c) grosimea mantalei, în cazul îmbinării mantalelor cilindrice cu funduri plane sau flanşe;

d) grosimea mantalei sau a fundului, în cazul asamblării racordurilor sau conductelor la o manta sau la un fund;

e) grosimea racordului, în cazul sudării unei flanşe cu gât la racord;

f) grosimea elementului sub presiune, în cazul îmbinării elementelor sub presiune cu elemente nesupuse presiunii.

4.20 Tratamentul termic pentru recipiente executate din oțeluri aliate

4.20.1 Tratamentul termic după sudarea elementelor executate din oțeluri aliate este necesar ori de câte ori acesta este prescris de furnizorul de materiale sau prin tehnologia de sudare este impus de condițiile de exploatare.

4.20.2 Recipientele care îndeplinesc una din condițiile de la pct. 4.19.2 lit. a), b), c) şi e) se vor trata termic în întregime, cu excepția celor executate din oțel austenitic inoxidabil.

4.20.3 Tratamentul termic după sudarea elementelor executate din oțeluri feritice cu conținut mediu de 13% Cr şi cu maxim 0,08% C nu este necesar dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:

a) metalul depus prin sudură nu este călibil în aer;

b) metalul depus prin sudură este austenitic;

c) grosimea elementului de recipient îndeplineşte una din următoarele condiții:

- nu depăşeşte 10 mm;
- este cuprins între 10 şi 36 mm, dar în timpul sudării a fost menținută o temperatură de 230°C, iar îmbinarea este radiografiată în întregime.

4.20.4 În cazul îmbinării elementelor sub presiune cu elemente nesupuse presiunii, tratamentul termic va fi corespunzător elementului sub presiune.

4.20.5 În cazul îmbinării unui element executat din oțel feritic cu unul din oțel austenitic, tratamentul termic va trebui să fie astfel ales încât să nu conducă la precipitarea carburilor.

4.20.6 În cazul în care se asamblează prin sudare elemente cu grosimi diferite, grosimea considerată, în vederea prescrierii tratamentului termic, trebuie să fie, după caz:

a) grosimea elementului cel mai subțire, în cazul îmbinărilor cap la cap, inclusiv cele dintre fund şi manta;

b) grosimea elementului cel mai gros, în cazul asamblării prin sudură de colț a unui fund bombat la interiorul unei mantale cilindrice;

c) grosimea mantalei, în cazul îmbinării mantalelor cilindrice cu funduri plane sau flanşe;

d) grosimea mantalei sau a fundului, în cazul asamblării racordurilor sau a conductelor la o manta sau la un fund;

f) grosimea racordului, în cazul sudării unei flanşe cu gât la racord;

g) grosimea elementului sub presiune, în cazul îmbinării elementelor sub presiune cu elemente nesupuse presiunii.

4.21 Tratamentul termic pentru recipiente placate

Necesitatea şi felul tratamentului termic se vor stabili în funcție de calitatea materialului de bază (oțel carbon, oțel slab aliat sau aliat), precum şi de calitatea materialului de placare, luându-se în considerare grosimea totală rezultată din însumarea grosimilor tablei de bază şi a stratului de placare. De asemenea, se vor avea în vedere recomandările producătorului de material.

4.22 Examinarea nedistructivă a îmbinărilor sudate

4.22.1 În sensul prezentei prescripții tehnice, prin examinarea nedistructivă se înțelege una sau ambele din următoarele metode:

a) examinarea cu radiații penetrante, executată în conformitate cu prevederile prescripției tehnice referitoare la examinarea cu radiații penetrante a îmbinărilor cap

la cap, Colecția ISCIR;

b) examinarea cu ultrasunete, executată în conformitate cu prevederile prescripțiilor tehnice referitoare la examinarea cu ultrasunete a îmbinărilor sudate cap la cap prin topire realizate cu material de adaos şi, respectiv, examinarea cu ultrasunete a îmbinărilor sudate în colț, Colecția ISCIR.

Metoda şi tehnica de examinare se vor preciza prin proiect. În cazurile în care grosimea îmbinării sudate, amplasarea acesteia sau concepția ei nu permit examinarea cu radiații penetrante sau cu ultrasunete, conform celor precizate mai sus, se admite examinarea prin una din metodele de examinare, sau o combinație a acestora, indicate mai jos:

- examinarea cu pulberi magnetice, conform prevederilor prescripției tehnice referitoare la examinarea cu particule magnetice a îmbinărilor sudate, Colecția ISCIR;
- examinarea cu lichide penetrante, conform prevederilor prescripției tehnice referitoare la eaxminarea cu lichide penetrante a îmbinărilor sudate, Colecția ISCIR;
- examinarea cu radiații penetrante sau cu ultrasunete, pe baza altor prescripții tehnice decât cele menționate la lit. a) şi b).

În cazul lucrărilor de montare şi/sau reparare care fac obiectul prevederilor prescripției tehnice PT C 4/1, Colecția ISCIR, prescripțiile tehnice respective, convenite de comun acord între proiectant şi, montator sau reparator, cu avizul ISCIR-INSPECT, vor stabili tehnica de lucru, modul de interpretare a rezultatelor şi condițiile de admisibilitate a defectelor. Metodele sau combinațiile se vor preciza prin proiect.

Personalul care execută examinări nedistructive trebuie să fie, în prealabil, autorizat în conformitate cu prevederile prescripției tehnice referitoare la autorizarea personalului care efectuează examinări nedistructive, Colecția ISCIR.

4.22.2 Îmbinările sudate (cap la cap şi de colț) supuse presiunii vor fi examinate nedistructiv, în procent de 100%, în următoarele cazuri:

a) dacă în calcul au fost adoptați coeficienți de rezistență conform tabelelor 12 şi 13 din anexa H, coloana „Total”;

b) dacă recipientele conțin substanțe letale, toxice, explozive sau substanțe care pot provoca coroziune fisurantă sub tensiune;

c) dacă recipientele au temperatura de lucru minimă admisibilă mai mică de -20°C;

d) dacă îmbinările sudate sunt supuse direct flăcării;

e) la recipientele care urmează a fi supuse încercării pneumatice de rezistență (pct. 4.1.9);

f) în cazul îmbinărilor elementelor care formează corpul recipientului, executate din oțel de tipul II (a se vedea tabelul 8 din anexa H), dacă grosimea tablei este mai mare de 15 mm, iar temperatura metalului în timpul funcționării recipientului este mai mică de +15°C;

g) dacă grosimea elementelor care formează corpul recipientului depăşeşte anumite valori în raport cu tipul oțelului:

- oțel de tip 0, dacă grosimea de proiectare depăşeşte 36 mm;
- oțel de tip I, dacă grosimea de proiectare depăşeşte 25 mm;
- oțel tip II, dacă grosimea de proiectare depăşeşte 10 mm;
- oțel de tip IV şi V, indiferent de grosime.

h) în cazul îmbinărilor cap la cap ale elementelor construite din oțeluri feritice cu un conținut mediu de 13% Cr şi 17% Cr, indiferent de grosime;

i) în cazul îmbinărilor cap la cap ale elementelor construite din oțeluri feritice cu conținut mediu de 13% Cr şi maxim 0,08% C, dacă metalul depus prin sudură este austenitic sau necălibil în aer şi numai dacă grosimea elementului cel mai gros depăşeşte 36 mm;

j) în cazul îmbinărilor sudate de alte tipuri decât îmbinările cap la cap, în cazul în care grosimea elementului de îmbinare cel mai gros depăşeşte valoarea indicată în tabelul 8 din anexa H.

4.22.2.1 La îmbinările sudate de la pct. 4.22.2 lit. a) se va efectua examinarea 100% a îmbinărilor longitudinale şi a celor asimilate acestora şi 10% a îmbinărilor circulare, atunci când acestea nu se încadrează la celelalte alineate.

4.22.2.2 Îmbinările sudate din materialele indicate la observaţia din tabelul 8 din anexa H se examinează nedistructiv 100% dacă au grosimi superioare celor indicate în tabel.

4.22.3 Examinarea nedistructivă parţială se va efectua la îmbinările sudate cap la cap pentru care se folosesc coeficienţii de rezistenţă ai îmbinărilor sudate conform tabelelor 12 şi 13 din anexa H, coloana „Parţial", indiferent de tipul şi grosimea materialului folosit, cu excepţiile prevăzute la pct. 4.22.2. Examinarea parţială cuprinde toate nodurile şi în plus, cel puţin 10% din lungimea totală a îmbinărilor sudate.

4.22.3.1 Prin nod de sudură se înţelege distanţa de 2s (unde „s" este grosimea cea mai mare a materialului de bază), dar minim 20 mm, măsurată de la marginea cusăturii sudate în cele trei direcţii ale intersecţiei sudurilor în formă de „T".

4.22.4 Pentru recipientele executate din tablă placată, se vor avea în vedere următoarele:

a) grosimea care se va lua în considerare este grosimea totală rezultată din însumarea grosimilor tablei de bază şi a stratului de placare;

b) dacă sudura tablei de bază este protejată pe partea mediului coroziv de o bandă de oţel anticoroziv care completează în această zonă placarea, examinarea nedistructivă a îmbinării se va efectua după sudarea benzii de protecţie;

c) dacă sudura tablei este protejată pe partea mediului corosiv prin depunere de material de adaos (sudură) care întregeşte placarea, examinarea nedistructivă se va efectua după aplicarea materialului de protecţie.

Se exceptează următoarele cazuri, în care examinarea nedistructivă se face după sudarea tablei de bază:

- grosimea tablei de bază la locul îmbinării este cel puţin egală cu grosimea de rezistenţă;
- metalul depus prin sudură nu este călibil în aer;
- îmbinările sudate dintre tablele placate cu oţel aliat cu crom se vor examina nedistructiv, astfel:
  - • total, cele executate cu electrozi de crom;
  - • parţial, cele executate cu electrozi austenitici sau cu electrozi la care metalul depus nu este călibil în aer, în condiţiile prevăzute la pct. 4.22.2 şi 4.22.3.

4.23 Cerinţe tehnice de proiectare pentru recipiente executate prin turnare

4.23.1 În cazul sudării unui element turnat cu un element laminat sau forjat se vor aplica preveederile privind tratamentul termic şi examinarea nedistructivă prevăzute la pct. 4.19.1…4.22.4.

4.23.2 Calculul compensării orificiilor se va face conform prevedeilor de la cap. 5. Grosimea inelului de compensare (dacă este folosită această metodă) nu va depăşi dublul grosimii virolei în care este practicat orificiul.

4.23.3 Flanşele, racordurile şi inelul de compensare pot fi luate în considerare în calculul de

compensare al orificiului numai dacă sunt prevăzute să fie turnate dintr-o bucată cu partea de recipient pe care o întăresc. În caz contrar, nu se consideră că participă la preluarea de eforturi.

4.23.4 Trecerile dintre elementele sub presiune (manta, fund, capac) şi elementele nesupuse presiunii (nervuri, suporturi) vor fi prevăzute cu raze de racordare egale cu cel puțin 1,5 ori grosimea peretelui elementului cel mai subțire.

4.23.5 Trecerile dintre două zone de grosimi diferite ale aceluiaşi element supus presiunii vor fi prevăzute cu raze de racordare egale cu cel puțin 3 ori grosimea cea mai subțire.

4.24 Cerințe tehnice de proiectare pentru diverse recipiente

4.24.1 Recipientele basculante şi cele rotative trebuie să fie prevăzute cu dispozitive de fixare care să împiedice o rotire necomandată. Aceste recipiente nu trebuie să aibă lagăre deschise (fără capac).

4.24.2 Recipientele care lucrează cu fluide toxice, inflamabile sau explozive vor fi prevăzute cu dispozitive de legare la pământ din punct de vedere electric.

4.24.3 Schimbătoarele de căldură vor fi construite cu fascicul de țevi demontabil, pentru a permite examinarea interioară a mantalei şi curățarea spațiului dintre țevi. Este admisă construirea schimbătoarelor de căldură cu plăci tubulare fixe (spațiul dintre manta şi țevi nevizitabil complet) dacă fluidele de lucru nu produc depuneri care să influențeze funcționalitatea sau siguranța recipientului, cu condiția alegerii prin proiect a unui adaos pentru condiții de exploatare (pct. 4.1.12) corespunzător grosimii peretelui.

4.24.4 Schimbătoarele de căldură vor fi astfel construite încât să poată prelua dilatările sau contracțiile care apar în timpul funcționării, dacă tensiunile rezultate ca urmare a unor asemenea fenomene devin periculoase pentru siguranța recipientelor.

4.24.5 La schimbătoarele de căldură înglobate într-un proces tehnologic industrial şi a căror funcție este în principal răcirea diferitelor fluide (medii) între anumite limite impuse de procesul tehnologic respectiv şi numai în secundar de a produce abur, apă fierbinte sau de a supraîncălzi abur, îmbinările cap la cap ale țevilor în contact cu fluidele fierbinți (dacă prin proiect se prevede îmbinarea prin sudură a țevilor) vor fi verificate nedistructiv în proporție de 100%.

4.24.6 Fiecare recipient pentru depozitarea propanului, propilenei, butanului, butilenei şi a altor gaze petroliere lichefiate va fi prevăzut cu o conductă pentru scurgerea apei din interiorul acestuia, condusă într-un recipient de colectare.
Pentru evitarea posibilității de îngheț, conducta şi armătura conductei de scurgere vor fi prevăzute cu un sistem de încălzire.

4.24.7 Conducta de umplere şi golire a recipientului pentru depozitarea fluidelor de la pct. 4.24.6, dacă este montată la partea superioară, se va prelungi în interior până la o distanță ce se va stabili prin proiect.
Pe racordurile de umplere şi de golire se vor prevedea robinete speciale cu închidere rapidă, pentru cazul ruperii conductelor de legătură. Între racordul de umplere şi/sau golire şi robinetul special cu închidere rapidă se admite montarea unui robinet de închidere.

4.24.8 Recipientele pentru depozitarea fluidelor menționate la pct. 4.24.6 vor fi vopsite la exterior cu vopsea de aluminiu sau cu un strat protector cu proprietăți asemănătoare.

4.24.9 Recipientele pentru depozitarea fluidelor menționate la pct. 4.24.6 pot fi prevăzute cu serpentine de încălzire exterioare. Încălzirea se va face astfel încât să nu se depășească temperatura de referință a fluidului față de care s-a stabilit presiunea de calcul a recipientului.

5 CALCUL DE REZISTENȚĂ

5.1 Încărcări (sarcini)

La calculul şi dimensionarea recipientelor sub presiune se vor lua în considerare următoarele încărcări:

a) presiunea de calcul a elementului de recipient;
b) momentele de încovoiere care apar în învelişurile recipientelor a căror axă longitudinală nu este o dreaptă;
c) greutatea recipientutui şi a conținutului său, în condiții de lucru şi, respectiv, de încercare hidraulică;
d) sarcinile suplimentare rezultate de la alte aparate, mijloace de deservire, izolații, căptuşeli, conducte fixe de recipient, amenajări interioare etc.;
e) încărcările datorate acțiunii vântului, zăpezii şi mişcărilor seismice;
f) reacțiunile datorate elementelor de susținere a recipientului;
g) încărcări dinamice datorate:
   - încărcărilor alternante care acționează asupra recipientului;
   - loviturilor şi izbiturilor asupra recipientului (încărcarea din şoc);
   - loviturilor de berbec sau mişcării conținutului recipientului;
   - vitezei de creştere a presiunii în recipient care depăşeşte 0,5 bar pe secundă;
h) încărcări datorate dilatărilor termice împiedicate.

5.2 Tensiuni

5.2.1 Tensiunea admisibilă, f_a (σ_a), în N/mm^2, utilizată pentru calculul elementelor, se va determina pe baza caracteristicilor materialului, definite la pct. 5.2.2, şi a coeficienților de siguranță indicați la pct. 5.3.2…5.3.5.
Calculul prevăzut în prezenta prescripție tehnică asigură menținerea tensiunilor maxime efective în limitele admisibile pentru tipul de element de recipient şi de încărcare considerat.
În cazul în care elementul considerat este supus la alte încărcări sau combinații de încărcări decât cele menționate sau dacă este necesar să se calculeze un alt tip de element decât cel tratat în prezenta prescripție tehnică, valoarea tensiunii admisibile poate avea valori diferite, fiind necesară justificarea lor de către proiectant în cadrul documentației tehnice.

5.2.2 Caracteristicile de rezistență ale materialului, care se iau în considerare la determinarea tensiunilor admisibile, sunt:

$R^{20}\left(\sigma_r^{20}\right)$ - rezistența de rupere la întindere la temperatura de 20°C, definită conform STAS 1963, în N/mm^2;

$R^{t}\left(\sigma_r^{t}\right)$ - rezistența de rupere la întindere la temperatura de calcul, definită conform STAS 1963, în N/mm^2;

$R_c^{20}\left(\sigma_c^{20}\right)$ - limita de curgere la temperatura de 20°C, definită conform STAS 1963, în N/mm^2;

$R_{0,2}^{20}\left(\sigma_{0,2}^{20}\right)$ - limita de curgere convențională (tehnică) la temperatura de 20°C, definită conform STAS 1963, în N/mm^2;

$R_c^{t}\left(\sigma_c^{t}\right)$ - limita de curgere la temperatura de calcul, definită conform STAS 1963, în N/mm^2;

$R_{0,2}^{t}\left(\sigma_{0,2}^{t}\right)$ - limita de curgere convențională la temperatura de calcul, definită conform STAS 1963, în N/mm^2;

$R_1^{20}\left(\sigma_1^{20}\right)$ - limita de curgere convențională la temperatura de 20°C, căreia îi corespunde o deformație specifică remanentă de 1 %, în N/mm^2;

$R_1^t\left(\sigma_1^t\right)$ - limita de curgere convențională la temperatura de calcul, căreia îi corespunde o deformație specifică remanentă de 1 %, în N/mm^2;

$R^t_{r/100000}\left(\sigma^t_{r/100000}\right)$ - rezistența tehnică de durată la temperatura de calcul, definită conform STAS 6637, în N/mm^2

$R^t_{1/100000}\left(\sigma^t_{1/100000}\right)$ - limita tehnică de fluaj la temperatura de calcul, definită conform STAS 6637, în N/mm^2.

5.2.3 Valorile caracteristicilor de rezistență ale materialelor sunt cele prevăzute în standarde de materiale sau de produse. În cazul materialelor din import, valorile caracteristicilor de rezistență sunt cele prevăzute în standardele naționale ale țării exportatoare sau în standardele furnizorului.

5.2.3.1 Pentru temperaturi de calcul diferite de cele pentru care există valori precizate în standardele de materiale sau de produse se vor calcula valori intermediare prin interpolare liniară.

5.2.3.2 În lipsa unora dintre valori, acestea vor fi determinate prin încercări corespunzătoare.

5.3 Baza de stabilire a tensiunilor admisibile

5.3.1 Pentru oțeluri se definesc, după caz, două tensiuni admisibile din care f_{a1} corespunde caracteristicilor determinate pe baza încercărilor de scurtă durată ale materialului (a se vedea pct. 5.3.2) şi f_{a2} caracteristicilor determinate pe baza încercărilor de lungă durată ale materialului (a se vedea pct. 5.3.3).

5.3.2 Tensiunea admisibilă f_{a1} are valoarea cea mai mică rezultată din relația:

$$f_{a1} = \frac{\left(R^t_c \text{sau } R^t_{0,2}\right)}{c_{s1}} \text{ sau } \frac{R^{20}}{c_{s2}}$$

În relația de mai sus, coeficienții de siguranță c_{s1} şi c_{s2} au valorile menționate în tabelul 9 din anexa H.

5.3.2.1 În cazul recipientelor pentru substanțe letale şi pentru substanțe care produc coroziune fisurantă sub tensiune, coeficienții de siguranță se vor majora conform indicațiilor din tabelul 10 din anexa H.

5.3.2.2 Pentru recipientele din oțeluri austenitice inoxidabile se admite folosirea limitei de curgere R^t_1, dacă aceasta este prevăzută în standardul de material şi se garantează prin certificat. În această situație coeficienții de siguranță rămân aceiaşi.

5.3.2.3 Pentru recipientele confecționate din oțeluri carbon sau slab aliate se admite, ca în intervalul de temperatură +20°C până la +60°C inclusiv, să se ia în considerare pentru stabilirea tensiunii admisibile limita de curgere R_c ($R_{0,2}$) sau rezistența de rupere la întindere R, determinate la temperatura de +20°C.

5.3.3 Tensiunea admisibilă f_{a2} are valoarea cea mai mică rezultată din relația:

$$f_{a2} = \frac{R^{t}_{r/100.000}}{c_{f1}} \text{ sau } \frac{R^{t}_{1/100.000}}{c_{f2}}$$

În relația de mai sus coeficienții de siguranță c_{f1} şi c_{f2} au valorile menționate în tabelul 11 din anexa H.

5.3.3.1 Coeficienții de siguranță se măresc cu 20% în cazul recipientelor pentru substanțe letale.

5.3.3.2 În cazul unor recipiente care funcționează în regim de fluaj un număr de ore mai mic de 100.000 ore, se poate admite utilizarea caracteristicilor de rezistență la fluaj la durate mai mici, corespunzătoare duratelor respective.

5.3.4 Pentru oțel turnat, valorile tensiunilor admisibile determinate conform pct. 5.3.1 se reduc astfel:

- la elementele care sunt supuse controlului bucată cu bucată, în conformitate cu prevederile prezentei prescripții tehnice, de 1,25 ori;
- pentru celelalte elemente, de 1,4 ori.

5.3.5 Pentru cupru, aluminiu şi aliajele acestora, tensiunea admisibilă f_a se determină pe baza relației:

$$f_a = \frac{R^{t}}{C_{s3}}$$

unde: C_{s3}= 3,5

5.3.5.1 Pentru cupru şi aliajele acestuia, în lipsa unor valori certe ale caracteristicilor materialului la temperatură, rezistența la rupere folosită în calcul se reduce cu câte 10 N/mm^2 pentru fiecare depăşire de 20°C peste temperatura de 100°C, conform relației:

$$R^{t} = R^{20} - \frac{10 \cdot \left(t^{0}C - 100^{0}C\right)}{20^{0}C}$$

unde: t°C – temperatura maximă la care este supus elementul.

5.3.5.2 La calculul elementelor executate din cupru, aluminiu sau aliajele acestora se iau în considerare caracteristicile corespunzătoare stării de recoacere a acestora.

5.4 Coeficientul de rezistență al îmbinării sudate

5.4.1 Valorile coeficientului de rezistență al îmbinării sudate (z) se vor alege în conformitate cu indicațiile din tabelele 12 şi 13 din anexa H.

5.4.1.1 În cazul îmbinărilor cap la cap executate pe o singură parte prin orice procedeu, dar care asigură pătrunderea completă pe întreaga secțiune a pereților elementelor care se sudează, coeficienții vor fi aleşi conform poz. 1 sau 2 din tabelele 12 şi 13 din anexa H.

5.5 Notații

5.5.1 La calculul de rezistență al elementelor se folosesc următoarele notații:

p_c - presiunea de calcul, conform pct. 4.1.5, în MPa;
R^t_c - limita de curgere la temperatura de calcul, în N/mm^2;

$R^t_{0,2}$ - limita de curgere convențională la temperatura de calcul, în N/mm^2;
f_a - tensiunea admisibilă, conform pct. 5.2.1, în N/mm^2;
E^t - modulul de elasticitate la temperatura de calcul, în N/mm^2;
S_p - grosimea de proiectare a unui element de recipient, conform pct. 4.1.11, în cm;
C_1 - adaos pentru condiții de exploatare, conform pct. 4.1.12, în cm;
z - coeficient de rezistență a îmbinării sudate, conform pct. 4.4.1;
C_{r1} - adaos pentru rotunjire, conform pct. 4.1.13, în cm;
C_{st1} - coeficient de siguranță la pierderea stabilității în limitele domeniului elastic;
C_{st2}, C_{st3} - coeficienții de siguranță la pierderea stabilității în afara limitelor domeniului elastic.

5.5.1.1 La calculul de rezistență se foloseşte unitatea de presiune „MPa” în loc de „bar” (1 bar =0,1 MPa).

5.6 Elemente cilindrice simple

5.6.1 Notațiile utilizate la calculul de rezistență al elementelor cilindrice, conform pct. 5.7.1…5.9.5 sunt:

D - diametrul interior al elementului, în cm;
H - înălțimea părții bombate a fundului, conform fig. 22 din anexa G, în cm;
L - lungimea de calcul a elementului, conform fig. 16 din anexa G, în cm;
K_1, K_2 - coeficienți.

.

5.7 Elemente cilindrice simple supuse la presiune pe partea concavă (presiune interioară)

5.7.1 Calculul elementelor cilindrice simple supuse la presiune interioară se efectuează cu una din următoarele relații:

a) grosimea de proiectare a elementului:

$$s_p = \frac{p_c \cdot D}{2f_a \cdot z - p_c} + C_1 + C_{r1}$$

b) presiunea de calcul la verificarea elementului:

$$p_c = \frac{2(s_p - C_1) f_a \cdot z}{D + (s_p - C_1)}$$

5.7.1.1 Relațiile de la pct.5.7.1 sunt aplicabile atunci când este îndeplinită condiția:

$$\frac{s_p - C_1}{D} \le 0{,}1$$

5.7.1.2 Calculul grosimii elementelor cilindrice compuse din sectoare cu grosimi diferite îmbinate longitudinal se efectuează pentru fiecare sector, ținând seama de slăbirile care apar în acestea.

5.7.1.3 Dacă elementul cilindric este realizat numai cu îmbinări circulare, coeficienții de rezistență ai acestor îmbinări nu se iau în considerare la calcul.

5.8 Elemente cilindrice simple supuse la presiune pe partea convexă (presiune exterioară)

5.8.1 Calculul de rezistență al elementelor cilindrice simple supuse la presiune pe partea convexă (exterioară), prevăzut la pct. 5.8.2…5.8.8, se referă la pierderea stabilității. Acesta este valabil numai pentru intervalul de temperaturi în care sunt cunoscute caracteristicile materialelor determinate pe baza încercărilor de scurtă durată.

5.8.2 În relațiile de la pct. 5.8.3 şi 5.8.5, valoarea coeficientului de siguranță la pierderea stabilității în limitele domeniului elastic, C_{st1}, corespunzător valorii minime a presiunii critice, trebuie luată egală cu 2,6. Pentru elementele cilindrice la care pierderea stabilității se produce peste limita domeniului elastic, coeficientul de siguranță la pierderea stabilității C_{st2}, respectiv C_{st3}, corespunzător presiunii la care efortul inelar mediu atinge limita de curgere la temperatura de calcul a elementului, se determină astfel:

a) pentru relația de la pct. 5.8.4:

$$C_{st\,2} = 1{,}5\left\{1 + 0{,}93\left(C_{st} - 1{,}5\right)\left[\frac{L}{s_p - c_1}\cdot\frac{\left(R_c^t \text{ sau } R_{0,2}^t\right)}{E^t}\right]^2 \cdot \frac{D}{s_p - c_1}\right\}$$

b) pentru relația de la pct. 5.8.6:

$$C_{st3} = 1{,}5\left[1 + 0{,}61\left(C_{st1} - 1{,}5\right)\cdot\frac{\left(R_c^t \text{ sau } R_{0,2}^t\right)}{E^t}\cdot\left(\frac{D}{s_p - c_1}\right)^2\right]$$

5.8.3 Elementele cilindrice pentru care este îndeplinită una din condițiile:

$$0{,}052\sqrt[4]{\frac{p_v}{10^{-6}E^t}} \le \frac{L}{D} \le 7{,}64\sqrt[6]{\frac{10^{-6}E^t}{p_c}}$$ (atunci când se determină grosimea)

sau

$$1{,}5\sqrt{\frac{2\left(s_p - c_1\right)}{D}} \le \frac{L}{D} \le \sqrt{\frac{D}{2\left(s_p - c_1\right)}}$$ (atunci când se determină presiunea de calcul la verificare)

şi care lucrează la presiune pe fața convexă în limita de elasticitate, adică:

$$\frac{s_p - C_1}{D} \le 1{,}1\cdot 10^{-2}\sqrt[3]{\left(\frac{L}{D}\right)^2\left[\frac{R_c^t \text{ sau } R_{0,2}^t}{10^{-3}E^t}\right]^2}$$

se calculează la stabilitate cu una din următoarele relații:

a) grosimea de proiectare a elementului:

$$s_p = 0{,}32\cdot\frac{D}{100}\cdot\left(\frac{p_c\cdot C_{st1}}{10^{-6}E^t}\cdot\frac{L}{D}\right)^{0{,}4} + c_1 + c_{r1}$$

b) presiunea de calcul la verificare:

$$p_c = \frac{16{,}9\cdot 10^{-6}}{C_{st1}}\cdot E^t\cdot\frac{D}{L}\left[\frac{100\left(s_p - C_1\right)}{D}\right]^2\cdot\sqrt{\frac{100\left(s_p - C_1\right)}{D}}$$

5.8.4 Dacă la pct. 5.8.3, condiția referitoare la limita de elasticitate nu este îndeplinită, respectiv:

$$\frac{s_p - C_1}{D} > 1{,}1 \cdot 10^{-2} \sqrt[3]{\left(\frac{L}{D}\right)^2 \left[\frac{R_c^t \text{ sau } R_{0,2}^t}{10^{-3} E^t}\right]^2}$$

presiunea de calcul la verificarea elementului se determină cu relația:

$$p_c = \frac{2E^t \cdot (s_p - C_1)}{D \cdot K_1}$$

unde:

$$K_1 = \frac{1{,}5\, E^t}{\left(R_c^t \text{ sau } R_{0,2}^t\right)} + \frac{1{,}39\,(C_{st} - 1{,}5) \cdot \left(R_c^t \text{ sau } R_{0,2}^t\right)}{E^t} \cdot \frac{D}{s_p - C_1} \cdot \left(\frac{L}{s_p - C_1}\right)^2$$

5.8.4.1 Prima aproximare a grosimii se poate face cu ajutorul relației de la pct. 5.7.1 lit. a.

5.8.5 Elementele cilindrice la care este îndeplinită una din condițiile:

$$\frac{L}{D} > 7{,}64 \cdot \sqrt[6]{\frac{10^{-6} \cdot E^t}{p_c}} \quad \text{(atunci când se determină grosimea)}$$

sau

$$\frac{L}{D} > \sqrt{\frac{D}{2(s_p - C_1)}} \quad \text{(atunci când se determină presiunea de calcul la verificare)}$$

și care lucrează la presiune pe fața convexă în limita de elasticitate, adică:

$$\frac{s_p - C_1}{D} \le 0{,}95 \sqrt{\frac{\left(R_c^t \text{ sau } R_{0,2}^t\right)}{E^t}}$$

se calculează la stabilitate cu una din următoarele relații:

a) grosimea de proiectare a elementului:

$$s_p = 0{,}77 \cdot \frac{D}{100} \cdot \sqrt[3]{\frac{p_c \cdot C_{st1}}{10^{-6} \cdot E^t}} + C_1 + C_{r1}$$

b) presiunea de calcul la verificare:

$$p_c = \frac{2{,}21 \cdot 10^{-6}}{C_{st1}} \cdot E^t \left[\frac{100\,(s_p - C_1)}{D}\right]^2$$

5.8.6 Dacă la pct. 5.8.5, condiția referitoare la limita de elasticitate nu este îndeplinită, respectiv:

$$\frac{s_p - C_1}{D} > 0{,}95 \sqrt{\frac{\left(R_c^t \text{ sau } R_{0,2}^t\right)}{E^t}}$$

presiunea de calcul la verificarea elementului se determină cu relația:

$$p_c = \frac{2\, E^t \cdot (s_p - C_1)}{D \cdot K_2}$$

unde:

$$K_2 = \frac{1{,}5\, E^t}{\left(R_c^t \text{ sau } R_{0,2}^t\right)} + 0{,}91\,(C_{st3} - 1{,}5)\left(\frac{D}{s_p - C_1}\right)^2$$

5.8.6.1 Prima aproximare a grosimii se poate face cu ajutorul relației de la pct. 5.7.1 lit.a).

5.8.7 În relațiile de la pct. 5.8.3 şi 5.8.6, lungimea de calcul „L" a elementului cilindric se determină conform fig. 16 din anexa G.

5.8.8 Pentru verificarea calculelor se poate folosi nomograma din fig. 17 din anexa G.
La utilizarea nomogramei se vor avea în vedere următoarele:

a) mărimea căutată $\frac{p}{10^{-6} E^t}$ trebuie să se afle sub „linia întreruptă" care limitează o zonă de aplicabilitate a diagramei pentru o valoare R^t_c sau $R^t_{0,2}$ maximă dată;
b) „liniile întrerupte" sunt trasate pentru E = 2,1 x 10^5 N/mm^2; pentru alte valori ale lui E^t trebuie ca valoarea inferioară a raportului L/D, aflată pe „linia întreruptă" înclinată, să se modifice proporțional cu mărimea $\frac{E^t}{2{,}1 \cdot 10^5}$; valoarea superioară a raportului aflată pe „linia întreruptă" orizontală se va modifica proporțional cu mărimea $\sqrt{\frac{E^t}{2{,}1 \cdot 10^5}}$.

5.9 Calculul de rezistență al elementelor cilindrice întărite supuse la presiune pe partea convexă (exterioară)

5.9.1 Notațiile folosite în relațiile de calcul menționate la pct. 5.9.2…5.9.5 sunt:

- D - diametrul interior al elementului, conform fig. 18 din anexa G, în cm;
- H - înălțimea fundului bombat, conform fig. 18 din anexa G, în cm;
- h - înălțimea inelului de rigidizare măsurată din fibra mediană a elementului, conform fig. 18 din anexa G, în cm;
- a - distanța între centrul de greutate al secțiunii inelului de rigidizare şi linia mediană a elementului cilindric, conform fig. 18 din anexa G, în cm;
- A_i - aria secțiunii transversale a inelului de rigidizare, în cm ;
- I_i - momentul de inerție al secțiunii transversale a inelului de rigidizare raportat la axa proprie (care trece prin centrul său de greutate) şi care este paralelă cu axa elementului cilindric, în cm^4;
- K_3 - coeficient;
- l_{ef} - lungimea efectivă a porțiunii elementului cilindric care participă la rigidizare, conform fig. 18 din anexa G, în cm;
- l_o - spațiu liber între inelele de rigidizare, conform fig. 18 din anexa G, în cm;
- L - lungimea totală de calcul a elementului cilindric, conform fig. 18 din anexa G, în cm;
- L_o - distanța cea mai mare între centrele de greutate ale secțiunilor a două inele de întărire consecutive, conform fig. 18 din anexa G, în cm;
- C_1 - adaos pentru condiții de exploatare, conform pct. 4.1.12, în cm;
- L_1 - cea mai mare dintre distanțele de la centrele de greutate ale secțiunilor transversale ale primului şi ultimului inel de întărire la elementul de recipient care se îmbină cu elementul cilindric, conform fig. 18 din anexa G, în cm;
- f_{ai} - tensiunea admisibilă pentru materialul inelului de rigidizare, în N/mm^2;
- R^t_{ci} - limita de curgere la temperatura de calcul pentru materialul inelului de rigidizare, în N/mm^2;
- $R^t_{0,2}$ - limita de curgere convențională (tehnică) la temperatura de calcul pentru materialul inelului de rigidizare, în N/mm^2;

s_i - grosimea inelului de rigidizare la locul sudării sale de elementul cilindric, conform fig. 18 din anexa G, în cm;

z_i - coeficientul de rezistență al îmbinării sudate de închidere a inelului de rigidizare;

z_{ic} - coeficientul de rezistență al îmbinărilor sudate de colț între inelul de rigidizare şi elementul cilindric.

5.9.2 Calculul prevăzut la pct. 5.9.3…5.9.5 are caracter de recomandare şi este valabil pentru valoarea coeficientului de siguranță la pierderea stabilității în limitele domeniului elastic C_{st1}= 2,6.

5.9.3 Presiunea de calcul la verificarea elementului cilindric întărit, p_c, are valoarea cea mai mică dintre p_{c1} şi p_{c2} , unde:

p_{c1} - presiunea de calcul la verificarea elementului cilindric cuprins între inelele de rigidizare, în MPa (în bar);

p_{c2} - presiunea de calcul la verificarea elementului cilindric care cuprinde şi un inel de rigidizare, în MPa (în bar).

5.9.4 Presiunea p_{c1} se determină conform prevederilor de la pct. 5.8.1…5.8.8, pentru o lungime de calcul, L, a elementului egală cu L_o (definită la pct. 5.9.1).

Inelele de rigidizare vor fi amplasate, pe cât posibil, egal distanțate pe elementul cilindric (a se vedea fig. 18 din anexa G). Acestea vor avea caracteristicile geometrice şi proprietățile mecanice identice sau cât mai apropiate.

În cazul în care nu este posibilă amplasarea inelelor la distanțe egale, în calcul se va lua cea mai mare valoare existentă pentru L_o. În toate cazurile, inelele de rigidizare vor fi amplasate astfel ca $L_o \geq L_1$ (a se vedea fig. 18 din anexa G).

5.9.5 Presiunea p_{c2} se determină cu relațiile:

a) pentru elementele cilindrice la care:

$$\frac{L}{D} < 7{,}68 \cdot \sqrt{\frac{D}{100\,K_3\left(s_p - C_1\right)}}$$

valoarea presiunii p_{c2} este:

$$p_{c2} = \frac{16{,}9 \cdot 10^{-6}}{C_{st1} \cdot K_3} E^t \cdot \frac{D}{L} \cdot \left[\frac{100\,K_3\left(s_p - C_1\right)}{D}\right]^2 \cdot \sqrt{\frac{100\,K_3\left(s_p - C_1\right)}{D}}$$

b) pentru elemente cilindrice la care:

$$\frac{L}{D} \geq 7{,}68 \cdot \sqrt{\frac{D}{100\,K_3\left(s_p - C_1\right)}}$$

valoarea presiunii p_{c2} este:

$$p_{c2} = \frac{2{,}2 \cdot 10^{-6}}{C_{st1} \cdot K_3} E^t \cdot \left[\frac{100\,K_3\left(s_p - C_1\right)}{D}\right]^3$$

Coeficientul K_3 se determină cu relația:

$$K_3 = \sqrt{1 + \frac{10{,}92}{L_o\left(s_p - C_1\right)^3}\left[I_i + a^2 \frac{A_i \cdot l_{ef}\left(s_p - C_1\right)}{A_i + l_{ef}\left(s_p - C_1\right)}\right]}$$

unde l_{ef} are valoarea cea mai mică rezultată din relația:

$$l_{ef} = L_o \text{ sau } \left[s_i + 1{,}1 \cdot \sqrt{D\left(s_p - C_1\right)} \right]$$

5.9.5.1 Dacă modulele de elasticitate ale materialului elementului cilindric şi al inelului de rigidizare sunt diferite, în calcul se va lua valoarea cea mai mică.

5.9.5.2 Relaţiile sunt aplicabile în limitele domeniului elastic, cu îndeplinirea condiţiilor:

$$\frac{s_p - c_1}{D} \le 0{,}1 \text{ şi } \frac{h}{D} \le 0{,}2$$

şi a prevederilor de la pct. 5.8.1.

5.10 Calculul de rezistenţă al elementelor conice

5.10.1 Notaţiile folosite în relaţiile de calcul menţionate la pct. 5.11.2…5.12.3 sunt:

- D - diametrul interior, conform fig. 19a, b, c şi d din anexa G, în cm;
- D_k - diametrul interior al elementului conic, conform fig. 19a, b, c şi d din anexa G, în cm;
- D_{k1} - diametrul interior al elementului conic la distanţa „a_k”, conform fig. 19a, b, c şi d din anexa G, în cm;
- D_1, D_2 - diametrul interior la baza mare, respectiv la baza mică, a elementului conic, conform fig. 21 din anexa G, în cm;
- a - lungimea părţii îngroşate a elementului cilindric, conform fig. 19a şi b din anexa G, în cm;
- a_k - lungimea părţii îngroşate a elementului conic, conform fig. 19 din anexa G;
- K_1, K_0 - coeficienţi;
- s_p - grosimea de proiectare a elementului cilindric la o distanţă ce depăşeşte „a”,conform fig. 19a şi b din anexa G, în cm;
- s_{pk} - grosimea de proiectare a elementului conic în zona îngroşată, în cm;
- s_{pc1}, s_{pc2} - grosimea de proiectare a elementului conic la o distanţă ce depăşeşte „a_k”, conform fig. 19a şi b din anexa G, în cm;
- L - lungimea de calcul a elementului conic, conform fig. 21 din anexa G, în cm;
- r - raza interioară de racordare, conform fig. 19a şi c din anexa G, în cm;
- α - semiunghiul la vârful elementului conic, conform fig. 19a, b, c şi d din anexa G, în grade sexagesimale;
- $\psi=\alpha-\alpha_1$ - unghiul generatoarelor elementelor îmbinate, conform fig. 19c şi d din anexa G, în grade sexagesimale.

5.11 Calculul de rezistenţă al elementelor conice supuse la presiuni pe partea concavă (interioară)

5.11.1 CaIculul elementelor conice (a se vedea fig. 19 din anexa G), supuse la presiuni pe partea concavă (interioară), se efectuează conform prevederilor de la pct. 5.11.2…5.11.5.

5.11.2 Grosimea de proiectare a elementului trebuie să fie:

a) în zone îngroşate, cea mai mare valoare rezultată din relaţiile:

$$s_{pk} = \frac{p_c \cdot D \cdot K}{2 \cdot f_a \cdot z} + C_1 + C_{r1}$$

sau

$$s_{pk} = \frac{p_c \cdot D_k}{2 \cdot f_a \cdot z - p_c} \cdot \frac{1}{\cos\alpha} + C_1 + C_{r1}$$

dacă sunt îndeplinite următoarele condiții:

- semiunghiul elementului conic este $\alpha \leq 70$ grade;
- lungimea părții îngroșate a elementului cilindric este cel puțin:

$$a = 0{,}5\sqrt{D\left(s_{pk} - C_1\right)};$$

- lungimea părții îngroșate a elementului conic este cel puțin:

$$a_k = 0{,}5 \cdot \sqrt{\frac{D\left(s_{pk} - C_1\right)}{\cos\alpha}}.$$

Coeficientul K se determină cu ajutorul nomogramei din fig. 20 din anexa G sau din tabelul 14 din anexa H.

NOTĂ: În orice caz, s_{pk} nu trebuie să aibă o valoare mai mică decât s_p calculată conform pct. 5.7.1.

b) în zona îngroşată, cea mai mare valoare rezultată din relația:

$$s_{pk} = 0{,}3\left(D - r\right)\frac{\alpha}{90} \cdot \sqrt{\frac{p_c}{f_a \cdot z}} + C_1 + C_{r1}$$

sau din relațiile de la lit. a), dacă sunt îndeplinite următoarele condiții:

- semiunghiul elementului conic este $\alpha > 70$ grade;
- lungimile a şi a_k au valorile de la lit. a);

c) în afara zonei îngroșate, valoarea rezultată din relația:

$$s_{pc} = \frac{p_a \cdot D_{k1}}{2f_a \cdot z - p_c} \cdot \frac{1}{\cos\alpha} + C_1 + C_{r1}$$

unde „α” are valoarea corespunzătoare elementului conic, iar D_{k1} este măsurat la baza mare a elementului conic.

5.11.3 Presiunea de calcul la verificarea elementului trebuie să fie:

a) cea mai mică valoare rezultată din relațiile:

$$p_c = \frac{2 \cdot f_a \cdot z\left(s_{pk} - C_1\right)}{K \cdot D}$$

sau

$$p_c = \frac{2 \cdot f_a \cdot z\left(s_{pk} - C_1\right)\cos\alpha}{D_k + \left(s_{pk} - C_1\right)\cos\alpha}$$

dacă semiunghiul elementului conic este $\alpha \leq 70$ grade;

b) cea mai mică valoare rezultată din relația:

$$p_c = \left[\frac{\left(s_{pk} - C_1\right)}{0{,}3\left(D - r\right)} \cdot \frac{90}{\alpha}\right]^2 \cdot f_a \cdot z$$

şi cea care rezultă din relațiile de la lit. a), dacă semiunghiul elementului conic este $\alpha > 70$ grade.

5.11.3.1 Condițiile de la pct. 5.11.2 lit. a) sunt valabile şi la pct. 5.11.3.

5.11.4 Pentru elementele conice racordate, raza interioară de racordare „r” se alege constructiv, iar pentru cele neracordate, se adoptă în mod convențional, astfel:

$$r = 0{,}01\ D$$

5.11.5 Relațiile de calcul de la pct. 5.11.2 şi 5.11.3 sunt aplicabile în toate cazurile în care sunt îndeplinite condițiile:

a) $\dfrac{s_{pk} - C_1}{D} < \dfrac{0{,}1}{\cos\alpha}$

b) elementul conic este de revoluție;

c) elementul conic este neracordat, conform fig. 19c şi d din anexa G, dar sunt îndeplinite suplimentar şi următoarele condiții:

- $\Psi \leq 30$ grade;
- $p_c \leq \dfrac{2(s_{pk} - C_1) f_a \cdot z}{K_0 \cdot D_k + (s_{pk} - C_1)}$

unde:

$$K_0 = 0{,}4 \cdot \sqrt{\frac{D}{S_{pk} - C_1}} \cdot \frac{|tg\alpha - tg\alpha_1|}{\dfrac{1}{\cos\alpha} + \dfrac{1}{\sqrt{\cos\alpha_1}} \left(\dfrac{s_{pc2} - C_1}{s_{pc1} - C_1} \right)^{3/2}} + 0{,}5$$

5.12 Calculul de rezistență al elementelor conice supuse la presiune pe partea convexă (exterioară)

5.12.1 Calculul elementelor conice supuse la presiune pe partea convexă (exterioară) prevăzut la pct. 5.12.2…5.12.3, are caracter de recomandare şi este valabil numai pentru intervalul de temperaturi în care sunt cunoscute caracteristicile materialelor, determinate pe baza încercărilor de scurtă durată a materialelor şi dacă $\alpha \leq 60$ grade.

5.12.2 Coeficienții de siguranță la pierderea stabilității sunt cei prevăzuți la pct. 5.8.2, unde D este conform pct. 5.12.3.

5.12.3 Presiunea de calcul la verificare se determină conform pct. 5.8.3…5.8.6, diametrul interior determinându-se cu relația:

$$D = \frac{0{,}9D_1 + 0{,}1D_2}{\cos\alpha}$$

unde D_1 şi D_2 sunt conform fig. 21 din anexa G.

5.13 Calculul de rezistență al fundurilor bombate

5.13.1 Notațiile pentru calculul fundurilor bombate, prevăzut la pct. 5.13.2…5.13.8 sunt:

D	- diametrul interior, în cm;
H	- înălțimea părții bombate a fundului, conform fig. 22 din anexa G, în cm;
r	- raza interioară de racordare pentru funduri sferice racordate, în cm;
R	- raza interioară de curbură, conform fig. 22 din anexa G, în cm;
s_p	- grosimea de proiectare a elementului, în cm;
s_{pc}	- grosimea de proiectare a calotei sferice, în cm;
K_1, K_s	- factori de formă ai fundurilor;
K_4, K_5, K_6, K_7	- coeficienți.

5.13.2 Fundurile sferice racordate (mâner de coş) supuse la presiune pe partea concavă (interioară) se calculează cu una din următoarele relaţii:

a) grosimea de proiectare a elementului:

$$s_p = \frac{p_c \cdot D \cdot K_s}{4 \cdot f_a \cdot z} + C_1 + C_{r1}$$

b) presiunea de calcul la verificarea elementului:

$$p_c = \frac{4 \cdot f_a \cdot z \cdot (s_p - C_1)}{D \cdot K_s}$$

Relaţiile de mai sus sunt aplicabile dacă sunt îndeplinite următoarele condiţii:

$$0{,}5 < \frac{H}{D} \le 0{,}40$$

$$0{,}5 < \frac{R}{D} \le 1{,}0$$

$$0{,}003 < \frac{s_p - C_1}{D} \le 0{,}10$$

$$0{,}10 \le \frac{r}{D}$$

$$r \ge 3(s_p - C_1)$$

Factorul de formă K_s se determină conform fig. 23 din anexa G în funcţie de raportul $\frac{H}{D}$.

Pentru fundurile fără suduri z = 1.

5.13.3 Fundurile sferice racordate (mâner de coş), supuse la presiune pe partea convexă (exterioară), se calculează conform prevederilor de mai jos, care au un caracter de recomandare:

a) relaţiile de calcul sunt aplicabile numai în intervalul de temperaturi pentru care sunt cunoscute caracteristicile materialelor determinate pe baza încercărilor de scurtă durată ale acestora, numai dacă este îndeplinită condiţia:

$$\frac{R}{S_p - C_1} \le 400$$

b) coeficientul de siguranţă la pierderea stabilităţii C_{st1} , folosit la stabilirea relaţiilor de calcul, are valoarea de 2,6;

c) grosimea de proiectare va fi cea mai mare valoare rezultată din relaţiile:

$$S_p = \frac{R}{100} \cdot \sqrt{\frac{p_c}{9 \cdot 10^{-6} \cdot E^t}} + C_1 + C_{r1}$$

sau

$$S_p = \frac{p_c \cdot D}{4 f_a} \cdot K_4 + C_1 + C_{r1}$$

d) presiunea de calcul la verificare va fi cea mai mică valoare rezultată din relaţiile:

$$p_c = 9 \cdot 10^{-6} \cdot E^t \left[\frac{100(s_p - C_1)}{R}\right]^2$$

$$p_c = \frac{4 f_a (s_p - C_1)}{D \cdot K_5}$$

e) coeficienţii K_4 şi K_5 se calculează cu relaţiile:

$$K_4 = K_s\left[0{,}5 + \sqrt{0{,}25 + 24\frac{R}{D\cdot K_s}\cdot\frac{\left(R_c^t \text{ sau } R_{0,2}^t\right)}{E^t}\cdot\frac{f_a}{p_c}}\right]$$

$$K_5 = K_s\left[1 + 6\frac{\left(R_c^t \text{ sau } R_{0,2}^t\right)}{E^t}\cdot\frac{R}{s_p - C_1}\right]$$

unde K_s –factor de formă conform fig. 23 din anexa G.

5.13.4 Fundurile sferice neracordate (de tipul din fig. 24 din anexa G), supuse la presiune pe partea concavă (interioară), se calculează cu următoarele relații, care au caracter de recomandare:

a) grosimea de proiectare a calotei sferice:

$$s_{pc} = \frac{5p_c\cdot R}{6f_a\cdot z} + C_1 + C_{r1}$$

b) grosimea de proiectare a flanşei (h) va fi cea mai mare valoare obținută din relațiile:

$$h = F + \sqrt{F^2 + J}$$

sau

$$h = \sqrt{\frac{K_M\left(D_1 + D\right)\cdot M_s}{\left(D_1 - D\right)\cdot D\cdot f_{af}^{20}}}$$

cu condiția ca: $h \geq 2\,s_{pc}$
unde:

$$F = \frac{p_c\cdot D\cdot\sqrt{4R^2 - D^2}}{8\cdot f_{af}^t\cdot\left(D_1 - D\right)};$$

$$J = \frac{K_M\cdot M_e}{f_{af}^t\cdot D}\cdot\frac{D1 + D}{D1 - D};$$

$$K_M = \sqrt{\frac{\pi\cdot D_2}{n\left(2d + h\right)}};$$

d - diametrul nominal al şuruburilor, în cm;

n - numărul de şuruburi al îmbinării cu flanşe;

$M_c = F_D\cdot a_D + F_G\cdot a_G + F_T\cdot a_T + F_r\cdot a_r$ - este momentul total de încovoiere în condiții de exploatare, în daN·cm;

F_D, F_G, F_r - forțe care acționează în îmbinarea cu flanşe, conform pct. 5.15.6, în cm;

a_D, a_G, a_T - distanțele radiale la care acționează forțele de îmbinare cu flanşe, conform pct. 5.15.6, în cm;

M_s - momentul de încovoiere în condițiile de strângere, conform pct. 5.15.6, în daN.cm;

$F_r = \frac{F_D}{tg\beta}$ - componenta radială a forței rezultate din aplicarea presiunii, în daN;

$a_r = 0{,}5\cdot h - a$;

$F_D = \frac{\pi}{4}D^2\cdot p_c$ - forța totală rezultată din aplicarea presiunii pe aria determinată de diametrul D, în daN;

f_{af}^{20}, f_{af}^t - tensiunea admisibilă pentru materialul flanşei la temperatura de 20°C, respectiv la temperatura de calcul, în N/mm^2.

NOTĂ: Momentul $F_r \cdot a_r$ poate fi negativ dacă sensul de rotație al acestui moment față de centrul de greutate este opus sensului momentelor $F_D \cdot a_D$, $F_G \cdot a_G$ și $F_T \cdot a_T$.

c) presiunea de calcul la verificarea calotei sferice:

$$p_c = \frac{6f_a \cdot z(s_p - C_1)}{5R}$$

5.13.5 Fundurile sferice neracordate supuse la presiune pe partea convexă (exterioară), se calculează conform prevederilor de mai jos, care au caracter de recomandare:

a) grosimea de proiectare a calotei sferice va avea valoarea cea mai mare obținută conform pct. 5.13.4 lit. a) și 5.13.7;

b) grosimea de proiectare a flanșei se calculează conform pct. 5.13.4 lit. b), cu excepția momentului M_c care are expresia:

$M_c = F_D(a_D - a_G) + F_T(a_T - a_G) - F_r \cdot a_r$

5.13.5.1 Garnitura trebuie să fie verificată la strivire datorită efectului cumulat al strângerii șuruburilor și presiunii exterioare (pe partea convexă a fundului).

5.13.6 Fundurile elipsoidale și semisferice supuse la presiune pe partea concavă (interioară) se calculează cu relațiile:

a) grosimea de proiectare a elementului:

$$s_p = \frac{p_c \cdot R}{2 \cdot f_a \cdot z - p_c} + C_1 + C_{r1}$$

b) presiunea de calcul la verificarea elementului:

$$p_c = \frac{2f_a \cdot z(s_p - C_1)}{R + (s_p - C_1)}$$

c) raza de curbură la centrul fundului se determină cu relația:

$$R = \frac{D^2}{4 \cdot H}$$

5.13.6.1 Relațiile de calcul de la pct. 5.13.6 sunt aplicabile în toate cazurile în care sunt îndeplinite condițiile:

$$\frac{s_p - C_1}{D} \le 0{,}1$$

$$0{,}2 \le \frac{H}{D} \le 0{,}5$$

5.13.6.2 Pentru fundurile elipsoidale cu H = 0,25D, rezultă R = D. Pentru fundurile semisferice cu H = 0,5 D, rezultă R = 0,5 D.

5.13.6.3 Pentru fundurile dintr-o bucată: z = 1.

5.13.7 Fundurile elipsoidale și semisferice supuse la presiune pe partea convexă (exterioară) se calculează cu relațiile de mai jos, care au caracter de recomandare. Acestea sunt aplicabile numai în intervalul de temperaturi pentru care sunt cunoscute caracteristicile materialelor determinate pe baza încercărilor de scurtă durată ale acestora. Coeficientul de siguranță la

pierderea stabilității C_{st1}, folosit pentru stabilirea relațiilor de calcul la lit a) şi b) este de minim 2,6.
Relațiile de calcul sunt următoarele:

a) grosimea de proiectare va avea valoarea cea mai mare rezultată din relațiile:

$$s_p = \frac{K_e \cdot R}{100}\sqrt{\frac{p_c}{9 \cdot 10^{-6} \cdot E^t}} + c_1 + c_{r1}$$

sau

$$s_p = \frac{p_c \cdot R}{2f_a} \cdot K_7 + c_1 + c_{r1}$$

Calculul se efectuează prin aproximări succesive.
Pentru prima aproximare se consideră $K_e = 1$ şi se calculează valoarea s_p pe baza căreia se determină o nouă valoare pentru K_e din nomograma din fig. 25 din anexa G.
Calculul se continuă până când valoarea K_e determinată din nomogramă coincide cu cea pe baza căreia s-a calculat s_p.

b) presiunea de calcul la verificare va fi cea mai mică valoare rezultată din relațiile:

$$p_c = 9 \cdot 10^{-6} \cdot E^t \left[\frac{100(s_p - c_1)}{R \cdot K_e}\right]^2$$

sau

$$p_c = \frac{2f_a(s_p - c_1)}{R \cdot K_6}$$

c) coeficienții K_6 şi K_7 se calculează cu relațiile:

$$K_6 = 1 + 6K_e^2 \cdot \frac{R_c^t \text{ sau } R_{0,2}^t}{Et} \cdot \frac{R}{s_p - c_1}$$

$$K_7 = 0,5 + \sqrt{0,25 + 12K_e^2 \frac{R_c^t \text{ sau } R_{0,2}^t}{Et} \cdot \frac{f_a}{p_c}}$$

Relațiile sunt valabile în toate cazurile în care este îndeplinită condiția:

$$0,2 \leq \frac{H}{D} \leq 0,5$$

5.13.8 Calculul sferelor şi al fundurilor semisferice (H = 0,5 D) se face conform pct. 5.13.6 şi 5.13.7.

5.14 Calculul de rezistență al fundurilor şi capacelor plane

5.14.1 Notațiile folosite în calculul prevăzut la pct. 5.14.2 şi 5.14.3 sunt:

D	- diametrul interior al elementului cilindric, în cm;
D_c	- diametrul de calcul, conform fig. 26 şi 27 din anexa G, în cm;
D_2	- diametrul cercului de aşezare a şuruburilor sau prezoanelor,

conform fig. 26e şi 27 din anexa G, în cm;

D_3 - diametrul cercului pe care acționează reacțiunea garniturii, conform fig. 30, 31 şi 32 din anexa G, în cm;

d_i - diametrul unui orificiu oarecare aflat în secțiunea de slăbire maximă, în cm;

r - raza interioară de racordare, în cm;

s_p - grosimea de proiectare a elementului cilindric, în cm;

s_{pf} - grosimea de proiectare a fundului sau a capacului plan, în cm;

s_{pg} - grosimea de proiectare a capacului plan în zona de strângere a garniturii,conform fig. 27 din anexa G, în cm;

K_o - coeficient de slăbire pentru funduri cu găuri;

K_s, K_9, K_{10} - factori de formă ai fundurilor;

n - numărul şuruburilor sau prezoanelor care îmbină capacul plan cu flanşa;

P_s - forța de calcul din şuruburi, conform pct. 5.15.6, în daN;

$F=0,785\ D_3^2 \cdot p_c$ - este forța totală rezultată din aplicarea presiunii, în daN;

d - diametrul orificiului, în cm.

5.14.2 Fundurile şi capacele plane circulare, cu excepția celor care au şi rol de flanşă, se calculează cu următoarele relații:

a) grosimea de proiectare:

$$s_{pf} = \frac{K_8}{K_0} \cdot D_c \sqrt{\frac{p_c}{f_a}} + C_1 + C_{r1}$$

NOTĂ: În toate cazurile de îmbinări ale fundurilor cu elemente cilindrice, grosimile de proiectare ale fundurilor nu vor fi mai mici decât grosimile de proiectare ale elementelor cilindrice.

b) presiunea de calcul la verificare:

$$p_c = \left[\frac{K_0 \left(s_{pf} - C_1 \right)}{K_s \cdot D_c} \right]^2 \cdot f_a$$

c) factorul de formă K_s se determină conform fig. 26 din anexa G;

d) coeficientul de slăbire K_0 pentru funduri cu orificiu central se determină cu relațiile:

$$K_0 = 1 - 0,43 \frac{d}{D_c}; \text{ pentru } \frac{d}{D_c} < 0,35;$$

sau

$$K_0 = 0,85; \text{pentru } 0,35 \le \frac{d}{D_c} \le 0,75.$$

e) coeficientul de slăbire pentru funduri cu mai multe orificii se determină cu relația:

$$K_0 = \sqrt{1 - \sum \frac{d_1}{D_c}}$$

5.14.3 Capacele plane circulare care au şi rol de flanşă se calculează cu relațiile:

a) grosimea de proiectare a capacelor plane circulare care au şi rol de flanşă, conform

fig. 27 din anexa G:

$$s_{pf} = \frac{K_9}{K_0} \cdot D_c \sqrt{\frac{p_c}{f_a}} + C_1 + C_{r1}$$

K_0 se va lua cel prevăzut la pct. 5.14.2.

b) factorul de formă K_9 se determină cu relația:

$$K_9 = \sqrt{0{,}0515\left(\frac{D_2}{D_3} + 1\right)^2 + 0{,}5\left(\frac{D_2}{D_3} - 1\right) \cdot \left(\frac{p_s}{F} - 1\right)}$$

sau cu nomograma din fig. 28 din anexa G, în funcție de D_2/D_3 și P_s/F;

c) presiunea de calcul la verificarea capacelor plane care au rol de flanșă:

$$p_c = \left[\frac{K_0}{K_9} \cdot \frac{\left(s_{pf} - C_1\right)}{D_c}\right]^2 \cdot f_a$$

d) grosimea de proiectare a capacelor plane circulare în zona de strângere a garniturii (a se vedea fig. 27 din anexa G), se determină cu relația:

$$s_{pg} = K_{10} \sqrt{\frac{p_s}{f_a}} + C_1 + C_{r1}$$

cu condiția ca: $s_{pg} \geq 0{,}85\, s_{pf}$

e) valoarea factorului K_{10} se determină cu relația:

$$K_{10} = 0{,}8 \sqrt{\frac{D_2}{D_3}} - 1$$

sau cu nomograma din fig. 29 din anexa G.

5.15 Calculul de rezistență al îmbinărilor cu flanşe cu şuruburi

5.15.1 Notațiile folosite la calculul prevăzut la pct. 5.15.2…5.15.7 sunt:

A_d - aria efectivă a secțiunii transversale a unui şurub, determinată la fundul filetului sau în zona celui mai mic diametru, în cm^2;

A_{ef} - aria totală efectivă a secțiunilor transversale ale şuruburilor, determinate la fundul filetului sau în zona celui mai mic diametru, în cm^2;

A_{nec} - aria totală necesară a secțiunilor transversale ale şuruburilor, determinate la fundul filetului sau în zona celui mai mic diametru, în cm^2;

A_q - aria totală a secțiunilor transversale ale şuruburilor, determinate la fundul filetului sau în zona celui mai mic diametru, necesară în condițiile de strângere a garniturii, în cm^2;

A_o - aria totală a secțiunilor transversale ale şuruburilor, determinate la fundul filetului sau în zona celui mai mic diametru, necesară în condițiile de exploatare, în cm^2;

a_D - distanța radială între cercul de aşezare a şuruburilor şi cercul pe care este repartizată forța F_D, în cm;

a_G - distanța radială între cercul de aşezare a şuruburilor şi cercul pe care este repartizată forța F_G, în cm;

a_T - distanța radială între cercul de aşezare a şuruburilor şi cercul pe care este repartizată forța F_T, în cm;

B - lățimea de strângere a garniturii (a se vedea tabelul 17 din anexa H), în mm;

B_o - lățimea efectivă a garniturii (a se vedea tabelul 17 din anexa H), în mm;

B_{min} - valoarea minimă de strângere a garniturii, în mm;

b_o - lățimea de referință a garniturii, în mm;

b - lățimea eficace de calcul a garniturii, în mm;

C_{ss}, C_{fs1}, C_{fs2} - coeficienții de siguranță față de limita de curgere, rezistența tehnică de durată şi respectiv limita tehnică de fluaj;

c_1 - adaos pentru condițiile de exploatare, în cm;

D - diametrul interior al flanşei, în cm;

D_1 - diametrul exterior al flanşei; în cazul flanşelor cu şuruburi rabatabile, diametrul exterior este definit de cercul tangent locaşurilor pentru şuruburi, în cm;

D_2 - diametrul cercului de aşezare a şuruburilor, în cm;

D_3 - diametrul cercului pe care este repartizată reacțiunea garniturii, în cm;

D_{ec} - diametrul de contact simultan exterior al garniturii, în cm;

D_{ic} - diametrul de contact simultan interior al garniturii, în cm;

d diametrul nominal al şuruburilor, în cm;

F - forța totală rezultată din aplicarea presiunii pe aria determinată de diametrul D_3, în daN;

F_D - forța totală rezultată din aplicarea presiunii pe aria determinată de diametru D, în daN;

F_G - forța totală de compresiune aplicată pe zona eficace de calcul a suprafeței de etanşare, în daN;

F_g - forța totală necesară pentru realizarea presiunii de strângere a garniturii, în daN;

f_{ai}^{20}, f_{at}^{t} - tensiunea admisibilă pentru materialul inelului răsfrânt sau al sudurii la temperatura de 20°C, respectiv la temperatura de calcul, în N/mm^2;

f_{af}^{20}, f_{af}^{t} - tensiunea admisibilă pentru materialul flanşei la temperatura de 20°C, respectiv la temperatura de calcul, în N/mm^2;

$f_{as1}^{20}, f_{as2}^{t}$ - tensiunea admisibilă pentru materialul şuruburilor la temperatura de 20°C, respectiv la temperatura de calcul, în N/mm^2;

f_{as1}^{t}, f_{as2}^{t} - tensiunile admisibile la temperatura de calcul a şuruburilor, care corespund caracteristicilor determinate pe baza încercărilor de scurtă durată, respectiv a încercărilor de lungă durată, în N/mm^2;

f_A - tensiunea normală în direcție axială, în N/mm^2;

f_R - tensiunea normală în direcție radială, în N/mm^2;

f_T - tensiunea normală în direcție tangențială, în N/mm^2;

h - grosimea talerului flanşei, în cm;

K - raportul între diametrul exterior şi cel interior al flanşei;

K_1, K_2, K_3 - factori de formă ai flanşei;

K_F, K_V - factori de formă pentru flanşe de tip integral;

K_{FL}, K_{VL} - factori de formă pentru flanşe de tip liber;

K_f - factor de corecție a tensiunii în direcția axială;

F_T - diferența între forțele totale F şi F_D, în daN;

K_M - factor de corecție a momentului M_c;

L - lungimea gâtului flanşei, în cm;

L_o - factor linear, în cm;

M_c - valoarea de calcul a momentului de încovoiere din flanşă, în daN.cm;
M_o - momentul de încovoiere total care apare în condiţiile de exploatare, în daN.cm;
M_s - momentul de încovoiere rezultat din acţiunea forţei P, în daN.cm;
m - coeficientul specific garniturii;
n - numărul de şuruburi;
Ps - forţa de calcul din şuruburi, în daN;
p_c - presiunea de calcul pentru flanşă, în MPa;
q - presiunea de strângere specifică a garniturii, în N/mm^2;
s_q - grosimea garniturii, în cm;
s_{p0} - grosimea de proiectare a gâtului la capătul dinspre elementul de recipient, în cm;
s_{p1} - grosimea de proiectare a gâtului flanşei la capătul dinspre taler, în cm;
s_i - grosimea inelului răsfrânt, în cm;
s_s - grosimea peretelui ştuţului, în cm;
T,U,Y,Z - factori de formă ai flanşei;
f_i^{20}, f_i^t - tensiunea tangenţială (de forfecare) din inelul răsfrânt sau din sudură la temperatura de 20°C, respectiv la temperatura de calcul, în N/mm^2.

5.15.2 Calculul îmbinărilor cu flanşe cu şuruburi (şuruburi rabatabile, prezoane), prevăzut la pct. 5.15.3…5.15.7, are caracter de recomandare. Prevederile sunt elaborate pe baza unui calcul de verificare a rezistenţei îmbinării cu flanşe şi se referă exclusiv la suprafeţele de contact situate în interiorul cercului de aşezare a şuruburilor.

5.15.3 La calculul îmbinărilor cu flanşe se vor avea în vedere următoarele:

a) condiţiile de strângere, care caracterizează solicitările ce apar în elementele îmbinării cu flanşe (şuruburi, garnitură, flanşă) în momentul strângerii şuruburilor la montaj pentru atingerea presiunii specifice de strângere q a garniturii; aceste condiţii sunt caracterizate de existenţa unor presiuni egale (atmosferică) atât în interiorul, cât şi în exteriorul îmbinărilor cu flanşe şi de temperatura mediului ambiant; temperatura mediului ambiant este reflectată în calcul de valorile f_a^{20}, convenţional considerate pentru o temperatură de montare de 20°C;
b) condiţiile de exploatare, care caracterizează solicitările care apar în elementele îmbinării cu flanşe în timpul exploatării; solicitările ţin seama de existenta unei presiuni pe partea concavă (interioară) mai mari decât cea de pe partea convexă (exterioară) şi a unei temperaturi diferite de cea de montare; în cazul unor îmbinări cu flanşe la care condiţiile de exploatare nu diferă de cele de montare, calculul îmbinării se rezumă la calculul pentru condiţiile de strângere;
c) zona de etanşare, care este zona în care există un contact simultan al garniturii pe ambele feţe de etanşare; este delimitată de diametrele D_{ec} şi D_{ic} şi are lăţimea B_o; în calcul se ia în considerare o lăţime eficace, b, mai mică decât B_o;
d) calculele se vor efectua utilizând dimensiunile corectate ale flanşei, prin luarea în considerare a adaosului pentru condiţiile de exploatare c_1.

5.15.4 Îmbinările cu flanşe strânse cu şuruburi se clasifică în 3 categorii, în funcţie de participarea elementului de recipient (virola) la preluarea solicitărilor ce apar, şi anume:

a) flanşa de tip integral (a se vedea fig. 30 din anexa G) include acele tipuri de flanşă la care virola (ştuţul) echivalează cu o structură monobloc şi, deci, participă la rigidizarea acesteia; în cazul construcţiilor sudate se consideră că virola (ştuţul) acţionează ca un gât de flanşă; sudura şi celelalte detalii constructive trebuie să

satisfacă condițiile specificate în fig. 30 din anexa G;

b) flanşa de tip liber (a se vedea fig. 31 din anexa G) include acele tipuri de flanşă la care modul de îmbinare între flanşă şi virolă (ştuț) nu conferă o rigiditate echivalentă unei structuri integrale; sudura şi celelalte detalii constructive trebuie să satisfacă condițiile specificate în fig. 31 din anexa G;

c) flanşa de tip opțional (a se vedea fig. 32 din anexa G) include acele tipuri de flanşă la care îmbinarea între flanşă şi virolă (ştuț) este considerată ca „tip integral", dar care pentru simplificarea calculului poate fi calculată ca flanşă de tip liber, dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:

$$s_{pc} \le 1{,}6\ \text{cm};\ \frac{D}{s_{pc}} \le 300,$$

$$p_c \le 2{,}1\ \text{MPa},$$

$$t_c \le 370^{o}\,\text{C};$$

sudura şi celelalte detalii constructive trebuie să satisfacă condițiile specificate în fig. 32 din anexa G.

5.15.5 La dimensionarea (verificarea) şuruburilor şi a garniturii, aria minimă necesară a secțiunilor transversale ale şuruburilor, A_{nec}, trebuie să satisfacă următoarele cerințe:

a) să prevină pierderea etanşeității (pierderea de fluid) în timpul exploatării, în care scop: $A_{ef} \ge A_o$;

b) să realizeze strângerea garniturii cu o presiune specifică, q, în condițiile de strângere, în care scop: $A_{ef} \ge A_q$.

În acelaşi timp, aria efectivă, A_{ef}, nu trebuie să depăşească o anumită valoare limită, în caz contrar existând pericolul strivirii garniturii în timpul strângerii. Această condiție este exprimată analitic prin: $B_o \ge B_{min}$. Pentru satisfacerea acestei condiții se vor modifica fie A_{ef}, fie B_o.

5.15.6 Calculul de rezistență al îmbinării cu flanşe se efectuează determinând şi verificând următoarele:

a) valoarea b_o, conform tabelului 17 din anexa H, şi se calculează b şi D_3 conform relațiilor:

- în cazul $b_o > 6{,}3$ mm:

$$b = 2{,}52\sqrt{b_o}$$

$$D_3 = D_{ec} - 2h$$

- în cazul $b_o < 6{,}3$ mm:

$$b = b_o$$

$$D_3 = \frac{D_{ec} + D_{ic}}{2}$$

b) valorile forțelor care acționează asupra îmbinării:

$$F_8 = \pi \cdot D_3 b q$$

$$F_G = 2\pi \cdot D_3 b m p_c$$

$$F = \frac{\pi}{4} D_3^2 p_c$$

unde m şi q sunt indicați în tabel 15 din anexa H;

c) ariile secțiunilor şuruburilor:

$$A_q = \frac{F_8}{f_{as}^{20}}$$

$$A_o = \frac{F + F_G}{f_{as}^t}$$

A_{nec} = cea mai mare valoare dintre A_q şi A_o.

$$A_{ef} = n \cdot A_d \geq A_{nec}$$

d) solicitarea garniturii, pentru condiţiile de strângere:

$$B_{min} = \frac{A_{ef} f_{as}^{20}}{2\pi \quad D_3 \cdot q}$$

este necesar ca: $B_{min} \leq B$, iar B este conform tabelului 17 din anexa H.

e) valoarea momentului de încovoiere pentru condiţiile de strângere:

$$P_a = \frac{A_{nec} + A_{ef}}{2} f_{as}^{20}$$

$$a_G = \frac{D_2 - D_3}{2}$$

$$M_s = a_G \cdot P_s$$

f) valoarea momentului de încovoiere pentru condiţiile de exploatare:

$a_D = \frac{D_2 - D}{2} - \frac{S_{p1}}{2}$ pentru flanşe de tip integral, conform fig. 30 din anexa G, şi de tip opţional;

$a_D = \frac{D_2 - D}{2}$ pentru flanşe de tip liber, conform fig. 31b din anexa G, şi de tip opţional;

$a_T = \frac{D_2 - D}{4} + \frac{a_G}{2}$ pentru toate tipurile de flanşe, cu excepţia flanşei de la fig. 31a din anexa G;

$a_T = a_G$ pentru flanşe de tip liber pe ţeavă răsfrântă, conform fig. 31a din anexa G;

$M_o = a_D F_D + a_G F_G + a_T F_T$

g) valoarea de calcul a momentului de încovoiere este cea mai mare valoare obţinută din relaţiile:

$$M_c = \frac{f_{af}^t}{f_{af}^{20}} \cdot M_s \text{ sau } M_c = M_o$$

h) factorii de formă ai flanşei:

$$L = \sqrt{D \cdot s_{po}}$$

$$L/L_o$$

$$K = D_1/D$$

$$S_{p1}/S_{po}$$

i) valorile coeficienţilor U, T, Y şi Z: din tabelul 19 din anexa H sau din fig. 33 şi 34 din anexa G, în funcţie de K;

j) valorile coeficienţilor**,** din diagrame, (a se vedea fig. 35, 36, 37, 38 şi 39 din anexa G) în funcţie de rapoartele L/L_o şi S_{p1}/S_{po}:

$$K_M = \sqrt{\frac{\pi \cdot D_2}{n\left(2d + 6\frac{h}{m + 0{,}5}\right)}};\ K_M \geq 1$$

$$K_1 = \frac{(K_F \text{ sau } K_{FL}) \cdot h}{L_o}$$

$$K_2 = \frac{(K_V \text{ sau } K_{VL}) \cdot h^3}{UL_o s_{po}^2}$$

$$K_3 = \frac{1 + K_1}{T} + K_2$$

În relațiile de mai sus, coeficienții K_F, K_V sau K_{FL}, K_{VL} vor fi corespunzători tipului de flanșă, conform pct. 5.15.4.

k) valorile tensiunilor:

- din flanșă:

$$f_A = \frac{K_f \cdot K_M \cdot M_c}{K_3 \cdot D \cdot s_{pl}^2}$$

$$f_R = \frac{\left(1 + \frac{4}{3} K_1\right) \cdot K_M \cdot M_c}{K_3 \cdot D \cdot h^2}$$

$$f_T = \frac{Y \cdot K_M \cdot M_c}{Dh^2} - Z \cdot f_R$$

NOTĂ: Pentru flanșe de tip liber $f_A = f_R = 0$.

- din inelul răsfrânt sau din sudură, în cazul flanșelor de tip liber din fig. 31a din anexa G:

$$f_i^{20} = \frac{F_G}{\pi \cdot D_3 \cdot s_i}$$

$$f_i^t = \frac{F + F_G}{\pi \cdot D \cdot s_i}$$

Se verifică îndeplinirea următoarelor condiții impuse tensiunilor:

• din flanșă:

$$f_A \le 1{,}5 f_{af}^t$$

$$f_R, f_T \le f_{af}^t$$

$$\frac{f_A + f_R}{2} \le f_{af}^t$$

$$\frac{f_A + f_T}{2} \le f_{af}^t$$

• din inelul răsfrânt sau din sudură, în cazul flanșelor de tip liber din fig. 31a din anexa G:

$$f_i^{20} \le 0{,}8 \cdot f_{ai}^{20}$$

$$f_i^t \le 0{,}8 \cdot f_{ai}^t$$

5.15.7 Tensiunile admisibile la îmbinările cu flanșe se determină astfel:

a) pentru materialul inelului răsfrânt, f_{ai}^{20} și f_{ai}^t, iar pentru materialul flanșei, f_{af}^{20} și f_{af}^t, conform pct. 5.3.1;

b) pentru materialul șuruburilor, f_{as}^{20} și f_{as}^t, conform relațiilor următoare:

$$f_{as}^{20} = \frac{R_c^{20} \text{ sau } R_{0,2}^{20}}{C_{ss}}$$

$$f_{as}^{t} = \frac{R_c^{t} \text{ sau } R_{0,2}^{t}}{C_{ss}}$$

unde coeficientul de siguranță C_{ss} pentru oțeluri are valorile din tabelul 16 din anexa H.

În intervalul de temperaturi pentru care se pot stabili tensiunile atât pe baza caracteristicilor de rezistență determinate prin încercări de scurtă durată, f_{as1}^{t}, cât și pe baza caracteristicilor determinate prin încercări de lungă durată, f_{as2}^{t}, pentru tensiunea admisibilă f_{as}^{t} se va alege cea mai mică valoare dintre f_{as1}^{t} și f_{as2}^{t}. În acest caz, f_{as1}^{t} se determină cu ajutorul coeficientului de siguranță C_{ss} de mai sus, iar f_{as2}^{t} are cea mai mică valoare rezultată din relația:

$$f_{as2}^{t} = \frac{R_{r/100000}^{t}}{C_{fs1}} \text{sau} \frac{R_{1/100000}^{t}}{C_{fs2}}$$

unde coeficienții de siguranță pentru oțeluri sunt:
$C_{fs1} = 1,8$; $C_{fs2} = 1,1$
Pentru domeniul de temperaturi în care se poate determina numai f_{as2}^{t}, f_{as}^{t} este egal cu acesta.

5.15.7.1 Coeficienții de siguranță se vor mări cu 20% în cazul recipientelor pentru substanțe letale.

5.15.7.2 În cazul flanșelor la care materialele talerului flanșei și cel al gâtului sunt diferite, la stabilirea tensiunilor f_{af}^{20} și f_{af}^{t} se vor lua în considerare valorile minime ale rezistențelor sau se vor aplica prescripții speciale de proiectare.

5.16 Calculul de compensare a orificiilor

5.16.1 Notații

5.16.1.1 Notațiile folosite la calculul de compensare a orificiilor prevăzute la pct. 5.16.2.1…5.16.5.3 sunt:

D	- diametrul interior al unui element cilindric sau al unui fund bombat, în cm;
D_c	- diametrul interior de calcul al elementului de recipient pe care se află amplasat orificiul care trebuie să fie compensat, în cm;
D_k	- diametrul interior al elementului conic, măsurat în centrul orificiului, în cm;
d, d_1, d_2	- diametrele interioare ale racordurilor, în cm;
d_b	- diametrul interior echivalent al orificiului cu bordurare, în cm;
d_{on}	- diametrul maxim al orificiului care nu necesită compensare, în cm;
R	- raza interioară a fundului stenic, în cm;
R_{ic}	- raza inelului de compensare a două orificii învecinate în varianta întâi de compensare, conform fig. 44 din anexa G, în cm;
r_{c1}, r_{c2}	- azele de racordare ale inelului de compensare a două orificii învecinate în varianta a doua de compensare, conform fig. 44, în cm;
a_o	- distanța între suprafețele exterioare a două orificii învecinate, în cm;

a	- axa mare a unui orificiu eliptic (oval), în cm;
b	- axa mică a unui orificiu eliptic (oval), în cm;
H	- înălțimea părții bombate a fundului măsurat până la suprafața interioară a acestuia, în cm;
f_a	- tensiunea admisibilă a materialului elementului de recipient în care se află orificiul care trebuie să fie compensat, în N/mm^2;
f_{ar}, f_{ar1}, f_{ar2}	- tensiunile admisibile ale materialelor racordurilor, în N/mm^2;
f_{ai}	- tensiunea admisibilă a materialului inelului de compensare, în N/mm^2;
K_1, K_{r1}, K_{r2}	- raportul între tensiunile admisibile ale materialului racordurilor şi a materialului mantalei;
K_i	- raportul între tensiunea admisibilă a materialului inelului de compensare şi a materialul mantalei;
h_e, h_{e1}, h_{e2}	- lungimile de execuție ale părților exterioare ale racordurilor, în cm;
h_{ec}, h_{ec1}, h_{ec2}	- lungimile părților exterioare ale racordurilor care contribuie la compensare, în cm;
h_1,h_{i1},h_{i2}	- lungimile de execuție ale părților interioare ale racordurilor, în cm;
h_{ic}, h_{ic1}, h_{ic2}	- lungimile părților interioare ale racordurilor care participă la compensare, în cm;
h_b	- lungimea totală de execuție a bordurii şi a racordului, în cm;
h_{bc}	- lungimea totală a bordurii şi a racordului care contribuie la compensare, în cm;
L, L_1, L_2	- lățimile inelului de compensare, în cm;
s_{ci}	- grosimea echivalentă de calcul a inelului de compensare, în cm;
s_{or}, s_{or1}, s_{or2}	- grosimile de rezistență ale racordurilor, rezultate din calculul de rezistent, în cm;
s_o	- grosimea de rezistență a elementului recipientului în care se află orificiul care trebuie să fie compensat, rezultată din calculul de rezistență, în cm;
s_p	- grosimea de proiectare a elementului de recipient pe care se află orificiul care trebuie să fie compensat, în cm;
s_{pr},s_{pr1}, s_{pr2}	- grosimea de proiectare a pereților racordurilor, în cm;
s_{pi}	- grosimea de proiectare a inelului de compensare, în cm;
s_{pb}	- grosimea de proiectare a bordurii elementului de recipient, în cm;
a	- semiunghiul la vârful conului, în grade sexagesimale.

5.16.2 Domeniu de aplicare

5.16.2.1 Prevederile de la pct. 5.16.2.2…5.16.5.3 se referă la calculul compensării orificiilor aflate pe elemente (cilindrice, conice, funduri bombate) de recipient supuse la presiune pe partea concavă (interioară) care îndeplinesc condiția:

$$D \cdot s_p \leq 4.000 \text{ cm}^2$$

şi sunt executate din materiale pentru care sunt cunoscute caracteristicile de rezistență determinate pe baza încercărilor de scurtă durată. Calculul are caracter de recomandare.

5.16.2.2 Limitele de aplicare a relațiilor de calcul sunt indicate în tabelul 20 din anexa H, care cuprinde şi valorile diametrelor de calcul D_c.

5.16.2.3 Relațiile de calcul se aplică şi la compensarea orificiilor ovale, pentru care raportul între lungimile semiaxelor satisface condiția:

$$\frac{a}{b} \leq 1 + 2 \cdot \sqrt{\frac{D_c\left(s_p - c_1\right)}{b^2}}$$

iar unghiul de înclinare a axei racordului față de normala la suprafața recipientului, în centrul orificiului, este mai mic de sau egal cu 30°.

5.16.2.4 La calculul compensării orificiilor ovale practicate în elementele cilindrice şi conice, diametrul interior al orificiului va avea valoarea cea mai mare rezultată din relația:

$$d = a_p \text{ sau } \frac{b_p}{2}$$

unde a_p şi b_p se determină conform fig. 40 din anexa G.

În cazul orificiilor practicate în funduri bombate, diametrul interior al orificiului care se ia în calculul de compensare va fi egal cu lungimea axei mari a acestuia.

5.16.3 Calculul orificiilor izolate

5.16.3.1 Un orificiu se consideră izolat dacă distanța față de orificiul cel mai apropiat satisface condiția (a se vedea fig. 41 din anexa G):

$$a_o \geq 2\sqrt{D_c\left(s_p - c_1\right)}$$

5.16.3.2 Diametrul maxim al unui orificiu izolat care nu necesită compensare se determină cu relația:

$$d_{on} = 2\left[\left(\frac{s_p - c_1}{s_o} - 0{,}875\right)\sqrt{D_c\left(s_p - c_1\right)} - c_1\right]$$

5.16.3.3 Pentru compensarea orificiului prin îngroşarea peretelui elementului sau al racordului, prin adăugarea unui inel de compensare sau prin combinarea acestora (a se vedea fig. 42 din anexa G), trebuie să fie îndeplinită condiția:

$$\left[\left(h_{ec} + s_{ci} + s_p - s_o - c_1\right)\cdot\left(s_{pr} - s_{or} - c_1\right) + h_{ic}\left(s_{pr} - 2c_1\right)\right]\cdot K_r + \sqrt{D_c\left(s_{ci} + s_p - c_1\right)}\cdot\left(K_i \cdot s_{ci} + s_p - 0{,}875 s_o - c_1\right)$$

$$\geq \left(\frac{d}{2} + c_1\right)\cdot s_o$$

unde pentru K_r, K_i, h_{ec}, h_{ic} se iau valorile cele mai mici rezultate din relațiile:

$$K_r = \frac{f_{ar}}{f_a} \text{ sau } 1{,}0$$

$$K_i = \frac{f_{ai}}{f_a} \text{ sau } 1{,}0$$

$$h_{ic} = h_i \text{ sau } 0{,}5\sqrt{\left(d + 2c_1\right)\left(s_{pr} - c_1\right)}$$

$$s_{ar} = \frac{p_c\left(d + 2c_1\right)}{2zf_{ar} - p_c} \text{ grosimea de rezistență a peretelui ştuțului}$$

Grosimea de rezistență s_o a elementului de recipient se determină cu relațiile de la pct. 5.6.1…5.13.8, unde nu se iau în considerare adaosurile.

5.16.3.3.1 În cazul în care planul în care se face verificarea compensării nu este paralel cu direcția generatoarei elementelor cilindrice sau conice, grosimea de rezistență a elementului se determină cu relațiile de la pct. 5.16.5.2.

5.16.3.3.2 Grosimea de calcul echivalentă s_i a inelului de compensare se alege prin încercări, până la satisfacerea condiției de compensare. În cazul în care se cere verificarea compensării unui orificiu dat, s_{ci} poate fi determinată prin iterații (aproximări succesive) din relația:

$$s_{ci} = \frac{L \cdot s_{pi}}{\sqrt{D_c\left(s_{ci} + s_p - c_1\right)}}$$

Iterația va începe cu valoarea lui s_{pi}.

5.16.3.4 Lățimea inelului de compensare poate fi redusă, cu îngroşarea corespunzătoare a acestuia la o valoare aleasă constructiv ($s_{pi} \geq s_{ci}$), conform relației:

$$L = \frac{s_{ci}}{s_{pi}}\sqrt{D_c\left(s_{ci} + s_p - c_1\right)}$$

5.16.3.4.1 În cazul în care $s_{pi} > 2s_p$, se recomandă utilizarea a două inele de compensare aşezate unul în interiorul şi celălalt în exteriorul elementului, grosimea inelului exterior fiind $0{,}5s_{pi}$, iar a celui interior ($0{,}5s_{pi} + c_1$).

5.16.3.5 Pentru compensarea orificiilor cu bordurare în exterior a peretelui elementului de recipient (a se vedea fig. 43 din anexa G) trebuie să fie îndeplinită condiția:

$$2\,(h_{bc}+s_p-s_o-c_1)\cdot(s_{pb}-s_{or}-c_1) \geq (d_b-d_{on})\,s_o$$

În acest caz, lungimea totală a bordurii şi părțile racordului care participă la compensare au valoarea cea mai mică, determinată cu relația:

$$h_{bc} = h_b \text{ sau } 1{,}25\sqrt{(d+2c_1)\cdot(s-c_1)}$$

Diametrul interior echivalent al orificiului, d_b, se determină aproximativ, luând în considerare geometria bordurii (a se vedea fig.43 din anexa G), cu condiția egalității suprafețelor A_1 şi A_2. Dacă la proiectare geometria bordurii nu este cunoscută se admite să se adopte:

$$d_b = d+2s_{pb}$$

5.16.3.6 În cazul în care bordurarea este în interior, contribuția acesteia la compensare nu se ia în considerare, iar calculul se face conform preveederilor de la pct. 5.16.3.1…5.16.3.4 pentru orificiul cu diametrul $d+2s_{pb}$.

5.16.4 Presiunea de calcul la verificarea elementului de recipient

5.16.4.1 Presiunea de calcul la verificarea unui element de recipient cilindric sau conic, în care este decupat un orificiu, se determină cu relația:

$$p_c = \frac{2\left(K_i s_{pi} + s_p - c_1\right)zf_a}{D_c + K_i s_{pi} + s_p - c} \cdot V$$

unde:

$$V = \frac{1+\dfrac{s_{pr}-c_1}{K_i \cdot s_{pi}+s_p-c_1}\cdot\dfrac{h_{ec}+h_{ic}+s_{pi}+s_p-c_1}{\sqrt{D_c\left(s_{pi}+s_p-c_1\right)}}\cdot K_r}{0{,}875+\dfrac{d+2c_1}{\sqrt{D_c\left(s_{pi}+s_p-c_1\right)}}\cdot\left[0{,}5+\dfrac{K_r\left(h_{ec}+s_{pi}+s_p-c_1\right)}{D_c}\right]} \leq 1$$

Lungimea părții exterioare, h_{ec}, şi a părții interioare, h_{ic}, ale racordului care participă la

compensare se determină cu relația de la pct. 5.16.3.3.

5.16.4.2 Presiunea de calcul la verificarea unui fund bombat, în care este decupat un orificiu, se determină cu relația:

$$p_c = \frac{2\left(K_i s_{pi} + s_p - c_1\right) z f_a}{0{,}5 D_c + K_i s_{pi} + s_p - c_1} \cdot V$$

unde:

$$V = \frac{1 + \dfrac{s_{pr} - c_1}{K_i \cdot s_{pi} + s_p - c_1} \cdot \dfrac{h_{ec} + h_{ic} + s_{pi} + s_p - c_1}{\sqrt{D_c\left(s_{pi} + s_p - c_1\right)}} \cdot K_r}{0{,}875 + \dfrac{d + 2c_1}{\sqrt{D_c\left(s_{pi} + s_p - c_1\right)}} \cdot \left[0{,}5 + \dfrac{K_r\left(h_{ec} + s_{pi} + s_p - c_1\right)}{D_c}\right]} \le 1$$

5.16.5 Calculul compensării orificiilor învecinate

5.16.5.1 Două orificii se consideră învecinate (se influențează reciproc) dacă condiția de la pct. 5.16.3.1 nu este satisfăcută (a se vedea fig. 41 din anexa G), adică:

$$a_o < 2\sqrt{D_c\left(s_p - c_1\right)}$$

5.16.5.2 Calculul compensării orificiilor învecinate (a se vedea fig. 44 din anexa G) se efectuează astfel:

a) se calculează compensarea fiecărui orificiu considerat izolat, conform pct. 5.16.3.1…5.16.3.6;
b) se verifică compensarea porțiunii dintre orificii cu relația:

$$\begin{aligned}
&\left[\left(h_{ec1} + s_{pi} + s_p - c_1\right) \cdot \left(s_{pr1} - s_{or1} - c_1\right) + h_{ic1}\left(s_{pr1} - 2c_1\right)\right] \cdot K_{r1} + \\
&\left[\left(h_{ec2} + s_{pi} + s_p - c_1\right) \cdot \left(s_{pr2} - s_{or2} - c_1\right) + h_{ic2}\left(s_{pr2} - 2c_1\right)\right] \cdot K_{r2} + \\
&+ a_o\left(K_i \cdot s_{pi} + s_p - s_o - c_1\right) \ge \frac{d_1 + d_2}{2} \cdot s_o
\end{aligned}$$

unde pentru K_{r1}, K_{r2}, K_i, h_{ec1}, h_{ec2}, h_{ic1}, h_{ic2} se iau valorile cele mai mici rezultate din relațiile:

$$K_{r1} = \frac{f_{ar1}}{f_a} \text{ sau } 1{,}0$$

$$K_{r2} = \frac{f_{ar2}}{f_a} \text{ sau } 1{,}0$$

$$K_i = \frac{f_{ai}}{f_a} \text{ sau } 1{,}0$$

$$h_{ec1} = h_{e1} \text{ sau } 1{,}25\sqrt{\left(d_1 + 2c_1\right)\left(s_{pr1} - c_1\right)}$$

$$h_{ec2} = h_{e2} \text{ sau } 1{,}25\sqrt{\left(d_2 + 2c_1\right)\left(s_{pr2} - c_1\right)}$$

$$h_{ic1} = h_{i1} \text{ sau } 0{,}5\sqrt{\left(d_1 + 2c_1\right)\left(s_{pr1} - c_1\right)}$$

$$h_{ic2} = h_{i2} \text{ sau } 0{,}5\sqrt{\left(d_2 + 2c_1\right)\left(s_{pr2} - c_1\right)}$$

Grosimea de rezistență a ștuțurilor se calculează astfel:

$$s_{or1} = \frac{p_c\left(d_1 + 2c_1\right)}{2z \cdot f_{ar1} - p_c};\ s_{or2} = \frac{p_c\left(d_2 + 2c_1\right)}{2z \cdot f_{ar2} - p_c};$$

Grosimea de rezistență s_o se calculează astfel:
- pentru elementele cilindrice:

$$s_o = \frac{p_c \cdot D_c}{2zf_a(1+\sin\beta) - p_c}$$

unde β este conform fig. 45 din anexa G.

- pentru fundurile elipsoidale şi semisferice:

$$s_o = \frac{p_c D_c}{4zf_a - 2p_c}$$

- pentru fundurile sferice racordate (mâner de coş):

$$s_o = \frac{p_c D_c K_s}{4z \cdot f_a}$$

K_s-factor de formă, conform pct. 5.13.2 şi fig. 23 din anexa G.

5.16.5.3 Pentru compensarea a două orificii alăturate, inelul de compensare poate fi rotund (a se vedea fig. 44 din anexa G, varianta 1) sau ovoidal (a se vedea fig. 44 din anexa G, varianta 2).

5.16.5.3.1 Pentru compensarea orificiilor alăturate prin alte metode de compensare decât metoda cu inele de compensare, este necesar ca jumătate din suprafața disponibilă pentru compensare, în secțiunea în care se face verificarea, să se afle între orificii.

6 DISPOZITIVE DE SIGURANȚĂ CONTRA DEPĂŞIRII PRESIUNII, APARATE DE MĂSURARE ŞI CONTROL, ARMĂTURI

6.1 Dispozitive de siguranță contra depăşirii presiunii

6.1.1 Dispozitivele de siguranță servesc la protecția recipientelor sau a compartimentelor acestora împotriva creşterii presiunii peste cea maximă admisibilă de lucru. Dispozitivele respective sau elemente ale acestora lucrează sau se distrug automat, deschizând un orificiu de evacuare atunci când presiunea atinge valoarea la care dispozitivele au fost reglate sau calculate.

6.1.2 Fiecare recipient sau compartiment sub presiune trebuie să fie protejat cu cel puțin un dispozitiv de siguranță împotriva creşterii presiunii. Numărul şi capacitatea de evacuare ale dispozitivelor de siguranță trebuie să fie astfel alese încât să excludă posibilitatea creşterii presiunii în recipient cu mai mult de 10% față de presiunea maximă admisibilă de lucru. În cazul recipientelor a căror presiune maximă admisibilă de lucru este până la 0,3 MPa (3 bar) inclusiv, creşterea presiunii nu trebuie să fie mai mare de 0,05 MPa (0,5 bar).

6.1.3 Montarea dispozitivelor de siguranță nu este obligatorie dacă este exclusă posibilitatea creşterii presiunii din recipient, datorită unor reacții chimice sau încălzirii, în următoarele cazuri:

a) dacă presiunea maximă admisibilă de lucru a recipientului este egală cu sau mai mare decât presiunea sursei de alimentare, cu condiția ca sursa respectivă să fie prevăzută cu dispozitive de siguranță;

b) dacă sursa de alimentare a recipientului este o pompă centrifugă sau un compresor centrifugal, cu condiția ca presiunea maximă pe partea de refulare, la turația maximă, să fie cel mult egală cu presiunea maximă admisibilă de lucru a recipientului.

6.1.3.1 Montarea dispozitivelor de siguranță nu este obligatorie la recipientele care se transportă pe vehicule de cale ferată sau rutiere.

6.1.4 În cazul în care într-un recipient pot apărea scăderi de presiune sub valoarea presiunii atmosferice şi recipientul nu este calculat pentru astfel de condiții, acesta trebuie să fie prevăzut cu dispozitiv pentru limitarea depresiunii.

6.1.5 Recipientele care funcționează umplute complet cu lichid trebuie să fie echipate cu supape de siguranță pentru lichid, dacă nu sunt protejate altfel împotriva presiunii.

6.2 Materiale

Materialele utilizate pentru construirea dispozitivelor de siguranță trebuie să fie corespunzătoare presiunii, temperaturii şi mediului cu care intră în contact.
Pentru construirea elementelor care la acționarea dispozitivului de siguranță se deformează sau se rup (bare de flambaj, bare de rupere, membrane de rupere), materialele folosite trebuie să fie omogene şi să păstreze în condițiile de lucru stabilitatea proprietăților (caracteristicile mecanice, compoziția chimică, structura, stabilitatea la coroziune) şi, de asemenea, să nu producă scântei în cazul utilizării dispozitivelor de siguranță la recipientele care conțin fluide inflamabile sau cu pericol de explozie.

6.3 Supape de siguranță

6.3.1 Se admite folosirea supapelor de siguranță cu pârghie şi contragreutate sau cu arc, atât cu acționare directă, cât şi cu acționare indirectă.
Pe recipientele mobile şi pe cele supuse vibrațiilor nu se vor monta supape de siguranță cu pârghie şi contragreutate.

6.3.2 Supapele de siguranță trebuie să fie astfel reglate încât să înceapă să se deschidă la presiunea maximă admisibilă de lucru sau la o presiune inferioară, dacă aceasta este impusă de procesul tehnologic.
În cazul în care sunt necesare mai multe supape de siguranță pentru evacuarea rapidă a mediului, se admite ca numai una dintre supape să fie reglată în conformitate cu alineatul precedent, celelalte putând fi reglate pentru a se deschide la o presiune egală cu 1,05 ori presiunea maximă admisibilă de lucru a recipientului, cu condiția respectării prevederilor de la pct. 6.1.2.

6.3.3 La stabilirea capacității de evacuare a supapelor de siguranță se va ține seama de următoarele:

a) numărul şi capacitatea de evacuare a supapelor de siguranță trebuie să fie astfel alese încât să se respecte prevederile pct. 6.1.2;

b) capacitatea de evacuare a unei supape de siguranță se determină cu una din relațiile:

- pentru gaze şi vapori:

$$G_M = 1{,}61.\alpha, \psi_{max}.A.\sqrt{\frac{p+1}{V}}$$

- pentru lichide (cu viscozitate sub 5 cST):

$$G_M = 1{,}61 \cdot \alpha \cdot A \cdot \sqrt{(p - p_c) \cdot \gamma}$$

Relațiile sunt valabile în ipoteza $(p_c+1) \leq (p+1)\beta_{cr}$.

Notațiile din relații reprezintă:
G_M - capacitatea de evacuare, în kg/h;
A - aria secțiunii minime de scurgere (evacuare), în mm^2;
α - coeficientul de scurgere al supapei;
Ψ_{max} - coeficient de destindere adiabatică a mediului de lucru;
p - presiunea maximă a mediului înaintea supapei de siguranță, în bar;
$p = 1{,}1\ p_m$, unde: p_m - presiunea maximă admisibilă de lucru a recipientului, în bar;
p_c – contrapresiunea (presiunea din conducta de evacuare), în bar;
V - volumul specific al mediului de lucru la „p" și „t", în m^3/kg;
T - temperatura mediului de lucru înainte de intrarea în supapa de siguranță, în °C;
γ - densitatea mediului de lucru la „p" și „t", în kg/m^3;
β_{cr} – raportul critic al presiunilor, calculat cu relația:

$$\beta_{cr} = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{1}{k-1}}$$

k - exponent adiabatic.
Valorile pentru k, β_{cr} și Ψ_{max} sunt menționate în tabelul 21 din anexa H.
Pentru alte medii, în afara celor din tabel, avem relația:

$$\psi_{max} = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{1}{k-1}} \sqrt{\frac{k}{k+1}}$$

6.3.3.1.1 Pentru alegerea supapelor de siguranță, se pot utiliza și valorile debitelor (capacităților) de evacuare ale supapelor garantate de producător.

6.3.3.2 Capacitatea de evacuare a supapelor de siguranță pentru alte ipoteze de calcul decât cele prezentate la pct. 6.3.3 lit. b) se poate calcula folosind relații și din alte coduri de proiectare.

6.3.4 Supapele de siguranță trebuie să fie prevăzute cu mijloace de asigurare împotriva dereglării.
Modificarea reglajului supapei de siguranță se poate efectua numai pe standuri de verificare și reglare, autorizate de ISCIR-INSPECT în conformitate cu prevederile prescripției tehnice referitoare la acestea. Certificatul de reglare a supapei de siguranță va fi anexat la cartea recipientului-partea de exploatare.

6.4 Dispozitive de siguranță cu elemente care se distrug

6.4.1 Dispozitivele de siguranță cu elemente care se distrug pot fi utilizate pentru protejarea recipientelor împotriva creșterii presiunii, în conformitate cu prevederile prezentei prescripții tehnice. Principalele tipuri de elemente care se distrug sunt:

a) membranele de rupere, bombate sau plane;
b) capsulele de rupere (cilindri închiși la un capăt, prevăzuți cu crestături circulare, al căror spațiu gol este în legătură cu fluidul sub presiune);
c) barele de rupere (bare cu secțiuni slăbite care susțin plăci supuse presiunii fluidului și care se rup la atingerea presiunii de reglare a dispozitivului de siguranță);
d) barele de flambaj (bare care susțin o placă supusă presiunii fluidului și care se flambează la atingerea presiunii de reglare a dispozitivului de siguranță).

6.4.2 Membranele de rupere se pot folosi pentru protecția recipientelor împotriva creșterii presiunii, în locul supapelor de siguranță sau în combinație cu acestea, atunci când datorită sursei de presiune, fluidului din interior și naturii procesului tehnologic nu este posibilă utilizarea supapelor de siguranță, și anume:

- dacă presiunea din recipient poate creşte brusc, ca urmare a unor reacţii chimice;
- dacă este posibilă o îngroşare, cristalizarea sau formarea unor depuneri aderente ale fluidului din interior;
- dacă supapele de siguranţă nu pot asigura o etanşeitate suficientă, existând astfel posibilitatea depăşirii limitelor admisibile pentru impurificarea atmosferei unor locuri de muncă, pierderii unor fluide valoroase sau producerii avariilor şi accidentelor datorită scurgerii unor fluide inflamabile sau explozive;
- dacă fluidul din recipient are o acţiune puternic corozivă asupra supapei de siguranţă.

6.4.3 Membranele de rupere trebuie să fie verificate şi încercate la producător în conformitate cu standardele de produs.

6.4.4 Fiecare membrană de rupere şi dispozitiv de siguranţă cu membrană trebuie să fie marcate la loc vizibil cu datele precizate în prescripţia tehnică referitoare la acestea, Colecţia ISCIR.

6.4.5 Membranele de rupere, respectiv dispozitivele de siguranţă cu membrane trebuie să fie însoţite de declaraţie de conformitate conform prevederilor prescripţiei tehnice referitoare la acestea, Colecţia ISCIR.

6.4.6 Capsulele de rupere se execută, se verifică şi se utilizează în aceleaşi condiţii ca şi membranele de rupere.

6.5 Montarea dispozitivelor de siguranţă

6.5.1 Dispozitivele de siguranţă trebuie să fie montate direct pe recipientele sau pe compartimentele pe care le protejează, pe cât posibil la partea superioară. Acestea trebuie să fie astfel amplasate încât să fie protejate împotriva deteriorărilor posibile din exterior şi uşor accesibile pentru deservire şi verificare.
În cazuri speciale, când natura fluidului sau construcţia recipientului nu permit montarea dispozitivelor de siguranţă direct pe recipient, acestea pot fi montate pe racorduri speciale sau pe conducte de alimentare, cu condiţia ca între dispozitivele de siguranţă şi recipient să nu existe organe de închidere, iar pierderea de presiune între recipient şi dispozitivul de siguranţă, când dispozitivul este complet deschis, să nu fie mai mare de 1% din presiunea de reglare.
Diametrul interior al racordului pe care se montează dispozitivul de siguranţă trebuie să fie cel puţin egal cu diametrul scaunului ventilului dispozitivului.
Recipientele pentru depozitarea propanului, propilenei, butanului, butilenei şi a altor gaze petroliere lichefiate vor fi dotate cu câte două supape de siguranţă, una în funcţiune şi cealaltă de rezervă.

6.5.1.1 Dacă pe recipient se montează două dispozitive de siguranţă, din care unul de lucru, iar al doilea de rezervă, se admite montarea lor prin intermediul unui robinet de comutare, care să asigure în mod obligatoriu conectarea unuia din dispozitivele de siguranţă cu spaţiul sub presiune când cel de-al doilea este deconectat (izolat). Fiecare din aceste dispozitive trebuie să fie calculate pentru capacitatea totală de evacuare.

6.5.1.2 În cazuri speciale, se poate admite montarea unul robinet de închidere pe conducta dintre recipient şi dispozitivul de siguranţă, cu condiţia ca atât timp cât recipientul se află în funcţiune robinetul să fie blocat şi sigilat în poziţia „deschis”.

6.5.2 Recipientele care prin proiect sunt prevăzute să funcţioneze legate între ele printr-un sistem de conducte, fără organe de închidere care să poată izola recipientele unul de altul în timpul funcţionării, pot fi considerate ca alcătuind un singur recipient. În această situaţie, se vor monta una sau mai multe supape de siguranţă, care să fie dimensionate, amplasate şi reglate astfel încât să nu poată fi depăşită presiunea maximă admisibilă de lucru a fiecărui recipient.
Schimbătoarele de căldură sau recipientele similare prevăzute cu organe de închidere pe intrările şi ieşirile fluidelor vor fi prevăzute cu supape de siguranţă sau cu alte dispozitive de siguranţă capabile să preia dilatarea fluidelor din compartimentul de răcire, fluide care se pot încălzi în cazul izolării acestor compartimente.

6.5.3 La montarea dispozitivelor de siguranţă cu membrane trebuie să se asigure posibilitatea reţinerii fragmentelor de membrane după rupere.

6.5.4 Dacă între supapa de siguranţă şi recipient se montează un dispozitiv de siguranţă cu membrană, se vor avea în vedere următoarele:

- presiunea de rupere a membranei nu trebuie să depăşească presiunea maximă admisibilă de lucru din recipient la temperatura maximă de lucru;
- secţiunea de trecere rezultată după ruperea membranei trebuie să fie cel puţin egală cu secţiunea scaunului ventilului supapei;
- ruperea membranei nu trebuie să afecteze în nici un fel funcţionarea supapei.

6.6 Conducte de evacuare

6.6.1 Dispozitivele de siguranţă trebuie să fie prevăzute cu conducte de evacuare a fluidului, conduse în locuri în care să nu prezinte pericol pentru persoane şi mediul înconjurător.
Conductele de evacuare trebuie să fie astfel dimensionate încât la evacuarea fluidului să nu se creeze o contrapresiune după dispozitiv care să micşoreze capacitatea de evacuare a acestuia sau să influenţeze mărimea tensiunilor de deschidere şi închidere (în cazul supapelor de siguranţă).
Fluidele letale vor fi făcute inofensive înainte de a fi evacuate.

6.6.1.1 Conductele de evacuare nu sunt obligatorii în cazurile în care fluidele respective nu sunt periculoase.

6.6.2 Pe conductele de evacuare ale dispozitivelor de siguranţă nu se admite montarea unor organe de închidere.
În cazul în care conductele de evacuare sunt conduse la un colector comun (de exemplu: la liniile de golire rapidă sau la linia de faclă), se pot monta organe de închidere pe conductele respective înainte de intrarea în colectorul comun, pentru a preîntâmpina accidentele ce ar putea avea loc la instalaţiile oprite şi legate la reţeaua în funcţiune. În aceste cazuri, organele de închidere vor fi blocate şi sigilate în poziţia „deschis” pentru instalaţiile în funcţiune şi în poziţia „închis” pentru instalaţiile oprite.

6.6.3 Dacă pe conducta de evacuare a dispozitivului de siguranţă se montează amortizoare, influenţa lor trebuie să fie luată în considerare la determinarea capacităţii de evacuare şi la reglarea dispozitivului de siguranţă.

6.6.4 Conductele de evacuare trebuie să fie protejate împotriva acumulării de condensat, formării de dopuri cu mediu solidificat, îngheţării etc., astfel încât să nu fie redusă capacitatea de evacuare a acestora.

6.6.5 La dimensionarea conductelor de evacuare care deservesc două sau mai multe dispozitive de siguranţă ce pot declanşa simultan trebuie să se ia în considerare suma secţiunilor

libere ale racordurilor de evacuare ale dispozitivelor respective, precum şi contrapresiunea care se poate forma în conductă.

6.6.6 Conductele de evacuare, suporţii şi ancorajele lor trebuie să fie astfel construite încât să poată rezista în condiţii de siguranţă deplină la solicitările statice şi dinamice care pot rezulta în timpul evacuării fluidului.

6.7 Aparate de măsurare şi control

6.7.1 Manometre

6.7.1.1 Fiecare recipient sau compartiment sub presiune trebuie să fie prevăzut cu cel puţin un manometru, în stare bună de funcţionare. Manometrul trebuie să fie montat prin intermediul unui robinet cu trei căi.
În funcţie de condiţiile de lucru sau de proprietăţile fluidului, manometrul poate fi prevăzut cu tub sifon, tampoane de ulei sau alte dispozitive care să-l protejeze de acţiunea directă a mediului din recipient. Pentru a putea verifica şi înlocui aceste dispozitive, se poate admite ca între ele şi recipient să se monteze un robinet de închidere cu condiţia ca în timpul funcţionării acesta să fie sigilat în poziţia „deschis”. Diametrul interior al tubului sifon sau al tubului de legătură trebuie să fie minim 12 mm.

6.7.1.1.1 În cazuri justificate prin proiect (presiune înaltă, fluide toxice, inflamabile sau explozive, pericol de trepidaţii etc.) se poate renunţa la unele din dispozitivele de montare a manometrului (ţeavă de legătură, tub sifon, tampon de ulei, robinet cu trei căi).

6.7.1.1.2 La recipientele care fac obiectul pct. 1.2.3 montarea manometrelor este obligatorie numai în timpul operaţiilor de încărcare-descărcare, atunci când aceste operaţii se fac sub presiune.

6.7.1.2 În cazul în care mai multe recipiente fac parte dintr-o maşină sau formează un grup comun (de exemplu: în cadrul unor instalaţii tehnologice) şi sunt alimentate dintr-o singură sursă de presiune, se admite ca acestea să fie prevăzute cu unul sau mai multe manometre în următoarele condiţii:

- pe conducta principală de alimentare se va monta un manometru cât mai aproape de recipiente;
- în cadrul instalaţiei se vor prevedea, după caz, manometrele necesare care să asigure verificarea în orice moment a presiunii în recipient;
- fiecare recipient să fie prevăzut cu racord care să permită montarea unui manometru.

6.7.1.3 Presiunea maximă admisibilă de lucru a recipientelor trebuie să fie marcată pe cadranul manometrului cu o linie roşie. În cazul în care această linie nu se poate trasa pe cadran, se va aplica pe carcasa manometrului un indicator vopsit în roşu.

6.7.1.4 Manometrele utilizate la recipiente sub presiune trebuie să fie cel puţin din clasa de precizie 2,5. Manometrele vor fi astfel alese încât presiunea maximă admisibilă de lucru să se găsească în treimea mijlocie a scării gradate.

6.7.1.5 Manometrul va fi astfel montat încât să fie satisfăcute următoarele condiţii:

- să fie cât mai ferit de căldura radiată;
- să fie protejat împotriva îngheţului;
- să fie asigurat împotriva vibraţiilor;

- cadranul să fie bine iluminat, vizibil şi aşezat într-un plan paralel cu planul de lucru al recipientului, dacă înălţimea de la pardoseală până la locul de montare a manometrului este mai mică de 4 m; pentru înălţimi mai mari de 4 m, cadranul manometrului va fi înclinat astfel încât raza vizuală să cadă perpendicular pe faţa manometrului (unghiul de înclinare maxim este de 30^o).

6.7.1.6 Manometrul trebuie să prezinte o vizibilitate bună atunci când este montat pe recipient. Pentru asigurarea acestei condiţii este necesar ca diametrul său exterior să aibă următoarele dimensiuni minime:

a) 100 mm, dacă se montează la înălţimi de cel mult 2,5 m şi la recipiente cu presiune maximă admisibilă de lucru de cel mult 0,8 MPa (8 bar);

b) 150 mm dacă se montează la înălţimi de cel mult 5 m şi la recipiente cu presiunea maximă admisibilă de lucru mai mare de 0,8 MPa (8 bar);

c) 300 mm, dacă se montează la înălţimi mai mari de 5 m.

6.7.1.7 În cazuri speciale prevăzute prin proiect, atunci când fluidul sau procesul tehnologic nu permite montarea unui manometru pe recipient şi dacă între presiunea şi temperatura din interiorul recipientului există o legătură fizică precisă cunoscută, se poate înlocui manometrul cu un termometru în următoarele condiţii:

- să se motiveze înlocuirea respectivă în cartea recipientului-partea de exploatare;
- să se marcheze pe termometru cu un semn roşu temperatura maximă admisibilă de lucru;
- să se prevadă dispozitivele care să permită, în orice moment, verificarea temperaturii indicate printr-un alt termometru de control;
- să se prevadă dispozitivele care să permită controlul presiunii, în caz de nevoie, prin manometrul de control.

6.7.1.8 Manometrele trebuie să fie verificate metrologic periodic şi după fiecare reparaţie de către organele de metrologie, în conformitate cu prevederile legale în vigoare.

Este interzisă folosirea manometrelor defecte sau cu următoarele lipsuri:

- lipsa plumbului de control;
- lipsa semnului roşu care marchează presiunea maximă admisibilă de lucru;
- lipsa opritorului pentru reazem, la indicaţia zero;
- depăşirea termenului de verificare metrologică;
- nerevenirea acului indicator la indicaţia zero; se admite ca vârful acului indicator să se abată de la poziţia zero cu cel mult jumătate din eroarea tolerată.

6.7.2 Indicatoare de nivel

6.7.2.1 Indicatoarele de nivel sunt obligatorii la următoarele recipiente sub presiune:

- recipiente care conţin lichide şi sunt încălzite cu flacără sau gaze de ardere;
- recipiente care conţin gaze lichefiate sau dizolvate; la aceste recipiente, pe indicatoare se va trasa cu un semn roşu nivelul maxim admis, cu excepţia indicatoarelor digitate unde în imediata apropiere se va inscripţiona cu vopsea de culoare roşie nivelul admis.

La recipientele montate pe platforme deplasabile sau pe sisteme mobile proprii, care se transportă pe vehicule de cale ferată sau rutiere, echiparea cu indicatoare de nivel nu este obligatorie.

6.7.2.2 Pentru indicarea nivelului din recipient se pot folosi:

- indicatoare de nivel cu tub de sticlă;
- indicatoare de nivel cu sticlă plană;

- ferestre de observaţie cu sticlă (vizoare);
- indicatoare de nivel magnetice;
- indicatoare de nivel cu transmitere la distanţă.

Indicatoarele de nivel menţionate anterior pot fi completate cu dispozitive de semnalizare optică şi acustică.
Toate indicatoarele de nivel care funcţionează pe principiul vaselor comunicante vor fi prevăzute cu robinet de control. Ţevile de legătură între indicatoarele de nivel şi recipient vor avea diametrul de cel puţin 15 mm.

6.7.2.3 Indicatoarele de nivel cu tub de sticlă pot fi folosite la recipiente cu presiunea admisibilă de lucru de 0,8 MPa (8 bar), iar ferestrele de observaţie cu sticlă la recipiente cu presiunea maximă admisibilă de lucru până la 4 MPa (40 bar), dar cu documente de garanţie corespunzătoare pentru sticlă.
Nu se admite folosirea indicatoarelor de nivel cu tub de sticlă, a robinetelor de descărcare sau a robinetelor de control cu descărcare locală în atmosferă la recipiente sub presiune care conţin fluide toxice, inflamabile sau explozive. Indicatoarele de nivel cu sticlă plană care se vor utiliza pentru aceste recipiente vor fi prevăzute obligatoriu cu robinete de izolare cu bilă de blocare a ieşirii fluidului în caz de spargere a sticlei, cu robinete de evacuare, aerisire sau control cu evacuări conduse.
Indicatoarele de nivel cu tub de sticlă trebuie să fie prevăzute cu apărători de protecţie pentru evitarea eventualelor accidente provocate de spargerea tubului.

6.7.2.4 La recipientele al căror conţinut atacă sticla sau în alte cazuri prevăzute prin proiect, indicatoarele de nivel cu sticlă plană şi/sau ferestrele de observaţie cu sticlă se vor utiliza cu plăci din materiale corespunzătoare.

6.7.2.5 Se recomandă ca recipientele pentru depozitarea propanului, propilenei, butanului, butilenei şi a altor gaze petroliere lichefiate să fie prevăzute şi cu dispozitive de semnalizare optică, acustică, magnetică sau cu indicatoare cu transmisie electrică a nivelului la distanţă, dispozitive care vor fi asigurate din punct de vedere al pericolului de incendiu.

6.7.2.6 Montarea indicatoarelor de nivel cu sticlă se va face în următoarele condiţii:
- suprafaţa vizibilă a sticlei să fie bine iluminată;
- suprafaţa vizibilă a sticlei să fie în plan vertical sau, în cazul recipientelor montate la înălţime, într-un plan cu o înclinare de cel mult 30° faţă de planul vertical;
- nivelul lichidului să poată fi vizibil pe toată înălţimea liberă a indicatorului de nivel.

6.7.2.6.1 Se permite izolarea indicatorului de nivel faţă de recipient prin organe de închidere sigilate în timpul funcţionării în poziţia „deschis”.

6.7.3 Aparate pentru măsurarea temperaturii

6.7.3.1 Recipientele sau compartimentele sub presiune încadrate în procese tehnologice care trebuie să se desfăşoare la temperaturi controlate se prevăd obligatoriu cu aparate pentru măsurarea temperaturilor.

6.7.3.2 Pentru măsurarea temperaturii fluidului din recipient se pot folosi:
- termometre cu tijă;
- termocupluri;
- pirometre;
- aparate înregistratoare.

Termocuplurile, cu excepția celor montate direct, vor fi utilizate împreună cu aparatele indicatoare corespunzătoare: milivoltmetre, potențiometre electronice etc.
Aparatele indicatoare şi înregistratoare, cu excepția termometrelor montate direct pe recipient, trebuie să fie montate pe panouri fixe, asigurate împotriva vibrațiilor. Clasa de precizie a aparatelor pentru măsurarea temperaturii va fi stabilită prin proiect.

6.7.3.3 Recipientele care au în interior căptuşeli pentru protejarea termică a pereților metalici vor fi prevăzute cu dispozitive de măsurare a temperaturii pereților metalici (indicatoare sau înregistratoare) în diverse puncte. Se admit şi alte mijloace pentru verificarea temperaturii, ca de exemplu: aparate, indicatoare portabile, crete sau vopsele termocolor etc.

6.7.3.4 Pe scară gradată, temperatura maximă admisă trebuie să fie marcată printr-o linie roşie.

6.7.3.5 Termometrele şi aparatele indicatoare şi înregistratoare trebuie să fie verificate metrologic periodic şi după fiecare reparație de către organele de metrologie, în conformitate cu prevederile legale în vigoare.

6.8 Armături

6.8.1 Reductoare de presiune

6.8.1.1 Recipientele sau compartimentele a căror presiune maximă admisibilă de lucru este mai mică cu mai mult de 10% decât presiunea sursei de alimentare trebuie să fie prevăzute cu un reductor automat de presiune pe partea presiunii reduse. Între reductor şi recipient se vor monta manometrul şi supapa de siguranță reglată la presiunea maximă admisibilă de lucru a recipientului.
Se poate monta un singur reductor automat de presiune pentru mai multe recipiente, în următoarele condiții:

- toate recipientele au aceeaşi presiune maximă admisibilă de lucru;
- în recipiente nu se produc reacții care să ducă la depăşirea presiunii maxime admisibile de lucru;
- pe partea presiunii reduse se va monta, după reductor şi înainte de intrarea în recipiente, un manometru şi o supapă de siguranță.

6.8.1.2 Raportul maxim admis între presiunea din amontele şi presiunea din avalul unui reductor este de 7:1. În cazul necesității unui raport mai mare, se vor folosi mai multe reductoare în serie, presiunea intermediară calculându-se cu relația:

$$p' = \sqrt{P \cdot p}$$

unde:

p'-presiunea intermediară;
P-presiunea din amonte la fiecare reductor;
p-presiunea din aval la fiecare reductor.

6.8.1.3 Montarea reductorului se face în poziția verticală, respectând sensul săgeții de pe corp. În cazul unor recipiente care funcționează intermitent, se poate monta un robinet de închidere în amonte de reductor.

6.8.1.4 Pentru reducerea turbulențelor la ieşirea din reductor se recomandă ca distanța între acesta şi recipient să fie de minim 2 m

6.8.2 Dispozitive de alimentare

6.8.2.1 Fiecare recipient trebuie să fie prevăzut cu armături prin care să se asigure alimentarea cu fluidul de lucru, precum şi izolarea lui faţă de sursa de alimentare.

6.8.2.2 Dispozitivele de alimentare se montează direct pe recipient prin flanşă şi prezoane. La recipientele a căror presiune maximă admisibilă de lucru nu depăşeşte 5 MPa (50 bar), iar temperatura nu depăşeşte 350°C se admite montarea dispozitivelor de alimentare pe racorduri cu flanşe şi şuruburi.

6.8.2.3 La recipientele încadrate în procese tehnologice automatizate se pot utiliza regulatoare automate de alimentare (mecanice, electromagnetice, electronice), având rolul de a menține automat la valori constante parametrii procesului (presiunea, debitul, temperatura).

6.8.3 Dispozitive de golire

6.8.3.1 Toate recipientele sub presiune trebuie să fie prevăzute cu armături pentru golire. Acestea trebuie să fie sigure în funcționare şi să permită evacuarea completă a fluidului conținut.

6.8.3.2 Recipientele care se golesc la terminarea procesului trebuie să fie prevăzute cu dispozitive care să nu permită deschiderea bruscă a armăturii de golire, dacă prin această deschidere fluidul din interior, în urma destinderii rapide, ar produce condiții periculoase pentru personalul de deservire.

6.8.3.3 Armătura de golire trebuie să fie montată în partea cea mai de jos a recipientului. În cazul în care nu este montată astfel, se vor lua măsuri eficiente pentru asigurarea evacuării complete a fluidului de lucru.
Conducta de golire se va monta astfel încât evacuarea fluidului din recipient să se facă fără pericol. Capătul conductei de golire trebuie să permită o verificare uşoară în timpul funcționării.
La recipientele cu pereți dubli şi cu pereții exteriori nedemontabili şi la care nu se poate monta armătura de golire în partea cea mai de jos, spațiul exterior va fi prevăzut în partea cea mai de jos cu o gaură filetată astupată cu dop, în scopul evidențierii neetanşeităților spațiului interior cu ocazia încercării de presiune.

7 CONSTRUIREA, MONTAREA ŞI REPARAREA RECIPIENTELOR

7.1 Faze pregătitoare

7.1.1 Înainte de introducerea în fabricație, toate materialele vor fi verificate în ceea ce priveşte aspectul, dimensiunile, marcajul şi certificatele de calitate. Materialele care nu corespund prevederilor prezentei prescripții tehnice, standardelor naționale sau documentației de execuție (proiect, tehnologie) nu pot fi folosite.

7.1.2 Trasarea trebuie să respecte întocmai documentația de execuție, ținându-se seama de faptul că solicitările maxime la care va fi supusă piesa trebuie să fie pe cât posibil în sensul laminării.

7.1.3 Tăierea tablelor şi semifabricatelor la forma şi dimensiunile necesare se poate face prin procedee mecanice sau termice (tăiere cu oxigen, tăiere electronică, cu arc–aer, tăiere cu jet de plasmă).După tăierea termică, muchiile rezultate trebuie să fie curățate până la metalul curat, cu excepția cazurilor în care prin tehnologia de sudare se prescrie prelucrarea prin aşchiere.

7.1.4 În cazul tăierii termice a oţelurilor sensibile la apariţia structurilor de călire, pentru a preveni fisurarea, zona de tăiere se va preîncălzi la o temperatură corespunzătoare tipului de oţel şi grosimii materialului. După tăiere, marginile vor fi verificate pentru detectarea eventualelor fisuri printr-o metodă stabilită prin documentaţia tehnologică de execuţie.

7.1.5 Tăierea cu foarfeca este admisă numai pentru table cu grosimea de cel mult 25 mm şi cu condiţia ca după tăiere marginile să fie verificate în vederea detectării eventualelor fisuri. Verificarea se va efectuează printr-o metodă stabilită prin documentaţia tehnologică de execuţie.

7.1.6 La trasarea şi tăierea tablelor se va avea grijă ca marcajul calităţii tablei să fie vizibil şi după execuţia recipientului(subansamblului). În cazul în care nu se poate evita decuparea marcajului, acesta se va reproduce prin poansonare pe fiecare cupon de tablă înainte de debitare, certificându-se exactitatea datelor prin poansonul personalului propriu al unităţii executante.
În cazul în care nu este posibilă marcarea prin poansonare, unitatea executantă va stabili prin instrucţiuni felul cum va executa marcarea (cu vopsele rezistente, cu electrograf sau prin alte metode), făcând menţiunile corespunzătoare în fişa de marcaje din documentaţia tehnică de construcţie. În mod similar se marchează ţevile din care se execută mantale şi racorduri.

7.1.7 Lucrările de îndreptare, îndoire, vălţuire şi ambutisare se vor executa în aşa fel încât tensiunile interne sau ecruisarea materialului să fie reduse la minimum. Pentru a aduce tabla la forma cerută se recomandă vălţuirea şi presarea la cald sau la rece. Nu se admite executarea prin ciocănire la rece. Se exceptează cazurile unor mici rectificări de formă, dacă asemenea operaţii de ciocănire sunt admise prin tehnologia de execuţie.

7.1.8 Operaţiile de formare la cald, fără un tratament termic ulterior de normalizare sau îmbunătăţire, sunt admise dacă formarea a început şi s-a sfârşit in cadrul domeniului de temperaturi pentru prelucrarea la cald respectivă indicat în standardul de produs al materialului şi dacă standardul respectiv nu obligă la tratament termic după formarea la cald. În toate celelalte cazuri prelucrarea respectivă se consideră formare la rece, trebuind să fie îndeplinite condiţiile de la pct. 4.19.1.

7 1.9 Este interzisă executarea operaţiilor de formare şi ajustare a elementelor recipientelor sub presiune la temperaturi cuprinse în intervalul 250…350^{0}C.

7.2 Sudarea

7.2.1 Unităţile constructoare, montatoare sau reparatoare răspund pentru calitatea sudurilor executate şi sunt obligate ca la lucrările de reparare să folosească:

a) tehnologii de sudare elaborate în baza procedurilor de sudare omologate în conformitate cu prevederile prescripţiei tehnice referitoare la omologarea procedurilor de sudare, Colecţia ISCIR; tehnologia de sudare trebuie să conţină referiri la toate variabilele esenţiale şi complementare specifice procedurilor de sudare utilizate;

b) sudori autorizaţi în conformitate cu prevederile prescripţiei tehnice referitoare la autorizarea sudorilor, Colecţia ISCIR.

7.2.2 Recipientele sau elementele acestora pot fi executate prin sudare numai pe baza unei tehnologii de sudare elaborate şi verificate de unitatea constructoare, montatoare sau reparatoare.
La elaborarea tehnologiei de sudare se va ţine seama de faptul că tensiunile remanente trebuie să fie minime, în care scop se vor avea în vedere în special următoarele aspecte:

- volumul de metal depus să fie redus la minimum;
- ordinea de executare a sudurii;

- necesitatea şi tipul tratamentului după sudare.

De asemenea, prin tehnologia de sudare se vor preciza:

- necesitatea preîncălzirii materialului de bază în timpul sudării şi tăierii, după caz, funcţie de calitatea şi grosimea materialului, de temperatura mediului ambiant şi de recomandările producătorului materialelor de bază şi de adaos; se vor stabili temperatura de preîncălzire înaintea şi în timpul sudării sau tăierii, precum şi modul de verificare a temperaturii respective;
- necesitatea postîncălzirii după tăiere şi sudare, temperatura şi timpul de postîncălzire în funcţie de cerinţele materialului de bază, modul de verificare a temperaturii etc.;
- necesitatea prelucrării prin aşchiere sau polizare a marginilor pieselor care urmează a fi sudate, în cazul tăierii termice;
- modul de curăţare între straturi şi la final;
- examinările care se efectuează în timpul sudării după fiecare strat, după caz.

7.2.2.1 La îmbinările sudate, parţial manual şi parţial automat, se consideră că îmbinarea este sudată automat dacă în secţiunea transversală a cusăturii metalul de adaos depus manual nu depăşeşte 20% din suprafaţa totală a secţiunii.

7.2.3 Preîncălzirea se poate face prin orice mijloace tehnice cu condiţia ca acestea să asigure:

a) o încălzire uniformă a metalului de bază, fără variaţii bruşte de temperatură;
b) menţinerea temperaturii necesare înainte şi pe toată durata tăierii sau sudării;
c) posibilitatea verificării temperaturii metalului de bază.

7.2.4 Lucrările de sudare se vor executa numai la o temperatură a mediului ambiant de cel puţin $+5^0$C. Sudarea în aer liber este admisă cu condiţia ca locul de execuţie să fie protejat împotriva acţiunii directe a precipitaţiilor atmosferice sau a vântului.

7.2.5 În cazul temperaturilor ambiante sub +5°C, efectuarea lucrărilor de sudare se admite numai cu prevederea unor măsuri speciale care să asigure o temperatură minimă de $+5^0$C în zona de sudare (dacă nu prevede altfel tehnologia de sudare).

7.2.6 Materialele de adaos folosite la sudare trebuie să fie astfel alese încât să corespundă materialului de bază, procedeului de sudare şi să se asigure îmbinării sudate caracteristici mecanice şi tehnologice cel puţin egale cu cele minime prevăzute pentru metalul de bază în standardul de produs.

7.2.7 Materialele de adaos pentru sudare vor respecta prevederile de la punctele 3.1.3, 3.1.4 şi 3.1.5 din prezenta prescripţie tehnică. Materialele de adaos trebuie să fie însoţite de certificate de inspecţie emise de producător conform prevederilor SR EN 10204.

7.2.8 Fluxurile utilizate la sudare vor fi alese corespunzător materialelor de bază şi de adaos, astfel încât să se asigure îmbinării sudate caracteristici mecanice şi tehnologice cel puţin egale cu cele minime prevăzute pentru materialul de bază în standardul de produs. Cuplul sârmă-flux va corespunde procedurii de sudare omologate.

7.2.9 Suprafeţele care urmează a fi sudate trebuie să fie curate şi lipsite de substanţe străine (unsoare, ulei, vopsele pentru marcare) pe o porţiune de cel puţin 20 mm lăţime de la muchia rostului. Oxidul (zgură, rugină) trebuie să fie îndepărtat de pe suprafaţa care intră în contact cu metalul depus. În cazul în care metalul de adaos urmează să fie depus pe o suprafaţă sudată anterior, zgura provenită din sudare trebuie să fie îndepărtată printr-un procedeu

corespunzător, în scopul prevenirii includerii impurităților în metalul depus.
De asemenea, suprafețele care urmează a fi sudate vor fi verificate înainte de sudare pentru a nu prezenta suprapuneri de material (exfolieri), fisuri etc. Metoda de verificare va fi precizată prin tehnologia de sudare. Suprafețele rosturilor de sudură ale îmbinărilor cu grosimi mai mari de 40 mm trebuie să fie controlate înainte de sudare cu lichide penetrante sau pulberi magnetice.

7.2.9.1 În cazul îmbinării pieselor prin sudare electrică în baie de zgură, lățimea minimă care se curăță va fi de cel puțin 50 mm de la muchia rostului.

7.2.10 În cazul îmbinării prin sudare a pieselor turnate cu elemente laminate, suprafețele care urmează să fie sudate trebuie să fie astfel curățate încât să fie îndepărtată crusta de turnare până la metalul curat.

7.2.11 Capetele țevilor care urmează să fie sudate electric prin presiune trebuie să fie curățate la exterior pe o lungime egală cu lungimea fălcilor maşinii de sudat plus o rezervă de cel puțin 60 mm, iar la interior pe o lungime de cel puțin 10 mm.

7.2.12 Capetele țevilor se vor tăia perpendicular pe axa lor. Abaterea maximă admisă de la perpendicularitate, „C”, (a se vedea fig. 46 din anexa G) nu va depăşi:

- 0,4 mm, în cazul sudării prin presiune;
- 0,6 mm, în cazul sudării cu arc electric sau cu gaze.

7.2.13 Elementele care urmează a fi sudate trebuie să fie aliniate şi fixate în prealabil. Metodele folosite pentru alinierea şi fixarea elementelor care urmează să fie sudate trebuie să asigure:

- o poziție corectă şi menținerea poziției respective în tot timpul sudării;
- accesul liber pentru executarea îmbinărilor sudate în ordinea prevăzută în tehnologia de sudare;
- evitarea pretensionării materialului de bază; în cazul în care, totuşi, în urma asamblării rezultă o deformare remanentă a fibrei externe întinse cu peste 5%, este necesară efectuarea unui tratament termic în condițiile stabilite la pct. 4.19…4.21.

7.2.14 În cazul alinierii şi fixării elementelor care urmează a fi sudate prin suduri de prindere, acestea vor fi executate în condițiile stabilite prin tehnologia de sudare de către sudori autorizați pentru aceeaşi specialitate ca şi cei care execută sudura principală. Sudurile de prindere vor fi verificate conform celor stabilite prin tehnologia de sudare şi în cazul în care prezintă defecte vor fi îndepărtate. Îndepărtarea sudurilor de prindere se va face prin procedee mecanice, dacă prin tehnologia de sudare nu se prevede altfel.

7.2.15 Alinierea şi fixarea marginilor elementelor care urmează a fi sudate vor fi astfel realizate încât, după sudare, denivelările marginilor să se încadreze în limitele prevăzute la pct. 7.3.1…7.3.2.

7.2.16 În vederea realizării execuției în limita denivelărilor precizate la pct. 7.3.1…7.3.2, înainte de sudare capetele țevilor de oțel carbon cu diametrul exterior până la 83 mm şi grosimea peretelui până la 6 mm se pot ajusta prin mandrinare la rece cu maxim 3% din valoarea diametrului interior al țevii. Nu se admite lărgirea țevilor prin batere cu dornul.

7.2.17 În cazul îmbinărilor sudate cap la cap cu completarea rădăcinii, înainte de depunerea metalului de completare se va curăța rădăcina până la metalul curat. Curățarea se va face prin mijloace mecanice. Se admite şi curățarea prin procedeul „arc-aer” cu condiția respectării

prevederilor de la pct. 7.1.4.

7.2.17.1 Se poate renunța la curățarea rădăcinii în cazul în care la omologarea procedeului de sudare s-a făcut dovada că tehnologia de sudare aplicată asigură o pătrundere corespunzătoare şi lipsa defectelor la rădăcina sudurii.

7.2.18 Plăcile suport aplicate la rădăcina îmbinărilor sudate trebuie să fie executate din materiale de calitate corespunzătoare şi montate astfel încât să nu influențeze negativ îmbinarea sudată.

7.2.19 Sudarea cap la cap a unor elemente care ulterior vor fi supuse unor operații de formare la cald este admisă cu condiția ca pentru oțelurile de tip II, III, IV sau V (a se vedea tabelul 8 din anexa H), după formare, îmbinarea sudată să fie verificată cu lichide penetrante sau pulberi magnetice în vederea detectării unor eventuale fisuri.

7.2.20 Sudarea cap la cap a unor elemente care ulterior vor fi supuse unor operații de formare la rece este admisă în următoarele condiții:

a) supraînălțarea sudurilor va fi îndepărtată până la nivelul suprafeței metalului de bază, înaintea operației de formare, în cazul în care se impune tehnologic;
b) în funcție de tipul oțelului (a se vedea tabelul 8 din anexa H), grosimea de proiectare a elementelor nu va depăşi valorile:
   - 20 mm, pentru oțelurile de tip 0 şi I, cu excepția oțelurilor cu granulație fină pentru care grosimea admisă este de 25 mm inclusiv;
   - 15 mm, pentru oțelurile de tip II, cu excepția oțelurilor cu granulație fină pentru care grosimea admisă este de 20 mm inclusiv;
   - 15 mm, pentru oțelurile de tip IV;
c) după formarea la rece, îmbinările sudate vor fi verificate cu lichide penetrante sau pulberi magnetice în vederea detectării unor eventuale fisuri.

7.2.20.1 Nu este permisă, după sudare, formarea la rece a elementelor executate din oțeluri de tip III sau IV (a se vedea tabelul 8 din anexa H), indiferent de grosime.

7.2.20.2 În cazul elementelor sudate cap la cap executate din oțeluri aliate, formarea la rece după sudare este admisă numai cu condiția respectării prevederilor de la pct. 7.2.20 lit. a) şi c). Grosimea elementelor trebuie să fie de maxim 25 mm, iar oțelul trebuie să aibă o structură austenitică.

7.2.20.3 Operația de vălțuire a virolelor nu se consideră formare la rece în sensul pct. 7.2.20 dacă virolele nu conțin cordoane de sudură care prin vălțuire capătă formă circulară.

7.2.20.4 Operația de calibrare a corpurilor cilindrice prin vălțuire se admite cu condiția ca sudurile (circulare şi longitudinale), cu excepția celor executate din oțeluri de tip 0, Ia, Ib sau Ic (a se vedea tabelul 8 din anexa H) şi a celor austenitice, să fie controlate integral nedistructiv după efectuarea acestei operații.

7.2.21 În cazul în care după sudare este necesar un tratament termic, sudarea racordurilor, inelelor de compensare, mufelor, țevilor, precum şi a elementelor nesupuse presiunii se va face înainte de tratamentul termic final.

7.2.21.1 Cu excepția grosimilor mai mari de 36 mm inclusiv şi a oțelurilor de tip III, IV sau V, se poate admite ca după tratamentul termic să se sudeze inele de compensare, precum şi racorduri şi țevi cu diametrul exterior de maxim 100 mm sau alte piese mici care au un volum

redus de sudură, cu condiția preîncălzirii materialului în vederea sudării şi a verificării sudurilor pentru detectarea eventualelor fisuri. Condițiile de efectuare a preîncălzirii şi verificării vor fi stabilite prin tehnologia de sudare.

7.2.22 La părțile sub presiune ale recipientelor pot fi fixate prin sudare elemente (urechi, gusee, console) care sunt folosite în timpul procesului de execuție şi montare, precum şi pentru manevre şi care, înainte de încercarea de presiune hidraulică în vederea punerii în funcțiune a recipientului, se îndepărtează. La sudarea acestor elemente, precum şi la îndepărtarea lor se vor avea în vedere următoarele:

a) numărul acestora va fi redus la minimum posibil;
b) la sudarea elementelor de fixare se vor respecta prevederile de la pct. 7.2.1, 7.3.14 şi 7.3.15;
c) procedeul folosit pentru îndepărtarea elementelor de fixare va fi stabilit prin tehnologia de sudare şi trebuie să fie astfel ales încât să se evite deteriorarea părților sub presiune (smulgeri de material etc.);
d) suprafețele de pe care au fost îndepărtate elementele respective trebuie să fie polizate la nivelul suprafeței metalului de bază şi apoi examinate prin metode nedistructive în vederea detectării eventualelor defecte; metoda de examinare, criteriile de acceptabilitate şi modul de remediere a acestora vor fi stabilite prin tehnologia de sudare;
e) toate aceste elemente se vor suda pe recipient înainte de efectuarea tratamentului termic.

7.2.23 Toate îmbinările sudate trebuie să fie marcate de către sudorii care le-au executat, ținând seama de prevederile pct. 7.1.6, astfel încât să permită identificarea fără echivoc a tuturor sudorilor executanți. Modul de marcare a sudurilor se va stabili prin tehnologia de sudare, cu respectarea următoarelor reguli:

a) marcarea se va face numai la exteriorul elementului;
b) distanța de aplicare a marcării față de marginea cusăturii va fi de 20…50 mm;
c) fiecare sudură longitudinală va fi marcată cel puțin la fiecare capăt, la o distanță de circa 100 mm față de cordonul de sudură circular; în cazul virolelor cu lungimea mai mică de 400 mm se poate aplica un singur marcaj;
d) fiecare sudură circulară va fi marcată cel puțin în trei locuri; aplicarea marcajelor se va face în primul rând în apropierea intersecției cu sudurile longitudinale;
e) sudurile circulare ale țevilor vor fi marcate cel puțin într-un loc pe circumferință.

7.2.24 Pentru reducerea deformațiilor şi a tensiunilor remanente sau pentru îmbunătățirea calității sudurilor se poate aplica metoda ciocănirii îmbinărilor sudate ale recipientelor, în următoarele condiții:

a) recipientele să fie executate din oțeluri de tip 0, I sau II (a se vedea tabelul 8 din anexa H), iar temperatura minimă admisibilă de lucru (definită la pct. 4.1.2) să nu fie mai mică de -10^0C;
b) procedeul de executare a acestei operații să fie stabilit de comun acord între proiectant şi unitatea constructoare, montatoare sau reparatoare, după caz, şi să fie înscris în tehnologia de sudare;
c) prin tehnologia de sudare să se stabilească dacă este necesară verificarea nedistructivă a îmbinărilor sudate după ciocănire, iar în cazul în care aceasta este prevăzută, să se stabilească metoda de examinare şi criteriile de acceptare.

Se recomandă ca ciocănirea să nu se aplice asupra rădăcinii cusăturii şi asupra ultimului strat depus, cu excepția cazurilor când îmbinarea a fost tratată termic.

7.3 Abateri de execuție la recipientele realizate prin sudare

7.3.1 La îmbinările sudate cap la cap ale elementelor cu grosimi egale, cu excepția țevilor, se admite o denivelare a marginilor, după cum urmează:

a) pentru sudurile longitudinale şi cele prevăzute la pct. 4.17.6.2: cel mult 0,1s; pentru grosimi „s" mai mari de 30 mm: cel mult 3 mm;
b) pentru sudurile circulare şi cele prevăzute la pct. 4.17.6.3: cel mult 0,1s + 0,5 mm; pentru grosimi mai mari de 45 mm: cel mult 5 mm.

Măsurarea se va efectua cu şablon conform fig. 47 din anexa G.
În cazul îmbinărilor sudate circulare ale țevilor, denivelarea marginilor va fi:

a) pentru orice procedeu de sudare, cu excepția sudării sub presiune: cel mult 0,1s + 0,5 mm; pentru grosimi mai mari de 45 mm: cel mult 5 mm;
b) în cazul sudării prin presiune: cel mult 0,1s + 0,3 mm; pentru grosimi mai mari de 27 mm: cel mult 3 mm.

7.3.1.1 Prin „s" se înțelege grosimea elementelor, respectiv a peretelui țevilor care se îmbină, adiacentă cusăturii sudate.

7.3.1.2 În cazul unor recipiente cu echipamente interioare (coloane cu talere etc.), pot fi stabilite prin documentația de execuție valori mai reduse pentru denivelări.

7.3.2 În cazul îmbinărilor sudate cap la cap ale elementelor cu grosimi diferite, denivelările C_1 şi C_2 (indicate în fig. 48 din anexa G) vor fi stabilite luând în considerare cea mai mică valoare rezultată prin aplicarea următoarelor criterii:

a) denivelarea a_{FM} între fibrele medii ale elementelor care se sudează să fie cel mult egală cu valorile menționate la pct. 7.3.1 (s este grosimea elementului cel mai subțire);
b) valoarea denivelărilor C_1 şi C_2 nu va depăşi valoarea peste care este necesară teşirea marginilor conform tabelului 7 din anexa H.

7.3.2.1 Denivelarea între fibrele a_{FM} se calculează cu relațiile din fig. 48 din anexa G.

7.3.3 Pe suprafața elementelor sub presiune nu sunt admise puncte de contact electrice întâmplătoare sau arsuri (amorsări ale arcului electric în afara suprafeței acoperite de metalul depus la sudare) precum şi lovituri sau rizuri, suprapuneri, exfolieri, ondulații şi urme de ciocan, etc.
Locurile cu contacte electrice întâmplătoare sau arsuri vor fi reparate prin polizare fină, şlefuire, verificarea îndepărtării eventualelor incluziuni de metale neferoase (cupru, bronz, alamă etc.), verificarea grosimii minime a peretelui şi examinare cu pulberi magnetice (unde nu se poate, se utilizează lichide penetrante) pentru depistarea eventualelor fisuri, precum şi măsurarea durității. Modul de înlăturare şi verificare a înlăturării contactelor electrice întâmplătoare şi arsurilor, grosimea minimă de perete, precum şi durităților admise se prescriu prin documentația de execuție.

7.3.4 La virolele executate din table de aceeaşi grosime, deformația locală (aplatisare sau vârf, notate cu „b" în fig. 49 din anexa G) în zona îmbinărilor sudate cap la cap longitudinale nu trebuie să depăşească 0,1s + 3 mm. Pentru grosimi mai mari de 20 mm, deformația nu va depăşi 5 mm. Măsurarea se efectuează cu şablon conform fig. 49 din anexa G, valoarea deformației locale „b" calculându-se în funcție de supraînălțarea sudurii şi a abaterilor locale de la forma circulară a mantalei la distanța de 200 mm de cordonul de sudură.
La capetele virolei, deformația trebuie să fie redusă, în vederea încadrării în limitele prevăzute la pct. 7.3.1, printr-o trecere lină realizată pe o lungime de cel puțin 100 mm.

7.3.4.1 În cazul în care lungimea denivelării nu depăşeşte un sfert din lungimea virolei (măsurată pe generatoare), însă cel mult 1 m, valoarea admisă a deformației locale poate creşte cu 25%.

7.3.4.2 În cazul recipientelor cu echipamente interioare (coloane cu talere etc.), pot fi prescrise prin documentația de execuție valori mai mici ale deformației locale spre interior (a se vedea fig. 49a din anexa G).

7.3.5 La asamblarea virolelor şi fundurilor executate din table de aceeaşi grosime, deformarea locală (aplatisare sau vârf, notate cu „b" în fig. 50 din anexa G) în zona îmbinărilor sudate cap la cap circulare nu trebuie să depăşească 0,1s+3 mm. Măsurarea se efectuează cu şablon conform fig. 50 din anexa G.

7.3.6 Abaterile locale „a" (a se vedea fig. 51 din anexa G) de la forma teoretică a secțiunii circulare a mantalelor cilindrice sunt permise în limitele prevăzute la pct. 7.3.4.

7.3.7 Abaterea maximă admisă „a" (a se vedea fig. 52 din anexa G) de la perpendicularitatea planului de capăt al virolei pe generatoarea acesteia, va fi de 1 mm la 1 m diametru, dar cel mult 3 mm la diametre mai mari de 3 m.

7.3.8 La fundurile executate prin sudură din table de aceeaşi grosime, deformația locală (aplatisare sau vârf, notate cu „b" în fig. 53 din anexa G) în zona îmbinărilor sudate cap la cap nu trebuie să depăşească 0,1s+3 mm; pentru grosimi mai mari de 20 mm deformația nu va depăşi 5 mm. Măsurarea se va efectuează cu şablon, conform fig. 53 din anexa G.

7.3.9 Abaterile reducțiilor şi fundurilor conice se vor încadra în valorile prevăzute în STAS 6808, cu următoarele condiții pentru fundurile care sunt executate prin sudură din două sau mai multe table:

a) abaterea maximă admisă a îmbinărilor sudate longitudinale, de la generatoarea teoretică a conului, este de 15 mm pentru fiecare metru înălțime a fundului (fig. 54a din anexa G), măsurarea abaterii efectuându-se pe un arc de cerc;

b) deformația locală (aplatisare sau vârf, notate cu „f" în fig. 54b din anexa G) în zona îmbinărilor sudate a tablelor de aceeaşi grosime nu trebuie să depăşească:

- 0,1s+3 mm pentru îmbinările inelare ale fundurilor cu diametrul mare (măsurat la interior) de cel mult 2.000 mm şi pentru îmbinările longitudinale ale fundurilor de orice dimensiune; pentru grosimi mai mari de 20 mm deformația nu va depăşi 5 mm;
- 0,1s+3 mm pentru îmbinările inelare ale fundurilor cu diametrul mare (măsurat la interior) peste 2.000 mm; pentru grosimi mai mari de 40 mm deformația nu va depăşi 7 mm.

Măsurarea se efectuează cu şablon, conform fig. 54 din anexa G.

7.3.10 Abaterile de execuție pentru flanşe sunt cele prevăzute în STAS 1156.

7.3.11 Abaterea de la forma circulară a secțiunii transversale ($D_{max} - D_{min}$) în porțiunile curbate ale țevilor şi la coturi (a se vedea fig. 55 din anexa G) nu trebuie să depăşească valorile prevăzute în tabelul 22 din anexa H.

Verificarea abaterii de la forma circulară se efectuează :

- cu bilă până la Dn 40 inclusiv;
- prin măsurarea diametrelor exterioare la Dn > 40.

Controlul cu bila se efectuează astfel:

a) la raze de curbură R ≤ 3,5 De, diametrul bilei de control este egal cu 0,86 Di;
b) la raze de curbură R > 3,5 De, diametrul bilei de control este egal cu 0,9 Di,
unde: Di - diametrul interior al ţevii;
De - diametrul exterior al ţevii.

Grosimea efectivă minimă a ţevii în zona de curbură nu trebuie să fie mai mică de:
- 0,8s, la ţevi cu diametrul exterior mai mic de sau egal cu 108 mm;
- 0,875s, la ţevi cu diametrul exterior mai mare de 108 mm.
Unde: s este grosimea nominală a ţevii.

7.3.12 Lipsa de coliniaritate (frângere) a generatoarelor în îmbinările circulare ale ţevilor (a se vedea fig. 56 din anexa G) nu va depăşi 1 mm la o distanţă de 200 mm faţă de axa îmbinării sudate. Abaterea se măsoară cu şablonul, cu condiţia ca pe fiecare parte a îmbinării sudate să existe o porţiune rectilinie de ţeavă cu lungimea de cel puţin 200 mm.

7.3.13 În cazul în care îmbinările cap la cap ale ţevilor se fac după curbarea individuală a diferitelor porţiuni, se admite o strangulare a secţiunii interioare a ţevii în zona sudurii, care se va verifica cu o bilă de control cu diametrul egal cu 0,86 din diametrul interior al ţevii. Această condiţie nu se impune în cazul îmbinărilor sudate cap la cap cu suport la rădăcină.

7.3.14 Îngroşarea maximă „r" a îmbinărilor sudate cap la cap (a se vedea fig. 15 din anexa G) se recomandă să nu depăşească valorile indicate în tabelul 23 din anexa H.
Îndepărtarea îngroşării sudurilor trebuie să fie executată numai prin procedee mecanice, în cazurile prevăzute la pct. 7.2.20, precum şi ori de câte ori este prevăzută în documentaţia de execuţie.

7.3.15 Abaterea limită „h" a grosimii a pentru sudurile de colţ (a se vedea fig. 57 din anexa G) va fi $h_{max} \leq (1 + 0{,}15\ a)$ mm şi $0 \leq h_{max} \leq 3$ mm.
Diferenţa maximă a dimensiunilor celor două catete, k1 şi k2, (a se vedea fig. 57 din anexa G) trebuie să fie mai mică de (1,5+0,15a) mm.

7.3.16 După asamblarea prin sudură, corpurile recipientelor trebuie să îndeplinească următoarele cerinţe:
a) abaterea de la lungime nu va depăşi 0,3% din lungimea nominală a corpului (fără funduri);
b) abaterea de la rectilinitate a corpului recipientului, cu excepţia recipientelor tip coloană, nu va depăşi 2 mm pe lungimea de 1 m, dar nu mai mult de 20 mm la o lungime a corpului de până la 10 m şi nu mai mult de 30 mm la o lungime a corpului de peste 10 m;
c) abaterea de la rectilinitate a axei corpului recipientelor tip coloană pe toată lungimea nu va depăşi 0,15% din lungimea părţii cilindrice, dar nu mai mult de 50 mm dacă în proiect nu se prevede altfel.

Măsurarea abaterii totale se va face la exteriorul corpului cilindric, în lungul a patru generatoare dispuse la 90^0 una faţă de cealaltă şi care îndeplinesc următoarele condiţii:
a) sunt situate la o distantă de cel puţin 200 mm faţă de cusăturile longitudinale;
b) se găsesc două câte două în planul care conţine axa geometrică a corpului cilindric.

Măsurarea abaterilor pe porţiuni de 5 m se efectuează cu şablonul sau cu alt mijloc corespunzător, tangent la generatoarea exterioară a corpului cilindric şi paralel cu generatoarea teoretică aflată în planul care conţine axa geometrică a corpului cilindric.
În cazul în care grosimea tablei variază în lungul generatoarei, rezultatele măsurărilor vor fi corectate, în mod corespunzător, cu variaţiile de grosime.

7.3.16.1 În cazul recipientelor cu echipamente interioare care se introduc în recipient în stare asamblată, abaterea maximă de la rectilinitate a generatoarei, pe orice porţiune de lungime egală cu cea a echipamentului interior, nu trebuie să depăşească valoarea rezultată din diferenţa între diametrul interior al corpului cilindric şi diametrul exterior al echipamentului interior, admise prin proiect, ţinând seama de abaterea admisă negativă la diametrul interior al corpului şi de abaterea admisă pozitivă la diametrul exterior al echipamentului interior.

7.3.17 Abaterea de la forma circulară, respectiv diferenţa între diametrul maxim şi minim (măsurate), în orice secţiune transversală a mantalei supuse la presiune interioară nu trebuie să depăşească următoarele valori:

a) 1,5% din D, pentru $\frac{s_p}{D} < 0{,}01$;

b) 1% din D, pentru $\frac{s_p}{D} \geq 0{,}01$.

unde:

s_p - grosimea de proiectare a mantalei, în secţiunea considerată;
D - diametrul interior mediu al mantalei, în secţiunea considerată.

7.3.17.1 În cazul secţiunilor care trec printr-un orificiu, abaterea admisă de la forma cilindrică poate fi mărită cu 2% din diametrul interior al orificiului.

7.3.17.2 Diametrele pot fi măsurate la interiorul sau la exteriorul recipientului. Dacă sunt măsurare la exterior, diametrul D trebuie să fie corectat în funcţie de grosimea tablei din secţiunea transversală considerată (a se vedea fig. 58 din anexa G).

7.3.17.3 Măsurările trebuie să fie efectuate la suprafaţa tablei şi nu la suprafaţa unei suduri sau a altei părţi care depăşeşte nivelul tablei.

7.3.17.4 Măsurările se pot efectua cu mantaua aşezată vertical sau orizontal. În cazul aşezării orizontale, măsurările se vor efectua în două poziţii ale mantalei, aceasta fiind rotită cu 90^0 faţă de prima poziţie. Abaterea de la forma cilindrică se va obţine efectuând diferenţa între valorile mediilor aritmetice ale diametrelor maxime şi minime obţinute la cele două măsurări. În cazul aşezării orizontale se poate renunţa la rotirea mantalei, dacă executantul consideră că măsurarea nu este influenţată de deformaţia sub greutate proprie.

7.3.17.5 Corectarea unei abateri mici de la forma circulară a mantalelor cilindrice este permisă prin calibrare la rece, conform celor stabilite prin documentaţia tehnologică de execuţie, cu menţiunea că pentru elementele executate din oţeluri de tip II, III, IV sau V (a se vedea tabelul 8 din anexa H), după ce abaterea a fost îndepărtată, îmbinările sudate trebuie să fie examinate nedistructiv pe toată lungimea lor cu lichide penetrante sau cu pulberi magnetice, în scopul detectării eventualelor fisuri.

7.3.18 Abaterea de la forma circulară, în cazul mantalelor supuse la presiune exterioară, trebuie să satisfacă cea mai severă dintre condiţiile prevăzute la pct. 7.3.17 (7.3.17.1…7.3.17.5) precum şi următoarele:

a) abaterea, pozitivă sau negativă, măsurată în direcţia radială, la exteriorul sau la interiorul recipientului, nu trebuie să depăşească abaterea maximă admisibilă „e” stabilită conform fig. 59 din anexa G;

b) măsurările trebuie să fie efectuate cu un şablon în formă de segment circular, care are raza interioară, sau exterioară, egală cu raza interioară, respectiv exterioară, a recipientului (după cum măsurarea se efectuează la interiorul sau exteriorul

recipientului) şi o lungime egală cu de 2 ori lungimea arcului, stabilită conform fig. 60 din anexa G.

7.3.19 În cazul recipientelor sferice, valorile abaterilor de execuţie şi condiţiile de măsurare a acestora vor fi stabilite de proiectant şi înscrise în desenul tip de ansamblu. Abaterile respective pot fi diferite de cele indicate la pct. 7.3.1…7.3.7 şi 7.3.17.

7.4 Procedee de executare a tratamentului termic după sudare

7.4.1 Tratamentul termic după sudare, prevăzut la pct. 4.19…4.21, trebuie să fie realizat prin încălzirea întregului recipient într-un cuptor închis. În cazul în care încălzirea întregului recipient într-un cuptor nu este posibilă, poate fi adoptată una din următoarele soluţii:

a) tratarea termică succesivă a recipientului pe porţiuni într-un cuptor închis, cu condiţia ca lungimea de suprapunere a porţiunilor tratate să fie de cel puţin 1,5 m şi ca partea de recipient rămasă în afara cuptorului să fie protejată (prin izolare termică) astfel încât variaţia de temperatură în pereţii recipientului să nu fie dăunătoare; secţiunea transversală a recipientului, aflată în dreptul ieşirii din cuptor, nu trebuie să treacă printr-un racord sau altă discontinuitate geometrică;

b) tratarea termică a unor părţi de recipient (de exemplu: virole, tronsoane sau funduri), prevăzute cu suduri longitudinale, suduri circulare sau suduri ale unor elemente cu geometrie complexă, înainte de asamblarea lor în vederea realizării recipientului complet;

c) tratarea termică locală a sudurilor circulare ale recipientului, cu condiţia ca porţiunea încălzită să formeze o bandă circulară completă care să cuprindă cusătura sudată şi să fie protejată prin izolare; lăţimea benzii trebuie să fie cel puţin egală cu 2s de fiecare parte a sudurii, măsurată de la marginea sudurii, dar nu mai mică de 50 mm; izolaţia termică a benzii va fi astfel realizată încât temperatura sudurii şi a zonei influenţate termic să nu fie mai mică decât temperatura prescrisă pentru tratament, iar temperatura la marginea benzii să nu fie mai mică decât jumătatea temperaturii maxime din zona supusă tratamentului; cele două porţiuni alăturate zonei încălzite vor fi izolate termic la exterior, astfel încât variaţia de temperatură în lungul pereţilor recipientului să nu fie dăunătoare; în acest scop, se recomandă izolarea unei porţiuni cu lăţimea de cel puţin 10s de fiecare parte a zonei încălzite, dar nu mai mică de 500 mm;

d) încălzirea interioară a recipientului cu ajutorul oricărei metode adecvate şi cu dispozitive corespunzătoare de indicare şi înregistrare a temperaturii, care să permită reglajul şi menţinerea unei temperaturi uniforme în peretele recipientului; înaintea acestei operaţii, recipientul va fi acoperit cu material izolant termic sau chiar cu izolaţie termică permanentă (în cazul în care este prevăzută), cu condiţia ca aceasta să fie corespunzătoare pentru temperatura de tratament prescrisă; în timpul tratamentului, presiunea interioară va fi menţinută la o valoare cât mai redusă posibil, dar în nici un caz nu va depăşi jumătate din presiunea maximă admisibilă de lucru, determinată pentru cea mai mare temperatură a metalului preconizată pentru întreaga durată a tratamentului termic;

e) încălzirea unei benzi circulare care cuprinde racorduri sau alte elemente sudate la manta sau încălzirea unei benzi care cuprinde o porţiune din îmbinarea sudată longitudinală reparată, care necesită un tratament termic după sudare, astfel încât întreaga bandă să fie încălzită uniform şi apoi menţinută timpul necesar la temperatura prescrisă; banda circulară trebuie să se extindă în jurul întregului recipient şi să depăşească marginea sudurii sau a elementului respectiv pe manta cu o lăţime de cel puţin 2s de fiecare parte a sudurii, măsurată de la marginea sudurii, dar nu mai mică de 50 mm; banda va fi astfel izolată încât temperatura la marginea

acesteia să nu fie mai mică decât jumătatea temperaturii maxime din zona supusă tratamentului; cele două porțiuni alăturate zonei vor fi izolate termic la exterior astfel încât variația de temperatură să nu fie dăunătoare; în acest scop, se recomandă izolarea unei porțiuni cu lățimea de cel puțin 10s de fiecare parte a zonei încălzite, dar nu mai mică de 500 mm.

7.4.1.1 În relațiile de la pct. 7.4.1, „s" reprezintă grosimea de proiectare a peretelui mantalei.

7.4.1.2 Metoda descrisă la pct. 7.4.1 lit. c) poate fi folosită şi pentru tratarea termică locală a sudurilor circulare care au fost reparate, cu condiția să se trateze termic întreaga lungime a îmbinării sudate şi nu numai zona reparată.

7.4.2 Măsurarea temperaturilor în timpul tratamentului termic se va efectua ținându-se seama de următoarele:

a) în timpul tratamentului termic se vor urmări valoarea şi uniformitatea temperaturii într-un număr suficient de puncte cu ajutorul aparatelor de înregistrare continuă şi automată a temperaturii; în acest scop, se vor folosi termocupluri de contact astfel amplasate încât să se poată dovedi că temperaturile reale ale întregului recipient sau ale părților de recipient tratate se află în intervalul de temperatură prescris;

b) în cazul în care într-un cuptor se tratează într-o singură şarjă (simultan) mai multe recipiente sau părți de recipiente, trebuie să fie aplicate termocuplurile de contact pe recipientele de la capetele şi de la mijlocul şarjei sau din alte zone cu variații posibile de temperatură astfel încât să rezulte temperaturile reale ale tuturor recipientelor.

7.4.2.1 Temperatura efectivă minimă a recipientului în timpul tratamentului termic nu trebuie să scadă sub valoarea minimă prescrisă pentru temperatura de tratament termic.

7.4.2.2 Se admite măsurarea cu termocupluri numai a temperaturii atmosferei cuptorului, cu condiția ca procesul tehnologic de tratament termic să fie astfel stabilit şi condus încât să asigure realizarea în materialul elementelor recipientelor a temperaturii de tratament termic prescrise. Temperatura atmosferei cuptorului va fi măsurată cu aparate cu înregistrare continuă şi automată, într-un număr suficient de puncte astfel alese încât să fie reprezentative.

7.4.3 În cazul executării tratamentului termic în cuptoare închise, trebuie să se asigure o repartiție uniformă a temperaturii pe vatra cuptorului şi să fie luate măsuri de protejare a recipientelor sau a părților de recipiente împotriva supraîncălzirii locale. De asemenea, trebuie să se ia măsuri pentru evitarea deformărilor datorate încălzirii şi greutății proprii (de exemplu: printr-o rezemare corespunzătoare, prin montarea unor dispozitive de rigidizare etc.).

7.4.4 Tratamentul termic după sudare trebuie să fie efectuat după repararea eventualelor defecte din îmbinările sudate şi după sudarea la corpul recipientului a ştuțurilor, a inelelor de compensare, a mufelor etc. şi a elementelor nesupuse presiunii. Tratamentul termic după sudare trebuie să fie efectuat înaintea încercării de presiune hidraulică.

7.4.4.1 În cazul recipientelor la care ulterior tratamentului termic s-au sudat piese cu volum redus de sudură se poate renunța la un nou tratament cu condiția respectării prevederilor de la pct. 7.2.21.

7.4.5 Plăcile sau probele sudate necesare verificării îmbinărilor sudate, menționate la pct. 7.5.1, vor fi supuse tratamentului termic cu respectarea următoarelor condiții:

a) plăcile sau probele sudate se vor introduce în interiorul recipientului sau, dacă acest lucru nu este posibil, se vor aşeza în cuptor de-a lungul recipientului într-o astfel de poziție încât să fie supuse aceluiaşi tratament termic;
b) plăcile sau probele sudate pot fi tratate termic şi separat de recipient, cu condiția ca prin măsurile luate să se garanteze aceleaşi condiții de tratament ca şi pentru recipient (viteza de încălzire, temperatura maximă de tratament, timpul de menținere la temperatură, precum şi condițiile de răcire); temperaturile de tratament termic vor fi măsurate în condițiile prevăzute la pct. 7.4.2.

7.4.6 Pentru recipientele sau elementele acestora la care după formare sau după sudare se prevede executarea unui tratament termic care poate conduce la modificarea structurii inițiale a materialului (încălzire peste punctul AC 3), cu excepția produselor de oțel (table, țevi etc.) livrate în stare normalizată, se vor executa în prealabil încercări pentru verificarea caracteristicilor mecanice, pe epruvete prelevate din probe din materialul de bază. Felul şi numărul încercărilor, precum şi rezultatele acestora trebuie să fie în conformitate cu standardele de livrare a materialului respectiv.
Probele de material din care se prelevează epruvetele trebuie să fie supuse aceluiaşi tratament termic (temperatură de încălzire, timp de menținere, viteze de încălzire şi răcire) la care vor fi supuse şi recipientele sau elementele acestora în timpul procesului de fabricație. Timpul de menținere la temperatură a probelor va fi egal cu sau cel puțin 80% din timpul total de menținere la temperatura prescrisă pentru tratamentul termic al recipientelor sau elementelor acestora şi poate fi realizat într-un singur ciclu.

7.4.6.1 În sensul prevederilor de la pct. 7.4.6, nu constituie tratamente termice încălzirile locale rezultate din tăierea cu flacăra sau arc electric, preîncălzirea, sudarea şi încălzirea țevilor sau a altor produse tubulare sub punctul AC 3 în vederea curbării sau calibrării.

7.5 Plăci şi probe sudate pentru verificarea îmbinărilor sudate ale recipientelor

NOTĂ: Prevederile punctelor 7.5, 7.6 şi 7.7 se aplică în cazul lucrărilor de montare şi reparare care fac obiectul prevederilor prescripției tehnice PT C 4/1, Colecția ISCIR.

7.5.1 În scopul verificării respectării procesului tehnologic de sudare stabilit, se vor executa plăci (în cazul sudării tablelor) sau probe (în cazul sudărilor în colț) sudate în acelaşi timp şi în aceleaşi condiții ca şi sudurile recipientului supus verificării. Prin aceleaşi condiții se înțelege:

a) sudarea plăcilor sau a probei se va face prin aceleaşi procedee de sudare ca şi sudurile recipientului şi se va executa de către acelaşi sudor care a executat şi sudurile recipientului;
b) materialul de bază al plăcii sau al probei va fi de aceeaşi marcă, elaborat prin acelaşi procedeu şi supus aceluiaşi tratament termic ca şi materialul recipientului; în plus, pentru materialele forjate, placa va fi din acelaşi lot de tratament termic sau regim de tratament dacă prin documentația tehnică s-a prescris acest lucru; în cazul recipientelor care se execută în serie, materialul plăcilor de control va fi din una din şarjele de oțel utilizate efectiv la realizarea recipientului;
c) grosimea nominală a materialului plăcii sau a probei trebuie să fie egală cu grosimea nominală a elementelor de recipient; în cazul unor recipiente executate din table cu grosimi diferite, placa sau proba poate fi executată la una din grosimile de tablă folosite;
d) temperatura de preîncălzire şi timpul de menținere vor fi aceleaşi la sudarea recipientului şi a plăcii sau probei;

e) parametrii regimului de sudare a plăcii sau a probei vor fi aceiaşi ca la sudarea recipientului;
f) tratamentul termic după sudare al plăcii sau probei va fi acelaşi cu al îmbinărilor sudate ale recipientului;
g) poziția de sudare în timpul sudării plăcii sau probei va fi aceeaşi cu poziția de sudare a îmbinărilor recipientului;
h) materialul de adaos (electrozi-sârmă), precum şi materialele pentru sudare (flux, gaze), folosite pentru sudarea plăcilor sau probelor şi pentru sudarea recipientului vor fi de aceeaşi calitate.

7.5.2 Plăcile sau probele sudate prevăzute la pct. 7.5.1 se vor executa cu respectarea următoarelor reguli:
a) pentru îmbinările longitudinale executate manual, placa se va suda în continuarea îmbinării longitudinale a elementului sudat; la fiecare recipient se va executa câte o placă pentru fiecare 60 m de sudură sau fracțiune de 60 m, dar executată în aceleaşi condiții;
b) pentru îmbinările circulare executate manual, placa sau proba se vor suda separat de îmbinările elementului sudat, dar în aceleaşi condiții (definite la pct. 7.5.1) şi imediat după executarea sudurilor respective; la fiecare recipient se va executa câte o placă sudată pentru toate îmbinările circulare executate în aceleaşi condiții; se poate renunța la plăcile sudate pentru îmbinările circulare dacă îmbinările respective sunt executate în aceleaşi condiții şi de către acelaşi sudor ca şi îmbinările longitudinale pentru care s-au efectuat plăci sudate; în cazul îmbinărilor circulare la țevi, numărul probelor sudate va fi conform tabelului 24 din anexa H;
c) pentru îmbinările sudate ale fundurilor executate manual se vor respecta următoarele condiții:
- în cazul fundurilor sudate din elemente ambutisate în prealabil, plăcile sudate pentru îmbinările meridionale vor fi executate în conformitate cu prevederile de la lit. a) (privind îmbinările longitudinale), iar cele pentru îmbinările circulare în conformitate cu prevederile de la lit. b) (privind îmbinările circulare);
- în cazul fundurilor ambutisate din semifabricate realizate din bucăți sudate, în prealabil, plăcile sudate vor fi executate în conformitate cu prevederile de la lit. a) (privind îmbinările longitudinale);

d) pentru îmbinările sudate executate automat, plăcile sudate se vor executa în aceleaşi condiții ca şi cele pentru îmbinările executate manual;
e) pentru îmbinările sudate în colț, necesitatea, numărul şi condițiile de execuție a probelor sudate se vor stabili prin documentația de execuție; prin aceeaşi documentație vor fi stabilite încercările şi examinările care trebuie să fie executate din probele sudate, precum şi rezultatele minime care trebuie să fie obținute;
f) elementele din care se execută plăcile sau probele sudate se vor marca (după trasare înainte de debitare), în prealabil, prin poansonare cu următoarele:
- numărul șarjei;
- marca oțelului;
- poansonul personalului de control al calității.

După sudare, pe placă sau probă se vor poansona:
- numărul de fabricație al recipientului, conform registrului de evidență a fabricației;
- poansonul sudorului.

Inscripțiile privind poansonul sudorului, numărul de fabricație şi poansonul personalului de control al calității se vor marca şi pe epruvete după trasarea acestora. La epruvetele de reziliență, aceste date vor fi înscrise pe o bucată de material în

prelungirea epruvetei, care se va desprinde de epruvetă în momentul efectuării încercării.

7.5.2.1 În cazul îmbinărilor sudate între elemente de oțel turnat şi elemente de oțel laminat sau forjat, la turnarea sau forjarea elementului respectiv se vor turna sau forja şi materialele necesare executării plăcilor sau probelor sudate. Acestea vor avea în zona îmbinării o grosime mai mare pentru a putea fi prelucrate mecanic la grosimea nominală a elementului laminat.

7.5.2.2 La îmbinările cap la cap între țevi şi flanşe cu gât, numărul probelor sudate, examinările şi încercările executate pe acestea, precum şi condițiile de admisibilitate vor fi stabilite prin instrucțiuni interne ale unității constructoare, montatoare sau reparatoare.

7.5.3 Mărimea plăcilor sau probelor prevăzute la pct. 7.5.1 şi 7.5.2 va fi astfel aleasă încât să fie suficientă pentru prelevarea numărului de epruvete necesare încercărilor prevăzute de prezenta prescripție, precum şi pentru eventualele reîncercări.

7.5.4 Plăcile sau probele sudate vor fi supuse unui tratament termic similar cu al recipientului ale cărui suduri se verifică, în condițiile prevăzute la pct. 7.4.5.

7.5.5 Prelevarea, precum şi prelucrarea epruvetelor sau eşantioanelor din plăcile sau probele sudate necesare încercărilor prevăzute se va face cu respectarea prevederilor din STAS 4203, SR EN 875, SR EN 895 şi SR EN 910. Prelevarea şi prelucrarea epruvetelor se poate face prin procedee mecanice sau termice, în condițiile prevăzute la pct. 7.1.3 şi 7.1.4. În cazul tăierii termice trebuie să fie îndeplinite în mod suplimentar şi următoarele condiții:

a) conținutul de carbon, în cazul oțelurilor carbon, nu va depăşi 0,35%;

b) piesa debitată din care se va prelucra ulterior epruveta sau eşantionul va avea de fiecare parte a tăieturii adaosuri de prelucrare astfel stabilite, prin condițiile tehnice ale constructorului, montatorului sau reparatorului, încât după prelucrarea prin aşchiere zona influențată termic datorită tăierii să fie complet îndepărtată; prelucrarea epruvetelor sau eşantioanelor la forma şi dimensiunile finale se va face numai prin aşchiere, nefiind admisă îndepărtarea sau ciocănirea la rece sau la cald.

7.6 Încercări pentru verificarea îmbinărilor sudate cap la cap ale tablelor

7.6.1 În vederea verificării îmbinărilor sudate cap la cap ale tablelor, se vor preleva în condițiile stabilite la pct. 7.5.5 epruvete şi eşantioane din plăci executate conform pct. 7.5.1…7.5.5 şi se vor efectua următoarele încercări şi analize:

a) încercarea la întindere a îmbinărilor sudate;
b) încercarea la întindere a metalului depus;
c) încercarea la îndoire;
d) încercarea la încovoiere prin şoc (reziliența);
e) analiza metalografică;
f) măsurarea durității.

Încercările şi analizele se vor executa în conformitate cu prevederile SR EN 875, SR EN 895, SR EN 910 şi STAS 4203.

7.6.2 Încercarea la întindere a îmbinării sudate se va executa pe o epruvetă plată (fără reducerea secțiunii în dreptul cusăturii) conform SR EN 895, prelevată cu axa longitudinală perpendiculară pe axa cusăturii sudate (a se vedea fig. 61 din anexa G) şi ținând seama de următoarele:

a) dacă grosimea „s” a tablei (a se vedea fig. 61 din anexa G) nu depăşeşte 30 mm, grosimea epruvetei trebuie să fie egală cu grosimea tablei;

b) dacă grosimea „s” a tablei depăşeşte 30 mm sau capacitatea maşinii de încercare nu permite ruperea epruvetei cu grosimea egală cu a plăcii, încercarea de tracțiune poate fi efectuată pe mai multe epruvete plate astfel prelevate încât încercarea să cuprindă întreaga grosime a îmbinării sudate (a se vedea fig. 61 din anexa G); în acest caz, rezultatul încercării fiecărei epruvete trebuie să îndeplinească condițiile de acceptare pentru această încercare.

7.6.3 Încercarea la întindere a metalului depus se va face pe epruvete cilindrice, normale, proporționale, conform SR EN 10002-1, prelevate cu axa longitudinală paralelă cu axa cusăturii, astfel:

a) pe o epruvetă, dacă grosimea plăcii sudate este cuprinsă între 15…70 mm pentru orice tip de rost (a se vedea fig. 62 din anexa G);

b) pe două epruvete, dacă grosimea plăcii sudate depăşeşte 70 mm (a se vedea fig. 62 din anexa G); se va preleva câte o epruvetă de pe fiecare față a tablei, din aceeaşi secțiune transversală; rezultatul încercării fiecărei epruvete trebuie să îndeplinească condiția de acceptare pentru această încercare.

7.6.4 Încercarea la îndoire se execută pe două epruvete conform SR EN 910, prelevate cu axa longitudinală perpendiculară pe axa cusăturii sudate. Încercarea se face astfel încât fiecare față a cusăturii sudate să fie supusă la întindere. Dacă grosimea plăcii sudate permite, epruvetele vor fi prelevate din aceeaşi secțiune transversală (câte una pe fiecare față a tablei).
Dacă grosimea plăcii sudate depăşeşte 30 mm, încercarea la îndoire pe cele două fețe ale cusăturii poate fi înlocuită cu încercarea la îndoire laterală pe două epruvete conform
SR EN 910, fiecare epruvetă cuprinzând câte o față a cusăturii. Diametrul dornului şi unghiul de îndoire vor fi conform prevederilor din standardul de produs al materialului de bază.

7.6.4.1 În cazul îmbinărilor sudate fără completarea rădăcinii, încercarea la îndoire a epruvetei cu rădăcina supusă la compresiune poate fi înlocuită cu încercarea la îndoire laterală.

7.6.4.2 În cazul executării încercării de îndoire pe epruvete sudate din două materiale de calități diferite, condițiile de încercare (diametrul dornului şi distanța între rolele de sprijin) vor corespunde materialului cu caracteristicile cele mai defavorabile din punct de vedere al îndoirii.

7.6.5 Încercarea de încovoiere prin şoc (reziliență) se va executa pe trei epruvete conform SR EN 875 cu crestătură în V sau în U, tipul epruvetei fiind conform cerințelor pentru materialul de bază. Încercarea se efectuează în toate cazurile în care grosimea materialului de bază este mai mare de sau egală cu 6 mm. În cazul în care temperatura minimă admisibilă de lucru este de $+15^0$C sau mai mare, încercarea se efectuează la $+20^0$C. Determinarea energiei de rupere (rezilienței) se face obligatoriu pentru cusătură, iar pentru zona de influență termică (ZIT) doar dacă se prevede prin proiect.
Epruvetele se vor prelucra transversal față de cusătura sudată, în următoarele condiții:

- pentru cusătură, axa crestăturii epruvetelor va fi plasată în axa cusăturii sudate, perpendiculară pe suprafața plăcii şi cât mai aproape posibil (1…3 mm) de suprafața plăcii;
- pentru zona influențată termic (ZIT), axa crestăturii epruvetelor va fi astfel plasată încât să cuprindă o porțiune cât mai mare de ZIT, perpendiculară pe suprafața plăcii şi cât mai aproape posibil de suprafața plăcii (1…3 mm).

7.6.5.1 Dacă grosimea materialului de bază este mai mare de 40 mm, se vor executa pentru îmbinarea sudată două seturi de încercări, cu respectarea condițiilor de mai sus: un set

localizat cât mai aproape posibil de suprafaţa plăcii (1…3 mm) şi al doilea set amplasat în rădăcina sudurii.

7.6.6 Analiza metalografică se va executa pe un eşantion prelevat din placa sudată şi va cuprinde o secţiune transversală completă a îmbinării sudate (metalul de adaos, zona influenţată termic şi metalul de bază). Prelevarea şi pregătirea probelor se va face conform STAS 4203.
Analiza macroscopică se va efectua pentru toate îmbinările sudate, iar analiza microscopică numai dacă este îndeplinită una din următoarele condiţii:

a) îmbinarea sudată a fost normalizată;
b) oţelul sudat are tendinţa de călire în aer;
c) îmbinarea sudată este proiectată să lucreze la temperaturi mai mici de $+15^0$C.

În cazul îmbinărilor sudate ale recipientelor executate din oţeluri aliate, analiza microscopică se va efectua numai dacă este îndeplinită una din condiţiile de la lit. b) sau c) de mai sus sau dacă îmbinarea sudată a fost tratată termic, fiind supusă la încălziri peste temperatura minimă de prelucrare la cald indicată în standardul de material. De asemenea, în cazul recipientelor executate din oţeluri austenitice care funcţionează în medii care pot produce coroziune intergranulară este obligatorie verificarea rezistenţei la coroziune intergranulară. Verificarea se va efectua pe un eşantion prelevat din placa sudată, care va cuprinde o secţiune transversală completă a îmbinării sudate. Metoda de efectuare a acestei verificări şi criteriile de acceptare vor fi stabilite prin proiectul recipientului.

7.6.6.1 În cazurile prevăzute în proiect sau în condiţiile tehnice de execuţie ale montatorului sau reparatorului se vor executa şi fotografii ale microstructurii, care se vor ataşa la documentaţia tehnică a recipientului.

7.6.7 Măsurarea durităţii se va efectua pentru îmbinările sudate ale recipientelor executate din orice oţel, cu excepţia oţelului carbon şi austenitic care lucrează cu fluide care nu produc coroziune fisurantă sub tensiune, pe epruveta prelevată pentru analiza metalografică prevăzută la pct. 7.6.6. Încercarea se va executa prin metoda Vickers, conform STAS 492/1 şi STAS 492/2, cu sarcini de 49,03 N şi cu măsurarea durităţii în metalul de bază, în zona influenţată termic şi în materialul de adaos, conform SR EN 1043/1 şi SR EN 1043/2.

7.7 Încercări pentru verificarea îmbinărilor sudate cap la cap ale ţevilor

7.7.1 Din probele executate conform pct. 7.5.1…7.5.5 pentru verificarea îmbinărilor sudate cap la cap ale ţevilor se vor preleva, în condiţiile stabilite la pct. 7.5.6 şi 7.5.7, epruvete şi eşantioane pentru efectuarea următoarelor încercări şi analize:

a) încercarea la întindere a îmbinării sudate;
b) încercarea la îndoire;
c) încercarea la încovoiere prin şoc (rezilienţa);
d) analiza metalografică;
e) măsurarea durităţii.

Încercările şi analizele se vor executa în conformitate cu prevederile SR EN 875, SR EN 895, SR EN 910 şi STAS 4203.

7.7.2 Încercarea la întindere a îmbinării sudate se va efectua pe trei epruvete prelevate conform SR EN 875, SR EN 895 şi SR EN 910. La ţevile cu diametrul exterior cel mult egal cu 51 mm încercarea poate fi executată pe ţevi întregi, în care caz probele sudate se vor executa într-un număr corespunzător.

7.7.3 Încercarea la îndoire se va executa pe două epruvete, conform SR EN 910. În cazul țevilor cu diametrul exterior cel mult egal cu 146 mm, încercarea de îndoire se poate înlocui cu încercarea la aplatisare a inelului executată pe două epruvete, conform STAS 5540/6.
Epruvetele pentru îndoire se vor executa şi încerca în condițiile prevăzute la pct. 7.6.4, cu următoarele precizări:

a) epruvetele vor avea secțiunea transversală constantă, cu fețele laterale paralele conform fig. 63 din anexa G, iar lățimea „b" va fi conform tabelului 25 din anexa H;
b) muchiile epruvetelor se pot rotunji cu o rază de racordare de maxim 1,5 mm;
c) îngroşarea cusăturii sudate se va îndepărta de pe ambele fețe până la nivelul suprafeței metalului de bază;
d) epruvetele nu vor fi îndreptate în prealabil;
e) diametrul dornului va fi:

- 3s, pentru oțelurile austenitice, precum şi pentru oțelurile carbon şi oțelurile slab aliate de tipurile 0 şi I (a se vedea tabelul 8 din anexa H), cu excepția acelora destinate folosirii la temperaturi mai mici de +15°C;
- 4s, pentru toate oțelurile aliate, cu excepția celor austenitice, a oțelurilor de tip II, III, IV sau V (a se vedea tabelul 8 din anexa H), cât şi a celor de tip 0 şi I destinate folosirii la temperaturi mai mici de +15ºC.

7.7.4 Încercarea la încovoiere prin şoc (reziliența) se va efectua cu trei epruvete, în conformitate cu prevederile de la pct. 7.6.5, dacă diametrul țevii permite prelevarea epruvetei.

7.7.5 Analiza metalografică macroscopică şi microscopică se va efectua pe un eşantion în conformitate cu prevederile de la pct. 7.6.6.

7.7.6 Măsurarea durității se va efectua pe epruvete prelevate pentru analiza metalografică prevăzută la pct. 7.6.6 şi în condițiile stabilite la pct. 7.6.7.

7.8 Condiții speciale pentru recipientele executate din table placate

La montarea şi repararea recipientelor sub presiune sau a elementelor acestora executate din table placate (indiferent de procedeul de placare) se vor respecta prevederile prezentei prescripții tehnice, cu următoarele precizări:

a) la aplicarea prescripțiilor se va lua în considerare materialul de bază (suport al placajului); prevederile prezentei prescripții tehnice se aplică cu precădere materialului de bază (suport al placajului);
b) în cazul în care cusătura sudată a tablei placate este în contact direct cu mediul coroziv, metalul depus în zona îmbinării sudate trebuie să aibă o rezistență la coroziune cel puțin egală cu aceea prevăzută pentru stratul de placare;
c) în cazul în care cusătura sudată este protejată împotriva acțiunii corozive a fluidului din recipient, printr-o bandă aplicată pe partea placată, banda respectivă trebuie să fie din material de aceeaşi calitate şi grosime ca şi cel al stratului de placare;
d) deformația locală în zona îmbinărilor sudate cap la cap a tablelor placate nu va depăşi:

- 10% din grosimea nominală a materialului de bază pe partea acestuia; pentru grosimi mai mari de 30 mm, deformația locală nu va depăşi 3 mm;
- 50% din grosimea nominală a stratului de placare pe partea acestuia, dacă în documentația de execuție a tablei nu se prevede altfel;

e) epruvetele pentru încercarea la întindere a metalului depus şi cele pentru rezilienţă, prevăzute la pct. 7.6.1…7.6.3 şi 7.6.5 se vor preleva numai din zona materialului de bază;

f) în afara încercărilor la întindere, prevăzute la pct. 7.6.2 (pe îmbinarea sudată inclusiv pe stratul de placare), se va executa în aceleaşi condiţii şi încercarea la întindere a îmbinării sudate pe o epruvetă, după îndepărtarea stratului de placare;
g) în cazul placărilor prin depunere, se vor executa examinările nedistructive stabilite prin proiect sau prin documentaţia de execuţie.

7.9 Condiţii pentru recipientele executate prin turnare

7.9.1 La repararea recipientelor sub presiune sau a elementelor acestora executate prin turnare se vor respecta prevederile prezentei prescripţii tehnice cu completările de la pct. 7.9.2…7.9.10.

7.9.2 La recipientele sub presiune sau la elementele acestora, executate prin turnare, nu sunt admise următoarele categorii de defecte, definite în STAS 782:

a) umflături (simbol A 200);
b) rupturi mecanice (simbol C 100);
c) crăpături (simbol C 200);
d) variaţii importante faţă de forma modelului (simbol E 120);
e) reprize (simbol E 300);
f) toate dimensiunile piesei turnate sunt necorespunzătoare (simbol F 110):
g) dezaxări (simbol F 220);
h) incluziuni şi defecte de structură (simbol G 120, G 130 şi G 200);
i) compoziţie chimică, proprietăţi mecanice şi fizice necorespunzătoare (simbol H);
j) goluri în interiorul peretelui piesei (simbol B 110).

7.9.3 Sunt admise defecte din următoarele categorii, definite în STAS 782:

a) bavuri care modifică principalele dimensiuni (simbol A 120);
b) cruste (simbol A 310);
c) creastă (simbol A 410);
d) sufluri şi retasuri (simbol B 120 şi B 200);
e) defecte de suprafaţă (simbol D);
f) incluziuni metalice (simbol G 110 şi G 140) detectabile prin examinare vizuală şi ale căror dimensiuni nu afectează dimensiunile de calcul ale piesei turnate.

În cazul în care abaterile dimensionale la forma piesei, obţinute după îndepărtarea defectelor, depăşesc valorile admisibile, se acceptă remedierea lor în conformitate cu tehnologia stabilită de producător, ţinând seama de prevederile pct. 7.9.4…7.9.8 care au caracter de recomandare, astfel încât să fie asigurate funcţionalitatea piesei finite şi siguranţa acesteia în exploatare.

7.9 4 Remedierea prin cep filetat este admisă în următoarele condiţii:

a) adâncimea defectului nu va depăşi 20% din grosimea efectivă a piesei, iar cepul filetat va avea diametrul cel mult egal cu adâncimea defectului;
b) defectele se vor îndepărta prin mijloace mecanice, iar zonele de material înconjurătoare defectului se vor examina cu lichide penetrante, pentru a se constata lipsa unor eventuale defecte în aceste zone; nu este admisă polizarea suprafeţelor elementului turnat care intră în contact cu fluidul de lucru, defectele de pe aceste suprafeţe urmând a fi îndepărtate prin aşchiere (strunjire, crăiţuire etc.);
c) dimensiunile cepului filetat vor fi astfel alese încât să permită execuţia unei asamblări rezistente la încercarea de presiune hidraulică;
d) materialul cepului filetat corespunde prevederilor prezentei prescripţii tehnice.

7.9.5 Defectele pătrunse pe toată grosimea elementului sub presiune turnat din fontă sau oțel se pot repara prin astupare cu cepuri filetate, cu respectarea condițiilor de la pct. 7.9.4 lit. b), c) şi d) precum şi a următoarelor:

a) în funcție de mărimea filetului, grosimea minimă a peretelui, precum şi raza minimă de curbură (pe un element cilindric sau conic) la care se poate utiliza un cep filetat va fi conform tabelului 26 din anexa H;

b) distanța minimă (puntița) între două cepuri filetate alăturate va fi conform tabelului 18 din anexa H; în zona reparată se admit maxim trei cepuri filetate.

Repararea prin cepuri filetate a altor defecte situate în apropierea unei zone care conține trei defecte este admisă dacă distanța între defectele respective şi oricare defect din zona menționată este cel puțin egală cu dublul distanței prevăzute în tabelul 27 din anexa H.

7.9.6 La recipientele sub presiune sau la elementele acestora executate din oțeluri turnate sudabile, defectele prevăzute la pct. 7.9.3 pot fi reparate prin sudură dacă sunt îndeplinite condițiile de la pct. 7.9.4 lit. a) şi b) şi următoarele:

a) piesa turnată va fi supusă unui tratament termic în timpul reparației şi/sau după reparație, conform prevederilor din standardele precizate la pct. 3.7.1 şi conform tehnologiei de reparație stabilite de producător;

b) dacă adâncimea defectului depăşeşte 25 mm, se va efectua examinarea cu lichide penetrante după fiecare 6 mm de strat de metal depus prin sudură.

7.9.7 La recipientele sub presiune sau la elementele acestora, se admit fără remediere pe suprafețele rezultate după prima operație de prelucrare (eboş) următoarele defecte stabilite prin examinarea vizuală:

a) la suprafețele de etanşare ale flanşelor: defecte cu adâncimea şi diametrul de maxim 2 mm, la distanțe de cel puțin 20 mm unul de altul şi situate într-un interval delimitat de axele a două găuri de şurub, cu condiția ca între două intervale să se afle cel puțin 3 intervale fără defecte; de asemenea, vor fi îndeplinite şi următoarele condiții:

- la suprafețele de etanşare netedă, cu şanțuri de etanşare, pe porțiunea dintre primul şanț şi marginea interioară a flanşei distanța defectului cel mai apropiat față de şanțul de etanşare trebuie să fie cel puțin 5 mm; pentru porțiunea dintre şanțuri, precum şi dintre ultimul şanț de etanşare şi marginea exterioară a flanşei, distanța defectului față de cel mai apropiat şanț trebuie să fie de cel puțin 2 mm;
- la suprafețele de etanşare cu canal şi pană, distanța minimă de la marginea canalului sau a penei până la defectul cel mai apropiat va fi de cel puțin 3 mm;
- la suprafețele de etanşare cu prag şi adâncitură, distanța minimă de la marginea exterioară a adânciturii, respectiv pragului, până la defectul cel mai apropiat va fi de cel puțin 3 mm;

b) la interiorul găurilor flanşei se admit pori izolați cu dimensiunea maximă (sau însumată) egală cu 20% din diametrul găurii şi adâncimea maximă de 4 mm, la cel mult 15% din numărul total al găurilor;

c) la suprafețele de etanşare cilindrice (găurile plăcilor tubulare, respectiv suprafața de păsuire a țevilor, la schimbătoarele de căldură) se admit pori cu diametrul şi adâncimea de cel mult 2 mm, distanța dintre doi pori alăturați fiind de cel puțin 20 mm, iar frecvența porilor de cel mult 5 pori pe 100 cm^2; se admit aceste defecte la cel mult 5% din numărul total al găurilor;

d) la suprafețele prelucrate, altele decât cele de la lit. a)…c), se admit pori cu diametrul şi adâncimea de cel mult 4 mm, cu distanța între doi pori alăturați de cel puțin 40 mm şi cu o frecvență de cel mult 5 pori pe 100 cm^2; de asemenea, se admit pete (zone neprelucrate) de cel mult 10% din suprafața prelucrată, cu condiția ca

subțierea piesei în dreptul petelor să nu depăşească 10% din limita grosimii de proiectare.

7.9.8 Defectele de pe suprafețele prelucrate ale elementelor, care depăşesc limitele prevăzute la pct. 7.9.7, pot fi remediate prin sudură, dacă îndeplinesc următoarele condiții:

a) la flanşe, pe alte suprafețe decât pe cele de etanşare:

- un defect cu adâncimea maximă de 25% din grosimea flanşei şi cu diametrul circumscris de cel mult 0,5 ori grosimea flanşei;
- până la patru defecte însumând o suprafață echivalentă egală cu cea a unui cerc cu diametrul de 0,5 ori grosimea flanşei; defectele vor fi situate într-o zonă care cuprinde trei intervale, un interval fiind delimitat de axele a două găuri de şuruburi alăturate; între două zone cu defecte trebuie să fie cel puțin trei intervale fără defecte;

b) la flanşe, pe suprafețele de etanşare, dacă sunt îndeplinite, cumulativ, următoarele condiții:

- un defect cu adâncimea maximă şi diametrul cercului circumscris de cel mult 25% din grosimea flanşei;
- în dreptul defectului remediat să fie o zonă de material fără defecte de cel puțin 50% din lățimea suprafeței de etanşare, dar minim 10 mm în cazul flanşelor cu suprafața de etanşare netedă sau cu prag şi adâncitură, respectiv minim 6 mm la flanşele cu suprafață de etanşare cu canal şi pană;
- defectul să fie situat în intervalul dintre axele a două găuri de şurub vecine, iar între două defecte remediate să fie cel puțin trei intervale fără defecte remediate;

c) la plăcile tubulare, dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:

- unul sau mai multe defecte la care diametrul maxim (sau însumat) este de cel mult 10% din grosimea plăcii tubulare, iar adâncimea de cel mult 30% din mărimea puntiței dintre găurile pentru țevi;
- dacă defectele sunt situate în găurile pentru țevi, acestea trebuie să fie plasate la cel mult 0,5 ori grosimea plăcii tubulare înspre mediul neagresiv şi la cel mult 5% din numărul total de găuri.

7.9.9 Nu se admite a fi remediate prin sudură defectele de pe suprafețele prelucrate ale elementelor turnate din fontă care depăşesc limitele prevăzute la pct. 7.9.7.

7.9.10 În vederea detectării defectelor de turnare, piesele turnate identice dimensional şi din aceeaşi şarjă se împart pe loturi, astfel:

a) dacă dimensiunea piesei este sub 100 mm, se vor verifica primele 5 piese bucată cu bucată, iar următoarele piese câte o bucată pentru fiecare lot de 5 piese; dacă la piesa aleasă pentru verificare se constată defecte se vor verifica şi celelalte 4 piese din lot;

b) dacă dimensiunea piesei este peste 100 mm, se vor verifica bucată cu bucată.

7.9.10.1 Defectele de turnare se pot detecta cu una din următoarele încercări:

- încercarea de etanşeitate cu aer (presiunea de probă fiind 0,1 din presiunea de calcul, dar maxim 0,05 MPa (0,5 bar) pentru fontă şi maxim 0,2 MPa (2 bar) pentru oțel;
- încercarea de etanşeitate cu petrol şi cretă;
- încercarea de etanşeitate cu amoniac şi fenolftaleină;
- alte încercări.

Încercările se stabilesc prin documentația de execuție şi se efectuează înaintea încercării de presiune hidraulică, fără însă a o înlocui.

7.10 Condiții pentru recipientele executate prin forjare

7.10.1 La montarea şi repararea recipientelor sub presiune sau a elementelor acestora executate prin forjare, se vor respecta prevederile prezentei prescripții tehnice cu completările de la pct. 7.10.2…7.10.5.

7.10.2 Elementele forjate vor fi supuse tratamentului termic final (pentru realizarea caracteristicilor mecanice) numai după terminarea operațiilor de forjare, precum şi a tuturor operațiilor de sudare.

7.10.2.1 Elementele forjate vor fi supuse tratamentelor termice, cu excepția recoacerii, numai la starea (faza) degroşată.

7.10.2.2 Este permisă repetarea tratamentului termic în vederea realizării caracteristicilor mecanice ale elementelor forjate.

7.10.3 Este interzisă aplicarea unui tratament termic de îmbunătățire a elementelor executate prin sudură din piese forjate. Această prevedere nu se aplică elementelor executate din oțeluri austenitice.

7.10.4 După executarea unui tratament termic de îmbunătățire, elementele forjate vor fi supuse unei verificări prin metode nedistructive, în vederea detectării eventualelor fisuri. Această verificare nu exclude verificarea cu ultrasunete, conform pct. 3.6.1 lit.a).
Metoda de examinare nedistructivă care va fi folosită după tratamentul termic de îmbunătățire, precum şi criteriile de acceptarea defectelor vor fi stabilite prin documentația de execuție.

7.10.5 Defectele de suprafață pot fi remediate prin sudură după o prealabilă curățare mecanică. Dacă zona reparată are o suprafață mai mare de 40 cm^2 şi o adâncime mai mare de 6 mm, după remediere se va executa în mod obligatoriu un tratament termic, ținând seama de prevederile pct. 4.19.…4.21.

7.11 Condiții pentru recipientele executate din metale şi aliaje neferoase

7.11.1 Recipientele sub presiune sau elementele acestora, executate din metal şi aliaje neferoase, vor fi montate sau reparate cu respectarea prevederilor prezentei prescripții tehnice, în măsura în care acestea se pot aplica şi recipientelor respective. Condițiile suplimentare specifice de execuție şi verificare vor fi stabilite prin standarde interne, caiete de sarcini sau documentația de execuție.

7.12 Şuruburi şi piulițe

7.12.1 Şuruburile şi piulițele realizate prin refulare la rece trebuie să fie supuse ulterior unui tratament termic stabilit prin documentația tehnică de execuție.

7.12.2 În cazul în care şuruburile sau piulițele au fost supuse unui tratament termic de călire, după tratamentul termic respectiv se va efectua o verificare printr-o metodă nedistructivă, în vederea detectării eventualelor fisuri, dacă aceasta a fost prescrisă în documentația tehnologică.

7.12.3 Temperatura maximă admisibilă de lucru a şuruburilor şi piulițelor care au suferit un tratament termic de îmbunătățire trebuie să fie cu 100°C mai mică decât temperatura de revenire.

8 VERIFICAREA MONTĂRII ŞI REPARĂRII RECIPIENTELOR

NOTĂ: Prevederile cap. 8 se aplică în cazul lucrărilor de montare şi reparare care fac obiectul prevederilor prescripției tehnice PT C 4/1, Colecția ISCIR.

8.1 Date generale

Unitățile montatoare sau reparatoare vor supune recipientele sau elementele acestora verificărilor tehnice în conformitate cu prevederile prezentei prescripții tehnice. Aceste verificări pot fi efectuate de inspectorii de specialitate ai ISCIR-INSPECT IT sau de personalul propriu al unităților montatoare sau reparatoare, autorizat în acest scop de ISCIR-INSPECT IT conform prevederilor prescripției tehnice PT C 4/1, Colecția ISCIR. Verificările efectuate de către inspectorii de specialitate ai ISCIR-INSPECT IT sau de către personalul autorizat de ISCIR-INSPECT IT menționat mai sus nu scutesc unitatea montatoare sau reparatoare de răspunderea pentru respectarea prevederilor prezentei prescripții tehnice şi ale documentației de execuție, precum şi pentru eventualele deficiențe de execuție apărute ulterior.

8.2 Verificarea îmbinărilor sudate

8.2.1 Verificarea îmbinărilor sudate va cuprinde:

a) examinarea exterioară;
b) încercări distructive;
c) examinări nedistructive;
d) încercarea la presiune hidraulică;
e) încercarea pneumatică de etanşeitate, după caz.

8.2.2 În vederea examinării exterioare, îmbinările sudate vor fi curățate în întregime de zgură, oxizi etc. pe o lățime a materialului de bază de circa 20 mm de o parte şi de alta a cusăturii, pe ambele părți ale elementului care se verifică (dacă sudura a fost executată pe ambele părți).

8.2.3 Examinarea exterioară a îmbinărilor sudate se va face cu instrumente de măsurare uzuale, cu şabloane şi cu ochiul liber sau cu aparate de mărit obişnuite (conform SR EN 970).
În îmbinările sudate nu sunt admise:

a) fisuri în cusătură sau în zona influențată termic (ZIT);
b) crestături marginale sau în cusătură;
c) cratere, incluziuni de gaze sau incluziuni de zgură;
d) abateri de execuție peste limitele prevăzute de prezenta prescripție tehnică, dacă în documentația de execuție nu se prevăd alte condiții mai severe;
e) nepătrunderi la rădăcina cusăturii mai mari de 15% din grosimea materialului de bază sau mai mari de 3 mm la grosimi peste 20 mm, la îmbinările fără completare la rădăcină sau fără inel (placă) suport.

8.2.4 Rezultatele obținute la încercările şi analizele prevăzute la pct. 7.5.4…7.7.6 trebuie să corespundă prevederilor de la pct. 8.2.5…8.2.16.

8.2.5 La încercarea la întindere a îmbinării sudate, rezistența de rupere la întindere trebuie să fie cel puțin egală cu valoarea minimă a rezistenței de rupere la întindere a materialului de bază, prevăzută în standarde sau standardele de produs, la temperatura de $+20^0$C.

8.2.6 La încercarea la întindere a metalului depus, efectuată la temperatura de $+20^0$C,

trebuie să fie obținute următoarele rezultate:

a) rezistența de rupere la întindere să fie cel puțin egală cu valoarea minimă a rezistenței de rupere la întindere a materialului de bază prevăzută în standardele de produs;

b) valoarea limitei de curgere să fie cel puțin egală cu valoarea minimă a limitei de curgere a materialului de bază prevăzută de standardele de produs;

c) alungirea relativă la rupere să fie cel puțin egală cu:

$$A_5 = \frac{1000 - R}{22}$$

pentru oțelurile carbon şi oțelurile slab aliate cu mangan (tip 0, 1a sau 1b, conform tabelului 8 din anexa H) şi de 16% pentru celelalte oțeluri; alungirea relativă la rupere a metalului depus nu va fi mai mică de 80% din cea determinată pentru materialul de bază pe epruveta cilindrică proporțională normală.

8.2.6.1 În relația de la pct. 8.2.6 lit. c) R reprezintă rezistența minimă de rupere la întindere la $+20^0$C, în N/mm^2, a materialului de bază conform standardelor de produs.

8.2.7 La încercarea de îndoire, unghiul de îndoire nu va fi mai mic de 180^0, indiferent de grosimea şi calitatea materialului. În cazul în care, în locul încercării de îndoire, la țevi se efectuează încercarea de aplatisare, distanța de aplatisare trebuie să fie cel puțin egală cu cea prevăzută pentru materialul de bază.

8.2.8 La încercarea de încovoiere prin şoc (reziliență), valoarea minimă obținută trebuie să fie cel puțin egală cu valorile minime prevăzute de prezenta prescripție tehnică pentru materialul de bază în aceleaşi condiții de încercare (acelaşi tip de epruvetă şi aceeaşi temperatură de încercare).

8.2.9 La analiza macroscopică nu sunt admise:

a) fisuri în cusătură sau în zona influențată termic (ZIT);
b) lipsă de topire la marginea cusăturii sau între straturi;
c) nepătrunderi la rădăcina cusăturii; în cazul îmbinărilor sudate fără completare la rădăcină sau fără inel (placă) suport se admit nepătrunderi în limitele prevăzute la pct. 8.2.3;
d) incluziuni de gaze (pori) şi incluziuni de zgură în număr de peste 5/cm^2 de secțiune a cusăturii în porțiunea în care acestea sunt cele mai numeroase; lungimea celui mai mare defect nu trebuie să depăşească 1,5 mm, iar suma lor trebuie să fie maxim 3 mm.

Pentru cusături sudate la țevi cu grosimea peretelui sub 8 mm, suma defectelor în sensul grosimii nu trebuie să depăşească 1,2 mm. Defectele plasate în îngroşarea cusăturilor nu vor fi luate în considerare. La analiza macroscopică se va verifica respectarea tehnologiei de sudare privind numărul straturilor în cusătura sudată.

8.2.10 La analiza microscopică, în afara defectelor de la pct. 8.2.9, nu trebuie să se constate neomogenități sau structuri care reduc rezilienta şi proprietățile plastice ale îmbinărilor sudate. De asemenea, se va verifica granulația structurii în zona influențată termic şi în materialul de bază.

8.2.11 Valoarea maximă a durității va fi 350 unități HV 5, cu condiția ca diferența între valorile durităților obținute în materialul de bază, în zona influențată termic şi în materialul de adaos să fie de cel mult:

- 100 unități HV 5, în cazul oțelurilor slab aliate;

- 150 unităţi HV 5, în cazul oţelurilor aliate.

Pentru mediile care produc coroziune fisurantă sub tensiune, valorile maxime ale durităţilor vor fi prevăzute prin proiect.

8.2.12 Valorile minime rezultate la încercările şi analizele prevăzute la pct. 8.2.5…8.2.11 trebuie să fie obţinute:

a) pe fiecare epruvetă sau eşantion, în cazul încercării de îndoire, de aplatisare, analizei metalografice (macroscopice şi microscopice) şi măsurării durităţii, precum şi în cazul încercării la întindere executată conform pct. 7.6.2 şi 7.6.3;
b) ca medie aritmetică a valorilor rezultate la încercarea la întindere executată pe trei epruvete, pentru îmbinările sudate la ţevi; rezultatul obţinut pe fiecare epruvetă nu trebuie să fie cu mai mult de 10% sub limita minimă prevăzută la pct. 8.2.5;
c) ca medie aritmetică a valorilor rezultate la încercarea de încovoiere prin şoc (rezilienţă) executată pe trei epruvete, cu respectarea condiţiilor prevăzute în prezenta prescripţie tehnică pentru materialul de bază, funcţie de tipul epruvetei şi de temperatura de încercare (atât în ceea ce priveşte valoarea obţinută pe fiecare epruvetă, cât şi valoarea mediei celor trei epruvete).

8.2.13 Dacă rezultatele unor încercări şi analize sunt necorespunzătoare, cu excepţia cazurilor prevăzute la pct. 8.2.14, se admite repetarea acestora pe un număr dublu de epruvete, respectiv eşantioane. Dacă şi în acest caz rezultatele sunt necorespunzătoare, chiar la o singură epruvetă, îmbinarea se respinge.

8.2.14 În cazul în care la unele încercări s-au obţinut rezultate necorespunzătoare şi se constată că acestea se datorează metodei de încercare, aparatul cu care s-a efectuat încercarea sau eventualelor defecte ale epruvetelor încercate, inclusiv în sudură de tipul celor neadmise pe produs, încercările respective vor fi repetate.

8.2.15 Încercările la întindere ale îmbinărilor sudate şi ale metalului depus, de îndoire şi de rezilienţă sunt eliminatorii. Măsurarea durităţii şi analiza metalografică nu sunt eliminatorii pentru îmbinarea sudată care se verifică dacă nu se prevede altfel prin proiect.

Un rezultat necorespunzător obţinut la analiza metalografică trebuie să fie analizat în contextul rezultatelor bune ale celorlalte încercări nedistructive, iar îmbinarea sudată poate fi acceptată pe baza motivării tehnice a unităţii montatoare sau reparatoare cu avizul tehnologului sudor al unităţii respective.

8.2.16 Examinarea nedistructivă a îmbinărilor sudate se recomandă să se efectueze după tratamentul termic final. Îmbinările sudate care prezintă defecte exterioare mai mari decât limitele prevăzute la pct. 8.2.3 vor fi supuse examinării nedistructive numai după remediere.

8.2.17 Porţiunile din îmbinările sudate care vor fi examinate nedistructiv se vor stabili de către organele de control tehnic de calitate ale unităţii constructoare, montatoare sau reparatoare. Porţiunile examinate se vor marca prin poansonare cu numere de ordine la circa 20 mm de marginea cusăturii. Numărul de ordine respectiv trebuie să fie înscris pe planul de examinare nedistructivă care se anexează la documentaţia tehnică.

8.2.17.1 În cazul examinărilor nedistructive prin radiografie, numărul de ordine se va marca la mijlocul porţiunii îmbinării sudate radiografiate. Acesta trebuie să apară şi pe radiografie.

8.2.17.2 În cazul în care grosimea sau calitatea materialului nu permite marcarea prin poansonare a îmbinărilor sudate examinate nedistructiv, marcarea se va efectua în conformitate

cu prevederile pct. 7.2.23 şi 7.1.6.

8.2.17.3 În cazul examinării nedistructive parţiale a îmbinărilor sudate prin radiografie, la stabilirea porţiunilor care vor fi radiografiate se vor avea în vedere următoarele:

- prevederile proiectului;
- pentru fiecare îmbinare sudată a corpului recipientului să se execute cel puţin o radiografie;
- la radiografierea nodurilor succesive de sudură ale îmbinărilor corpului cilindric, radiofilmele vor fi aşezate, pe cât posibil, alternativ în lungul îmbinărilor longitudinale şi în lungul îmbinărilor circulare; în mod similar, în cazul fundurilor executate din mai multe bucăţi sudate sau al recipientelor sferice, radiofilmele se recomandă să fie aşezate alternativ în lungul îmbinărilor meridionale şi în lungul îmbinărilor paralele.

8.2.18 În urma examinărilor nedistructive, rezultatele obţinute trebuie să corespundă:

- criteriilor de acceptare în cazul radiografierii sau examinării cu ultrasunete, conform prevederilor prescripţiei tehnice referitoare la examinarea cu radiaţii penetrante a îmbinărilor cap la cap, respectiv prevederilor prescripţiilor tehnice referitoare la examinarea cu ultrasunete a îmbinărilor sudate cap la cap şi în colţ, prin topire, realizate cu material de adaos, Colecţia ISCIR;
- criteriilor de acceptare în cazul examinării cu lichide penetrante sau cu pulberi magnetice, conform prevederilor prescripţiei tehnice referitoare la examinarea cu lichide penetrante a îmbinărilor sudate ale elementelor recipientelor, respectiv prevederilor referitoare la examinarea cu particule magnetice a îmbinărilor sudate ale elementelor recipientelor, Colecţia ISCIR;
- criteriilor de acceptare prevăzute de alte norme cu avizul ISCIR-INSPECT, în cazul examinărilor prin radiografie sau cu ultrasunete care se efectuează conform altor prescripţii tehnice decât prescripţia tehnică referitoare la examinarea cu radiaţii penetrante a îmbinărilor cap la cap, respectiv prescripţiile tehnice referitoare la examinarea cu ultrasunete a îmbinărilor sudate cap la cap şi în colţ, prin topire, realizate cu material de adaos, Colecţia ISCIR.

8.2.19 Dacă, cu excepţia îmbinărilor sudate ale ţevilor, în urma examinării radiografice executate parţial (prin sondaj) se constată defecte inadmisibile se va examina o lungime de sudură egală cu prima, în continuarea acesteia, la capătul unde s-au constatat defectele. Dacă defectele apar la ambele capete atunci se examinează o lungime de sudură de două ori mai mare decât prima, porţiunile examinate fiind plasate în continuarea sudurii radiografiate iniţial, în mod egal la fiecare capăt. Dacă şi în porţiunile de sudură radiografiate suplimentar se constată, defecte inadmisibile, se va examina întreaga îmbinare sudată.
În cazul îmbinărilor sudate ale ţevilor, dacă se constată, chiar la o singură îmbinare, defecte inadmisibile se va dubla numărul de suduri examinate iniţial. Dacă şi în acest caz se constată defecte, chiar la o singură sudură, se vor examina toate îmbinările. Examinările iniţiale şi suplimentare se efectuează la îmbinările sudate executate de acelaşi sudor şi în aceleaşi condiţii (definite la pct. 7.5.1).
Îmbinările sudate la care au fost găsite defecte neadmise vor fi remediate şi supuse unei noi examinări în aceleaşi condiţii ca mai sus.

8.2.20 Încercarea de presiune hidraulică şi încercarea pneumatică de etanşeitate se vor executa în conformitate cu prevederile PT C 4/1, Colecţia ISCIR.
Aceste încercări se vor executa după efectuarea tratamentului termic (dacă a fost prescris) şi cu condiţia ca la verificările şi examinările prevăzute la pct. 8.2.1 lit. a)…c) să fie obţinute rezultate corespunzătoare.

8.3 Repararea defectelor îmbinărilor sudate

8.3.1 Îmbinările sudate, la care în urma executării verificărilor prevăzute la pct. 8.2.1…8.2.20 au fost constatate defecte neadmise, pot fi reparate. Modul şi condiţiile de reparare vor fi stabilite prin tehnologia de sudare.

8.3.1.1 Nu se admite repararea defectelor la îmbinările cap la cap ale ţevilor sudate electric prin presiune. Îmbinările cu defecte trebuie să fie decupate, iar dacă este necesar în locul decupării se admite introducerea unei ţevi intermediare cu lungimea de cel puţin 200 mm.

8.3.2 Repararea îmbinărilor sudate trebuie să fie executată, pe cât posibil, prin acelaşi procedeu care a fost folosit la realizarea sudurilor respective. Folosirea altui procedeu de sudare este admisă numai dacă acesta a fost prescris prin tehnologia de sudare.

8.3.2.1 În cazul reparaţiilor locale executate prin sudare manuală, valoarea coeficientului de rezistenţă a îmbinării, stabilită iniţial, nu se schimbă.

8.3.3 Porţiunile din îmbinările sudate reparate vor fi verificate, după remediere, în condiţiile prescrise pentru sudurile iniţiale.

8.3.4 În cazul în care îmbinarea sudată reparată a fost supusă iniţial unui tratament termic, după remediere tratamentul respectiv va fi repetat.

8.3.4.1 Se poate admite ca după tratamentul termic să se execute mici reparaţii ale îmbinărilor sudate în condiţiile prevăzute la pct. 7.2.21.1.

8.4 Verificarea recipientelor montate (asamblate) sau a elementelor acestora

8.4.1 Recipientele sub presiune vor fi supuse unor verificări şi încercări, după montare (asamblare), astfel:

a) verificarea documentaţiei tehnice de montare;
b) verificarea calităţii materialelor;
c) verificarea aspectului şi dimensiunilor;
d) verificarea marcării;
e) încercarea de presiune hidraulică;
f) încercarea pneumatică de etanşeitate, dacă se prevede prin proiect;
g) încercări speciale.

Verificările şi încercările se execută de către inspectorul de specialitate al ISCIR-INSPECT IT sau de către personalul autorizat de ISCIR-INSPECT IT după cum urmează:

- la locul de montare, recipientele care se asamblează la beneficiar;
- în unitatea reparatoare, recipientele sau elemente ale acestora care se repară la aceasta.

8.4.2 Documentaţia tehnică de montare sau reparare trebuie să corespundă prevederilor din prescripţia tehnică PT C 4/1, Colecţia ISCIR.

8.4.3 Verificarea calităţii materialelor folosite se va face în ceea ce priveşte corespondenta materialelor cu prevederile prezentei prescripţii tehnice, cu proiectul de montare sau reparare şi cu documentaţia de execuţie a lucrărilor de montare sau reparare.

8.4.4 Verificarea aspectului şi dimensiunilor va consta în:

a) examinarea stării suprafețelor recipientului (elementului) la interior şi exterior; nu sunt admise exfolieri, fisuri vizibile cu ochiul liber sau defecte superficiale care depăşesc abaterile negative la grosime;
b) verificarea dimensiunilor elementelor, în special a celor stabilite prin calculul de dimensionare, precum şi încadrarea eventualelor abateri în limitele admise prin prezenta prescripție tehnică şi documentația de execuție.

8.4.4.1 La recipientele la care, după asamblare şi datorită concepției constructive (schimbătoare de căldură cu plăci tubulare fixe, recipiente cu pereții dubli, recipiente care se livrează cu protecții interioare de email, cauciuc, căptuşeli refractare etc.), pereții metalici ai unor elemente nu mai pot fi verificați sau verificarea poate fi executată numai parțial este necesar ca prin grija unității montatoare sau reparatoare elementele respective să fie supuse verificării inspectorilor de specialitate ai ISCIR-INSPECT IT sau personalului autorizat de ISCIR-INSPECT IT înainte de montare (asamblare), respectiv de aplicare a protecțiilor sau căptuşelilor în fazele în care pot fi examinați pereții metalici.

8.4.5 Pe recipientele sub presiune montate (asamblate) se vor verifica marcajele, respectiv aplicarea pe elementele recipientului (virole, funduri, racorduri, flanşe etc.) a datelor prevăzute la pct. 7.1.6, 7.2.23 şi 8.2.17.

8.4.6 Fiecare recipient trebuie să fie prevăzut cu o placă de timbru, conform STAS 4781, montată pe corpul recipientului la loc vizibil, pe cât posibil în apropierea orificiului de intrare a fluidului. Placa de timbru trebuie să rămână în permanență vizibilă în timpul exploatării.

8.4.7 Pe corpul recipientului, în apropierea plăcii de timbru, se vor marca prin poansonare următoarele date:
- denumirea unității montatoare;
- numărul de fabricație al recipientului;
- anul fabricației.

8.4.8 Recipientele la care au fost executate reparații care au condus la modificarea unor parametri vor fi prevăzute de către unitatea reparatoare cu o placă de timbru conform STAS 4781, care va fi fixată lângă placa de timbru inițială.

8.4.9 Recipientele cu două sau mai multe spații (compartimente) vor avea completate pe placa de timbru caracteristicile corespunzătoare fiecărui spațiu.

8.4.10 La recipientele la care fixarea plăcii de timbru prin intermediul unei plăci suport nu este posibilă (dimensiuni prea mici ale recipientului, material nesudabil, imposibilitatea de prindere cu şuruburi) conținutul plăcii de timbru va fi marcat prin poansonare, în întregime, pe corpul recipientului.

8.5 Proiectele de montare sau reparare vor conține cel puțin datele menționate în anexa I. Unitățile montatoare sau reparatoare vor întocmi documentația tehnică de montare respectiv reparare în conformitate cu prevederile prescripției tehnice PT C 4/1, Colecția ISCIR.

ANEXA A

Diagrame de evaluare a conformității
(Conform Hotărârii Guvernului nr. 752/2002)

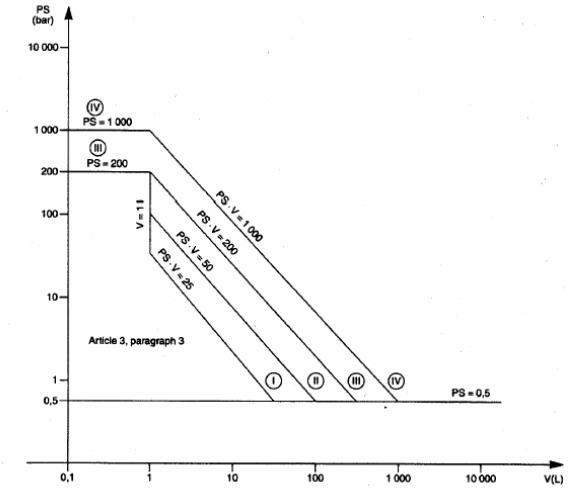


Diagrama 1
Recipiente conform prevederilor de la art. 8, alin. (2), lit. a), paragraful i).
Prin excepție, recipientele destinate să conțină gaze instabile şi care sunt din categoriile I sau II, conform diagramei 1, trebuie să fie clasificate în categoria III.

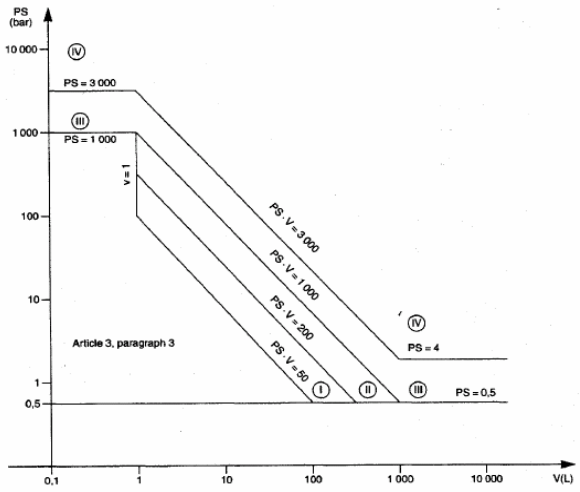


Diagrama 2
Recipiente conform prevederilor de la art. 8, alin. (2), lit. a), paragraful ii).

ANEXA A (continuare)

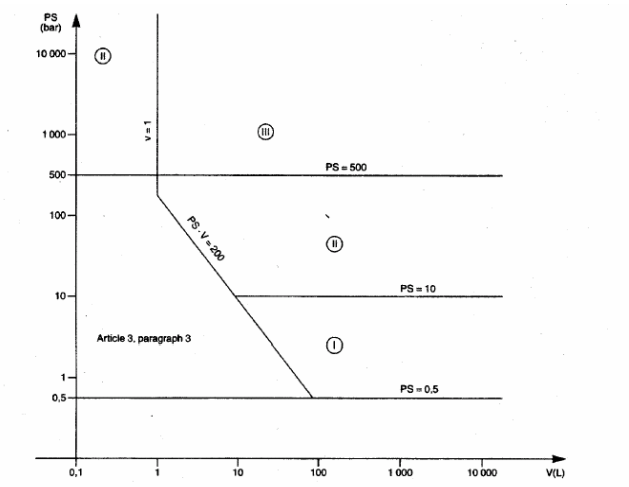


Diagrama 3
Recipiente conform prevederilor de la art. 8, alin. (2), lit. b), paragraful i).

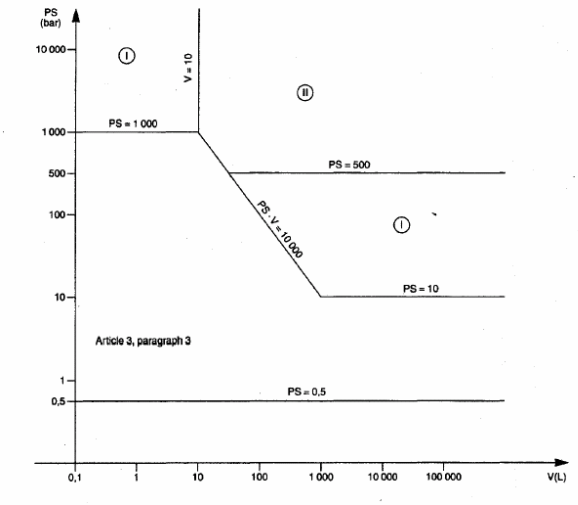


Diagrama 4
Recipiente conform prevederilor de la art. 8, alin. (2), lit. b), paragraful ii).

NOTĂ: Cifrele romane din diagrame reprezintă categoriile de încadrare a recipientelor sub presiune, funcție de produsul între presiune, PS (bar), şi volum, V (litri).

ANEXA B

Standarde

SR EN 485-2:1995,	Aluminiu şi aliaje de aluminiu. Table, benzi şi table groase. Partea 2: Caracteristici mecanice
SR EN 485-4:1995,	Aluminiu şi aliaje de aluminiu. Table, benzi şi table groase. Partea 4: Toleranțe de formă şi la dimensiuni pentru produse laminate la rece
SR EN 499:1997,	Materiale pentru sudare. Electrozi înveliți pentru sudarea manuală cu arc electric a oțelurilor nealiate şi cu granulație fină. Clasificare
SR EN 754-1:1998,	Aluminiu şi aliaje de aluminiu. Bare şi țevi trase la rece. Partea 1: Condiții tehnice de inspecție şi de livrare
SR EN 754-2:1998,	Aluminiu şi aliaje de aluminiu. Bare şi țevi trase la rece. Partea 2: Caracteristici mecanice
SR EN 754-7:1999,	Aluminiu şi aliaje de aluminiu. Bare şi țevi trase la rece. Partea 7: Țevi fără sudură, toleranțe la dimensiuni şi de formă
SR EN 759:1998,	Materiale pentru sudare. Condiții tehnice de livrare a materialelor de adaos pentru sudare. Tipul produsului, dimensiuni, toleranțe şi marcare
SR EN 875:1997,	Încercări distructive ale îmbinărilor sudate din materiale metalice. Încercarea la încovoiere prin şoc. Poziția epruvetei, orientarea crestăturii şi examinare
SR EN 895:1997,	Încercări distructive ale îmbinărilor sudate din materiale metalice. Încercarea la tracțiune transversală
SR EN 910:1997,	Încercări distructive ale îmbinărilor sudate din materiale metalice. Încercări la îndoire
SR EN 970:1999,	Examinări nedistructive ale îmbinărilor sudate prin topire. Examinare vizuală
SR EN 1043:1997,	Încercări distructive ale îmbinărilor sudate din materiale metalice. Încercarea de duritate. Partea 1: Încercarea de duritate a îmbinărilor sudate cu arc electric
SR EN 1043-2:1999,	Încercări distructive ale îmbinărilor sudate din materiale metalice. Încercarea de duritate. Partea 2: Încercarea de microduritate a îmbinărilor sudate
SR EN 1561:1999,	Turnătorie. Fontă cu grafit lamelar
SR EN 1562:1999,	Turnătorie. Fontă maleabilă
SR EN 1563:1999,	Turnătorie. Fontă cu grafit nodular

ANEXA B (continuare)

SR EN 1599:1999,	Materiale pentru sudare. Electrozi înveți pentru sudarea manuală cu arc electric a oțelurilor termorezistente. Clasificare
SR EN 1600:2000,	Materiale pentru sudare. Electrozi înveți pentru sudarea manuală cu arc electric a oțelurilor inoxidabile şi refractare. Clasificare
SR EN 1652:2000,	Cupru şi aliaje de cupru. Plăci, table, benzi şi discuri pentru aplicații generale
SR EN 1976:2000,	Cupru şi aliaje de cupru. Produse brut turnate de cupru
SR EN 10002-1:1995,	Materiale metalice. Încercarea la tracțiune. Partea 1: Metoda de încercare (la temperatura ambiantă)
SR EN 10020:1993,	Definirea şi clasificarea mărcilor de oțel
SR EN 10204+A1:2000,	Produse metalice. Tipuri de documente de inspecție
SR EN 22553:1995,	Îmbinări sudate şi lipite, reprezentări simbolice pe desene
SR ISO 7-1:2000,	Filete pentru țevi cu etanşare în filet. Partea 1: Dimensiuni, toleranțe şi notare
SR ISO 428:1996,	Aliaje cupru-aluminiu deformabile. Compoziția chimică şi formele produselor obținute prin deformare plastică
SR ISO 431:1995,	Forme brute de rafinare din cupru
SR ISO 439:1998,	Fonte şi oțeluri. Determinarea conținutului de siliciu total. Metoda gravimetrică
SR ISO 3755:1994,	Oțeluri nealiate turnate pentru construcții mecanice de uz general
SR ISO 7539-2:1994,	Coroziunea metalelor şi aliajelor. Încercări la coroziune sub tensiune. Partea 2: Pregătirea şi utilizarea epruvetelor încovoiate
SR ISO 9477:1995,	Oțeluri turnate de înaltă rezistență pentru construcții mecanice şi construcții metalice de uz general
SR 3127:1994,	Cazane de abur. Placă indicatoare de nivel minim. Condiții tehnice de calitate
SR 6808:1998,	Utilaj pentru industria chimică. Funduri pentru recipinente cilindrice. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 95-90,	Aliaje cupru-zinc deformabile. Mărci
STAS 492/1-85,	Încercările metalelor. Încercarea de duritate Vickers. HV 5 până la HV 100

ANEXA B (continuare)

STAS 492/2-85,	Încercările metalelor. Încercarea de duritate Vickers. HV 0,2 până la HV 3
STAS 197/1-80,	Aliaje cupru-staniu turnate în blocuri
STAS 197/2-83,	Aliaje cupru-staniu turnate în piese
STAS 198/1-86,	Aliaje cupru-aluminiu turnate în blocuri
STAS 199/1-73,	Aliaje cupru-zinc (alame) turnate în blocuri
STAS 199/2-86,	Aliaje cupru-zinc turnate în piese
STAS 201/1-89,	Aliaje de aluminiu turnate în blocuri
STAS 201/2-80,	Aliaje de aluminiu turnate în piese
STAS 270/3-80,	Cupru de înaltă puritate pentru industria electrotehnică şi electrică. Mărci
STAS 289/2-87,	Table din aliaje cupru-zinc. Dimensiuni
STAS 292/1:84,	Bare pătrate trase din aliaje cupru-zinc. Condiții tehnice de calitate
STAS 292/2-80,	Bare pătrate trase din aliaje cupru-zinc. Dimensiuni
STAS 293/1-84,	Bare hexagonale trase din aliaje cupru-zinc. Condiții tehnice de calitate
STAS 293/2-80,	Bare hexagonale trase din aliaje cupru-zinc. Dimensiuni
STAS 391/1-89,	Bare rotunde de cupru. Condiții tehnice de calitate
STAS 391/2-87,	Bare rotunde de cupru. Dimensiuni
STAS 392/1-84,	Bare dreptunghiulare de cupru. Condiții tehnice de calitate
STAS 392/2-87,	Bare dreptunghiulare de cupru. Dimensiuni
STAS 393/1-84,	Bare pătrate trase din a cupru. Condiții tehnice de calitate
STAS 393/2-80,	Bare pătrate trase din cupru. Dimensiuni
STAS 394/1-84,	Bare hexagonale trase din a cupru. Condiții tehnice de calitate
STAS 394/2-80,	Bare hexagonale trase din cupru. Dimensiuni
STAS 426/1-84,	Table de cupru. Condiții tehnice de calitate
STAS 426/2-80,	Table de cupru. Dimensiuni

ANEXA B (continuare)

STAS 500/1-89,	Oţeluri de uz general pentru construcţii. Condiţii tehnice generale de calitate
STAS 500/2-80,	Oţeluri de uz general pentru construcţii. Mărci
STAS 505-86,	Oţel laminat la cald. Table groase. Condiţii tehnice de calitate
STAS 521/1-84,	Ţevi rotunde trase din aliaje cupru-zinc. Condiţii tehnice de calitate
STAS 521/2-80,	Ţevi rotunde trase din aliaje cupru-zinc. Dimensiuni
STAS 522/1-84,	Ţevi rotunde, trase din aliaje cupru-zinc pentru schimbătoare de căldură. Condiţii tehnice de calitate
STAS 522/2-80,	Ţevi rotunde, trase din aliaje cupru-zinc pentru schimbătaore de căldură. Dimensiuni
STAS 523/1-84,	Ţevi rotunde trase din cupru. Condiţii tehnice de calitate
STAS 523/2-80,	Ţevi rotunde trase din cupru. Dimensiuni
STAS 782-79,	Defectele pieselor turnate. Clasificare şi terminologie
STAS 880-88,	Oţeluri carbon de calitate pentru tratament termic, destinate construcţiei de maşini. Mărci şi condiţii tehnice de calitate
STAS 1097/2-91,	Piese forjate din oţel carbon de calitate şi aliate pentru cazane şi recipiente sub presiune. Condiţii tehnice generale de calitate
STAS 1097/3-88,	Piese forjate din oţel inoxidabil pentru cazane şi recipiente sub presiune
STAS 1126-87,	Sudarea metalelor. Sârmă plină de oţel pentru sudare
STAS 1156-91,	Flanşe din oţel. Flanşe pentru armături şi elemente de conductă. Condiţii tehnice generale de calitate
STAS 1963-81,	Rezistenţa materialelor. Terminologie şi simboluri
STAS 2429/2-80,	Plăci din cupru. Dimensiuni
STAS 2430/2-80,	Plăci din aliaje cupru-zinc. Dimensiuni
STAS 2883/1-88,	Oţel laminat la cald. Table de oţel pentru cazane şi recipiente sub presiune. Condiţii tehnice generale de calitate
STAS 2883/2-91,	Oţel laminat la cald. Oţeluri destinate tablelor de recipiente sub presiune pentru temperatură ambiantă şi scăzută. Mărci şi condiţii tehnice de calitate

ANEXA B (continuare)

STAS 2883/3-88,	Oţel laminat la cald. Oţeluri destinate tablelor de cazane şi recipiente sub presiune pentru temperatură ambiantă şi ridicată. Mărci şi condiţii tehnice de calitate
STAS 3478-86,	Ţevi de oţel fără sudură pentru temperaturi ridicate. Condiţii tehnice generale de calitate
STAS 3583-87,	Oţeluri inoxidabile prelucrate prin deformare la cald. Mărci şi condiţii tehnice generale de calitate
STAS 4203-74,	Metalografie. Luarea şi pregătirea probelor metalografice
STAS 4781-85,	Recipiente sub presiune. Placă de timbru
STAS 5540/6-77,	Ncercări ale îmbinărilor sudate cap la cap. Încercarea de aplatisare
STAS 5661/3-79,	Utilaj pentru industria chimică. Guri de vizitare rotunde, cu capac bombat şi şuruburi fixe. Forme şi dimensiuni
STAS 5661/5-87,	Utilaj pentru industria chimică. Guri de vizitare rotunde, cu capac bombat şi şuruburi rabatabile
STAS 6637-75,	Încercările metalelor. Încercări statice de durată. Terminologie şi simboluri
STAS 6706-79,	Fontă refractară turnată în piese. Mărci şi condiţii generale de calitate
STAS 6885-63,	Minereuri de fier. Determinarea umidităţii higroscopice
STAS 8121/1-85,	Elemente filetate pentru asamblarea flanşelor. Condiţii tehnice generale de calitate
STAS 8184-87,	Oţeluri pentru ţevi utilizate la temperaturi ridicate. Mărci şi condiţii tehnice de calitate
STAS 9377-90,	Ţevi de oţel fără sudură pentru schimbătoare de căldură
STAS 9378-87,	Ţevi de oţel, fără sudură, pentru temperaturi scăzute
STAS 9858-93,	Blumuri, ţagle şi bare laminate la cald din oţeluri pentru cazane şi recipiente sub presiune. Condiţii tehnice de calitate
STAS 10382-88,	Oţeluri pentru ţevi utilizate la temperaturi scăzute. Mărci şi condiţii tehnice de calitate
STAS 11290-89,	Oţeluri rezistente la temperaturi scăzute şi ridicate, densitatea organelor de asamblare. Mărci şi condiţii tehnice de calitate

ANEXA B (sfârşit)

STAS 11501-80,	Tablă groasă pentru ambutisare şi îndoire la rece. Mărci şi condiţii tehnice de calitate
STAS 11502-89,	Table groase cu condiţii speciale de calitate pentru recipiente sub presiune. Mărci
STAS 11523-87,	Oţeluri refractare şi rezistente mecanic la temperaturi ridicate, prelucrate prin deformare la cald. Mărci şi condiţii tehnice generale de calitate
STAS 12403-85,	Oţel rezistent la temperaturi scăzute turnat în piese. Mărci şi condiţii tehnice de calitate
STAS 12404-85,	Oţel carbon, slab aliat şi mediu aliat rezistent la temperaturi ridicate turnat în piese. Mărci şi condiţii tehnice de calitate
STAS 12451/1-86,	Table groase de oţel inoxidabil şi refractar. Condiţii tehnice de calitate
STAS 12535-91,	Table de oţel placate prin explozie cu oţel inoxidabil

ANEXA C

Mărci de oțel carbon şi slab aliat utilizate pentru elementele sub presiune ale recipientelor

Tipul de clasificare al oțelului	Semifabricat	Marca de oțel	Standard	
			de marcă	de condiții tehnice
carbon	table	OL37 OL42	STAS 500/2	STAS 505
		K410 R37	STAS 2883/3 STAS 2883/2	STAS 2883/1
	țevi	OLT 35K OLT 45K OLT 35R OLT 45R	STAS 8184 STAS 10382	STAS 3478 STAS 9378
	piese forjate	OLT 35K OLT 45K OLT 35R OLT 45R OLC 20 OLC 25 OLC 25X OLC 35 OLC 35X	STAS 8184 STAS 10382 STAS 880	 STAS 1097/2
	pentru organe de asamblare	OLC 25 As OLC 35 As OLC 45 As OLC 45 As-lm	STAS 11290	STAS 11290
	piese turnate	OT 400-3 T 21	SR ISO 3755 STAS 12404	SR ISO 3755 STAS 12404
slab aliat	table	OL44 OL52 K 460 K 510 R44 R52 9 SiMn6 16 SiMn10 RV 510 A 21 G 52/28 BG 52/28	 STAS 500/2 STAS 2883/3 STAS 2883/2 STAS 2883/2 STAS 11502 STAS 11501 NTR 440-81 NTR 525-84	 STAS 505 STAS 2883/3 STAS 11502 STAS 11501 NTR 440-81 NTR 525-84
	piese forjate	K 460 (K47)	STAS 2883/3	STAS 1097/2
		R 52	STAS 2883/2	STAS 2883/1
		G 52/28F	NTR 8968-81	NTR 8968-81
	piese turnate	T 20 Mn14 T 20 TiMn12	SR ISO 9477	SR ISO 9477

ANEXA D

Mărci de oțel aliat pentru temperaturi ridicate şi/sau scăzute utilizate pentru elementele sub presiune ale recipientelor

Tipul de clasificare al oțelului	Semifabricat	Marca de oțel	Elemente de aliere	Standard	
				de marcă	de conditii tehnice
aliat	table	RR C	C-Cr-Mo	CSR3-CTM-7	CSR3-CTM-7
		16 Mo3	C-Mo	STAS 2883/3	STAS 2883/1
		16 Mo5			
		14 MoCrl0	C-Mo-C r		
		12 MoCr22			
		12 MoCr50			
		12 VMoCrl0	C-V-Mo-Cr		
		10 Ni35	C-Ni	STAS 11502	STAS 11502
	țevi	16 Mo5	C-Mo	STAS 2883/3	STAS 3478
		16 Mo3			
		14 MoCr10	C-Mo-Cr	STAS 8184	
		12 MoCr22			
		12 MoCr50			
		12 MoCr90	C-V-Mo-Cr		
		12 VmoCr10	C-V-Ni-Mo-Cr		
		20 VNiMoCr120			
		10 Ni135	C-Ni	STAS 10382	STAS 9378
	piese forjate	16 Mo3	C-Mo		
		14 MoCi-10			
		12 MoCr22	C-Mo-Cr		STAS 1097/2
		12 MoCr50		STAS 8184	
		12 VMoCr10	C-V-Mo-Cr		
		20 VNiMoCr120	C-V-Ni-		STAS 9858
		16 Mo5	C-Mo	STAS 2883/3	
		10 Ni135	C-Ni	STAS 10382	STAS 1097/2
	pentru organe de asamblare	34 MoCr11As 42 MoCr11As	C-Mo-Cr		
		21 VMoCr14 As 40 VMoCr11 As 3 CrNi30 As	C-V-Mo-Cr C-Cr-Ni	STAS 11290	STAS 11290
		10 Ni35 As	C-Ni		
		42 MoCr11 AsIm	C-Mo-Cr		
		12 MoCr50	C-Mo-Cr	STAS 8184	STAS 1097/2
	piese turnate	T14 VMoCuCrNi16	C-V-Mo-Cu-Cr-Ni	STAS 1773	STAS 1773
		T20 MoCr90		STAS 6855	STAS 6885
		T15 MoCrNiSO R	C-Mo-Cr		
		T15 MnNi25 R	C-Mo-Cr-Ni	STAS 12403	STAS 12403
		T15 Ni35 R			
		T16 Mo5	C-Mn-Ni		
		T16 MoCr11	C-Ni	STAS 12404	STAS 12404
		T17 VMoCr12	C-Mo		
			C-Mo-Cr		
			C-V-Mo-Cr		

ANEXA E

Mărci de oțel aliat inoxidabil rezistent la coroziune, utilizate pentru elementele sub presiune ale recipientelor

Structura oțelului	Semifabricat	Marca de oțel	Standard	
			de marcă	de condiții tehnice
feritică	table	7 AICr130 8 Cr170 8 TiCr170	STAS 3583	STAS 12451/1
		2TiMoCr180		
	țevi	7 AICr130 8 Cr170 8 TiCr170 2 TiMoCr180		STAS 10321 STAS 10358
	piese forjate	7 AICr130 8 Cr170 8 TiCr170 2 TiMoCr180		STAS 1097/3
	pentru organe de asamblare	7 AICr130 10 Cr130 20 Cr130 2 TiMoCr180 22 NiCr170		STAS 3583 STAS 1097/3
	piese turnate	T15Cr130 T20Cr130	STAS 6855	STAS 6855
austenitică	table	2 NiCr185 5 NiCr180 10 TiNiCr180 10TiMoNiCr175 2 MoNiCr175 2 CuMoCrNi250	STAS 3583	STAS 12451 STAS 3583
	țevi	2NiCr185 5 NiCr180 10TiNiCr180 10TiMoNiCr1752 MoNiCr175 2 CuMoCrNi250		STAS 10321 STAS 10358
	piese forjate	2 NiCr185 5 NiCr180 10 TiNiCr180 10TiMoNiCr175 2 MoNiCr175 2CuMoCrNi250		STAS 1097/3
	pentru organe de asamblare	2 NiCr185 5 NiCr180 10 TiNiCr180 10 TiMoNiCr175 2 MoNiCr175 2 CuMoCrNi250		STAS 3583 STAS 1097/3
	piese turnate	T15NiCr180 T15MoNiCr180	STAS 6855	STAS 6855
		T6NiCr180 T6MoNiCr180 T10NiCr180	SR EN 10283	SR EN 10283

ANEXA F

Mărci de oțel refractar utilizate pentru elementele sub presiune ale recipientelor

Structura oțelului	Semifabricat	Marca de oțel	Standard	
			de marcă	de condiții tehnice
feritică	table	10AlCr70 10 AlCr180 10AlCr240	STAS 11523	STAS 12451/1
	țevi	10AlCr70 10AlCr180 10 AlCr240		STAS 10321 STAS 10358
	piese forjate	10 AlCr70 10AlCr180 10AlCr240		STAS 1097/3
martensitică	țevi	20VNiWMoCr120	STAS 11523	STAS 10321 STAS 10358
	piese forjate	20VNiMoCr120 20 VNiWMoCr120		STAS 1097/3
	pentru organe de asamblare	20 VNiWMoCr120		STAS 11523 STAS 1097/3
austenitică	table	12 TiNiCr180 15 SiNiCr200 15 SiNiCr250		STAS 12451/1
		12 NiCr250		
	țevi	12 TiNiCr180 12 NiCr250 15SiNiCr200 15 SiNiCr250 12 SiCrNi360 10 TiAICrNi320	STAS 11523	STAS 10321 STAS 10358
	piese forjate	12 TiNiCr180 12 NiCr250 15 SiNiCr200 15 SiNiCr250 12 SiCrNi360 10 TiAlCrNi320		STAS 1097/3
	piese turnate	T12TiMoNiCr175	STAS 6855	STAS 6855

ANEXA G

Figuri

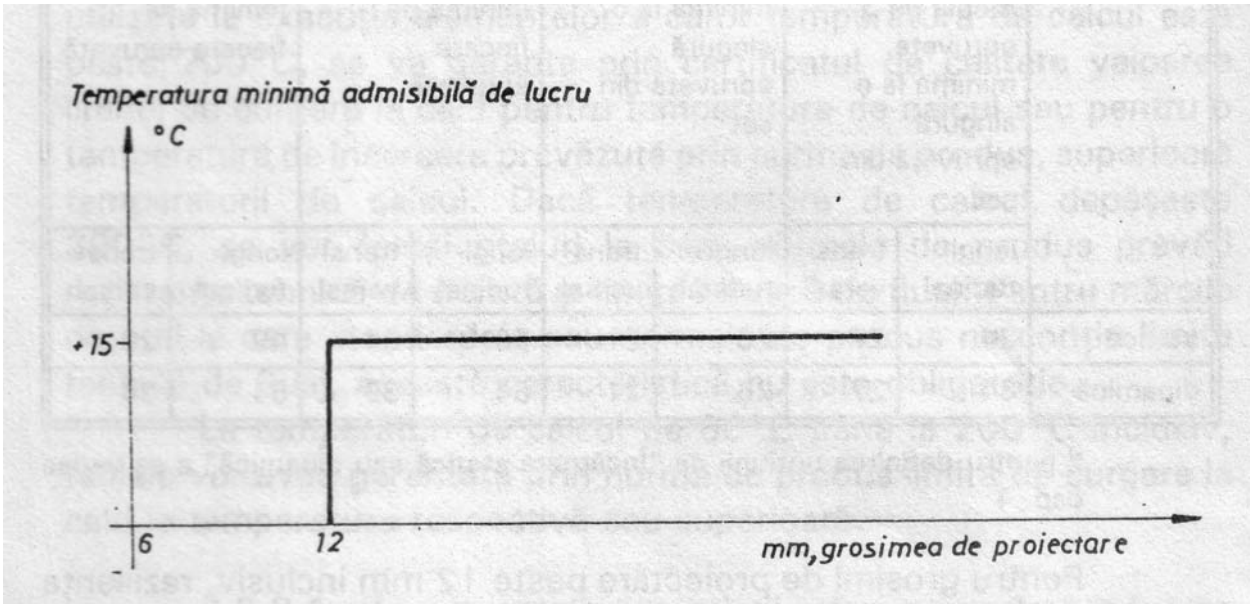


Figura 1 - Pentru recipiente care conțin substanțe toxice, explozive sau substanțe care pot provoca coroziunea fisurată sub tensiune

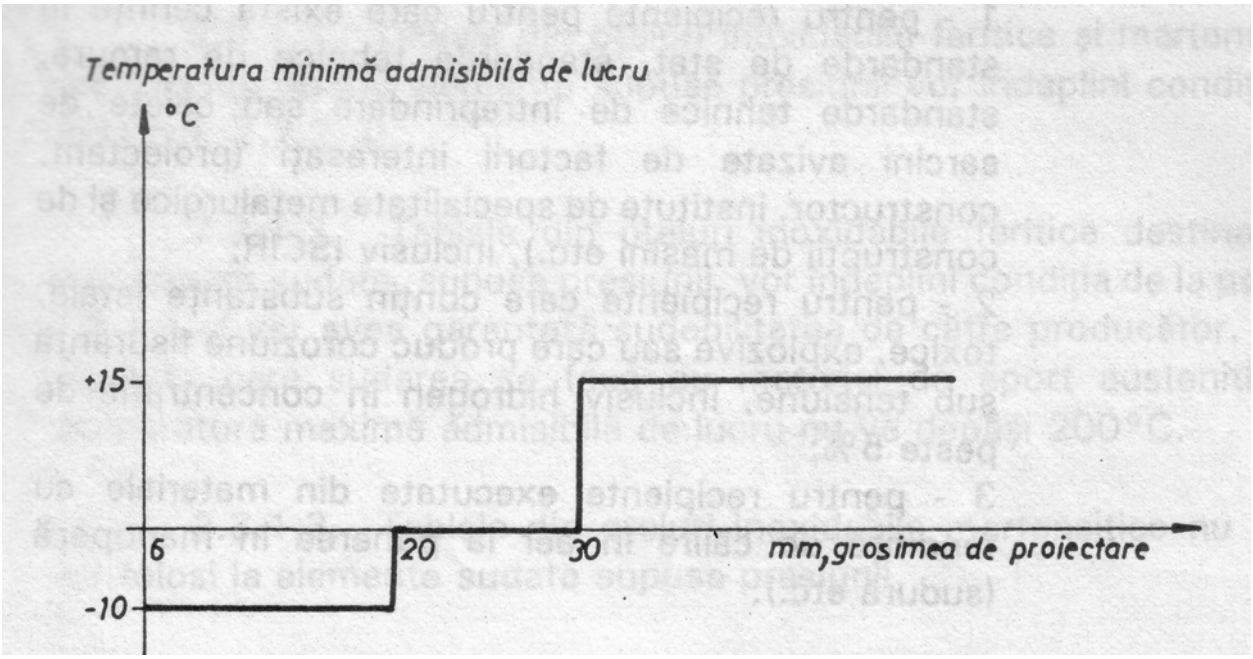


Figura 2 - Pentru recipientele necuprinse în domeniul diagramei din figura 1

Modul de lucru cu diagramele din fig. 1 și 2 este următorul:
a) dacă pe una din diagrame, pentru un element de recipient, punctul de coordonate „temperatura minimă admisibilă de lucru” și „grosimea de proiectare” se găsește pe linie sau deasupra liniei trasate, materialele folosite trebuie să aibă reziliența garantată la +20°C, în condițiile prevăzute la pct. 3.2.1 și 3.2.2;
b) dacă punctul respectiv se găsește sub linia trasată, se vor alege table care au temperatura admisibilă egală cu temperatura minimă admisibilă de lucru sau inferioară acesteia.

ANEXA G (continuare)

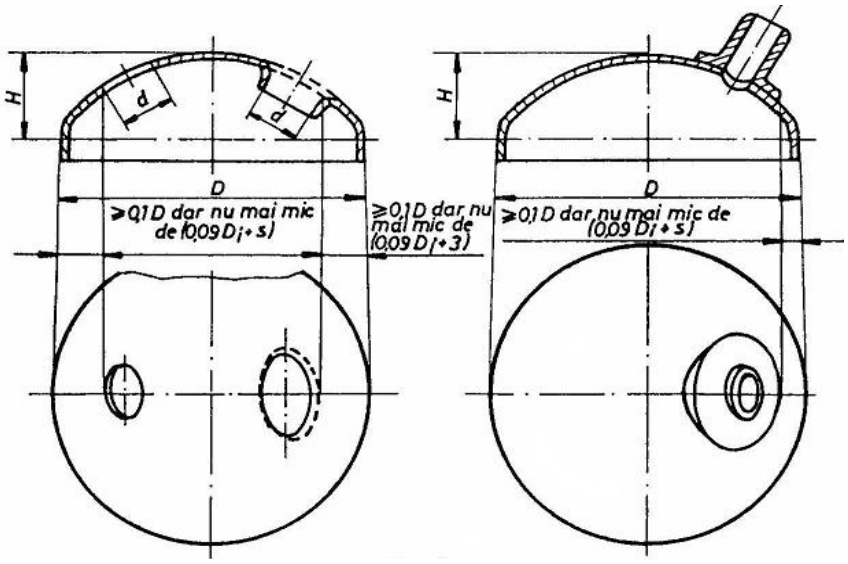
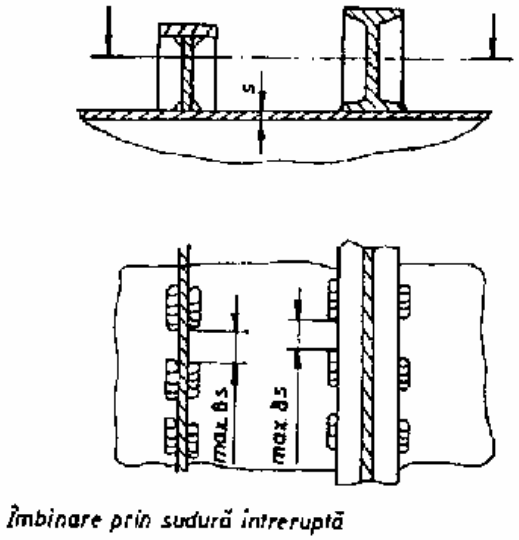


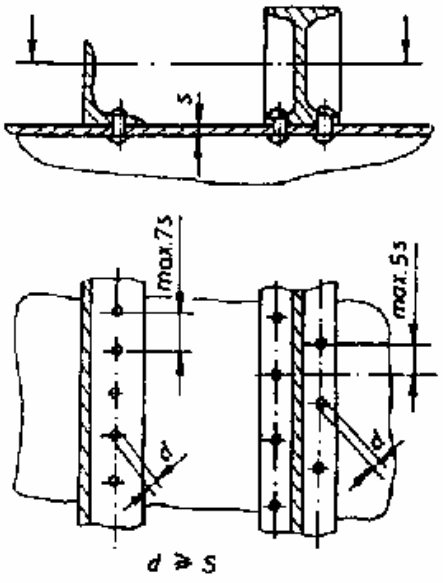
Figura 3



Îmbinare prin sudură întreruptă

Figura 4

ANEXA G (continuare)



Îmbinare prin nituire

Figura 5

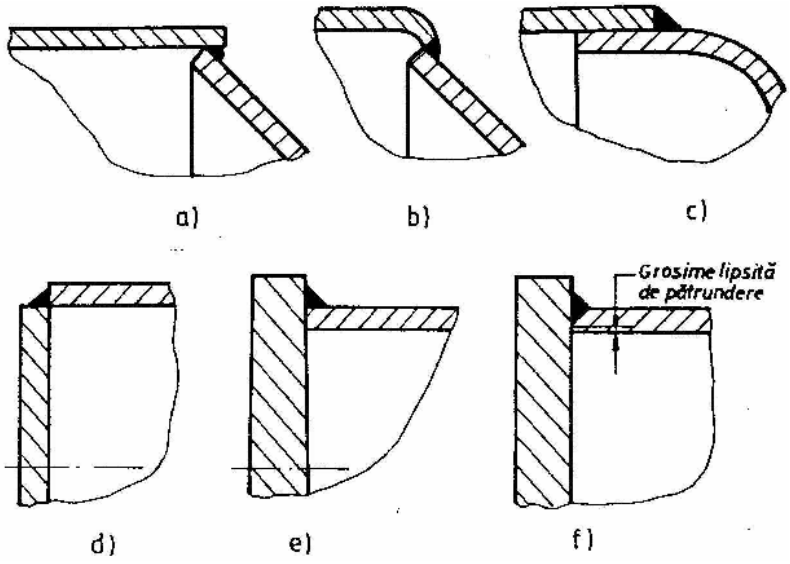
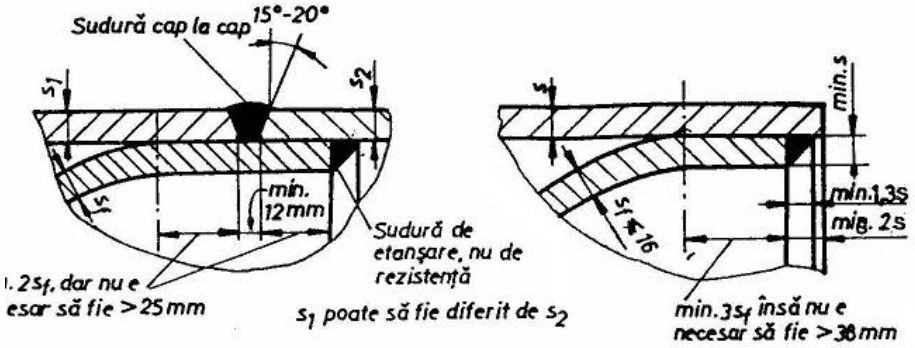


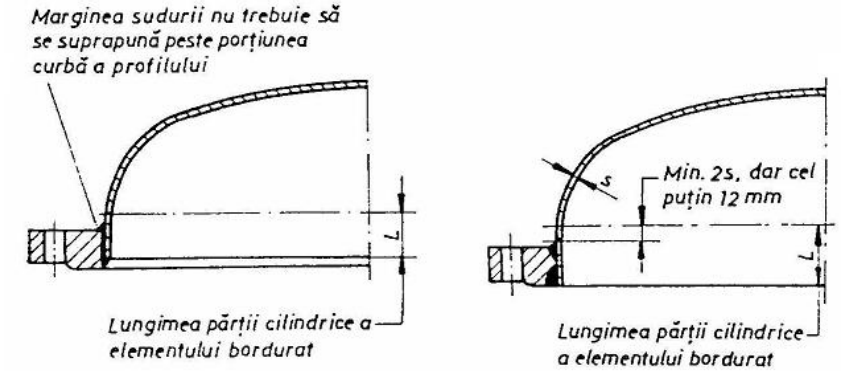
Figura 6

ANEXA G (continuare)



a) b)

Figura 7



a) Flanşă de tip liber b) Flanşă de tip integral

Figura 8

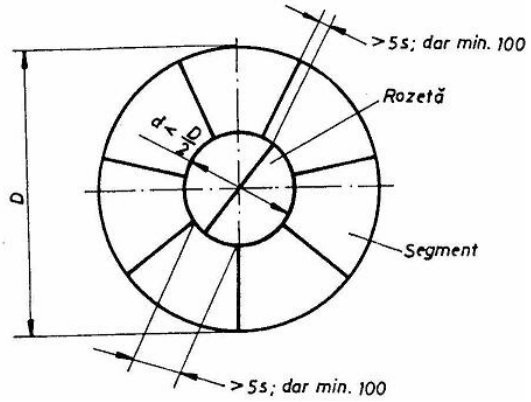


Figura 9

ANEXA G (continuare)

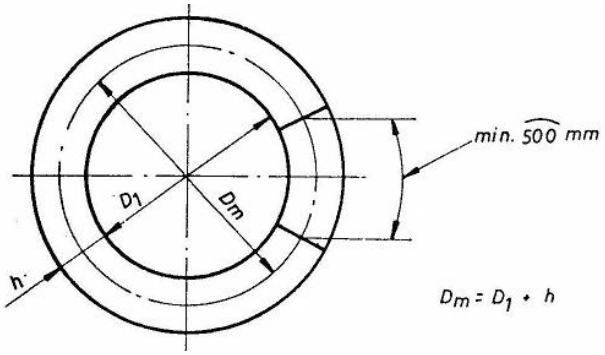


Figura 10

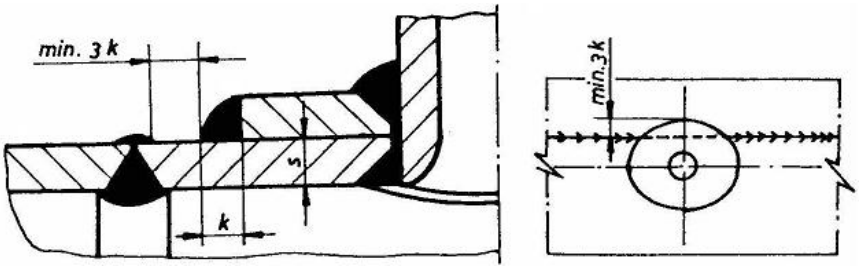


Figura 11

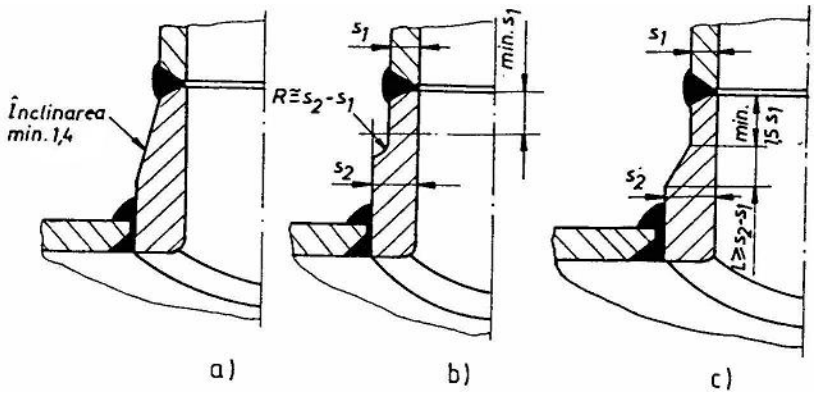


Figura 12

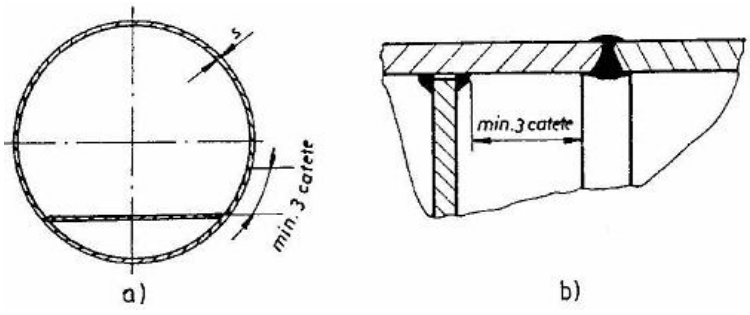


Figura 13

ANEXA G (continuare)

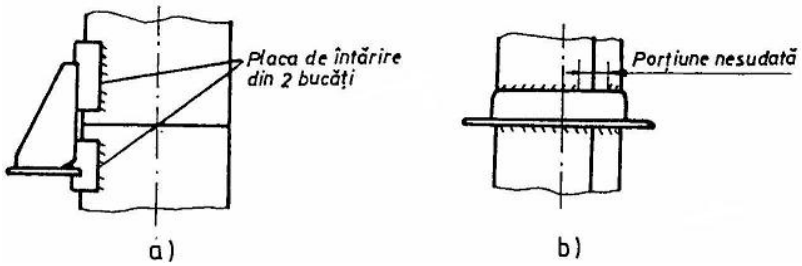
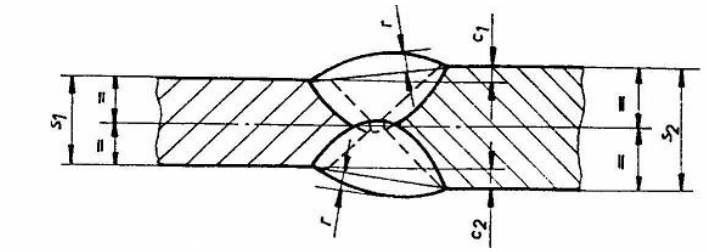
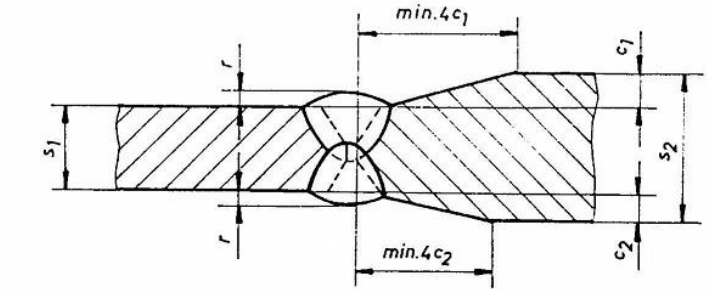


Figura 14



$s_2 > s_1$; dar $c_1 + c_2 \leq$ decât valorile din tabel

a)



$s_2 > s_1$; dar $c_1 + c_2 \geq$ decât valorile din tabel

b)

Figura 15

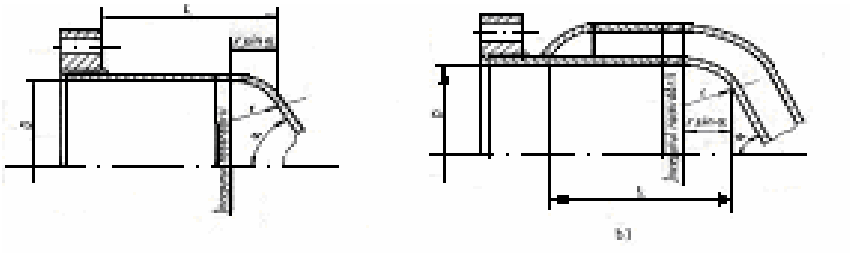


Figura 16 - Determinarea lungimii de calcul a elementului cilindric

ANEXA G (continuare)

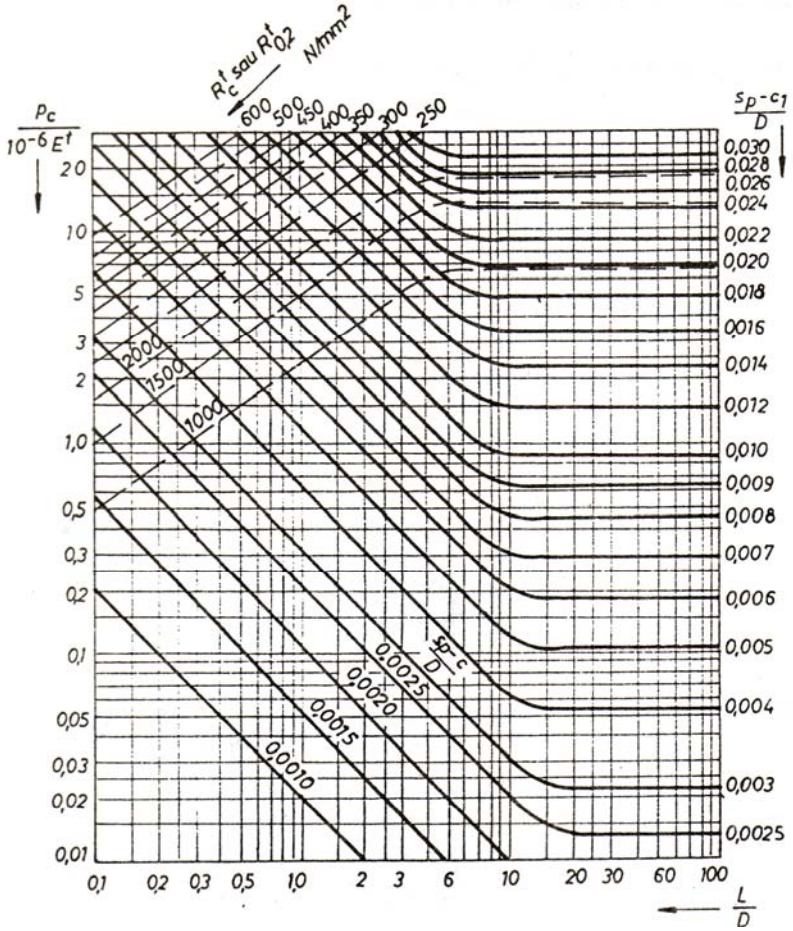


Figura 17 - Nomogramă pentru verificarea calculului elementelor cilindrice supuse la presiune pe partea convexă

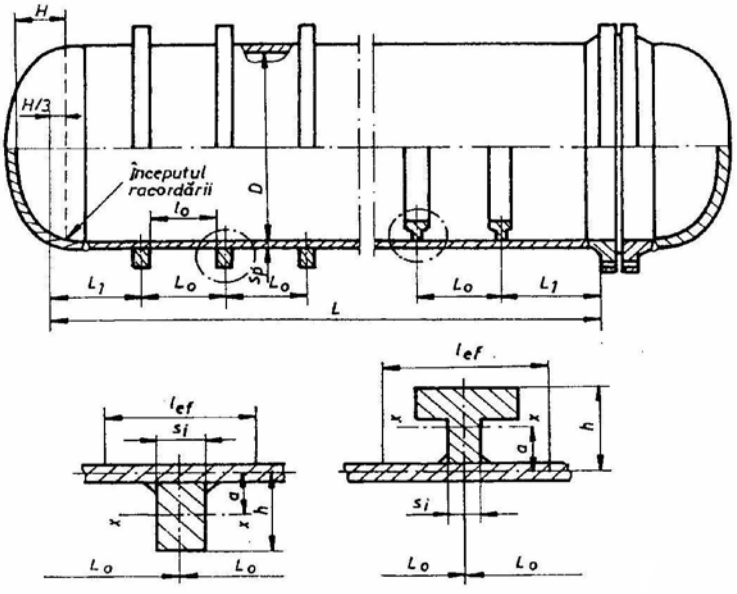


Figura 18 - Construcția elementelor cilindrice întărite

ANEXA G (continuare)

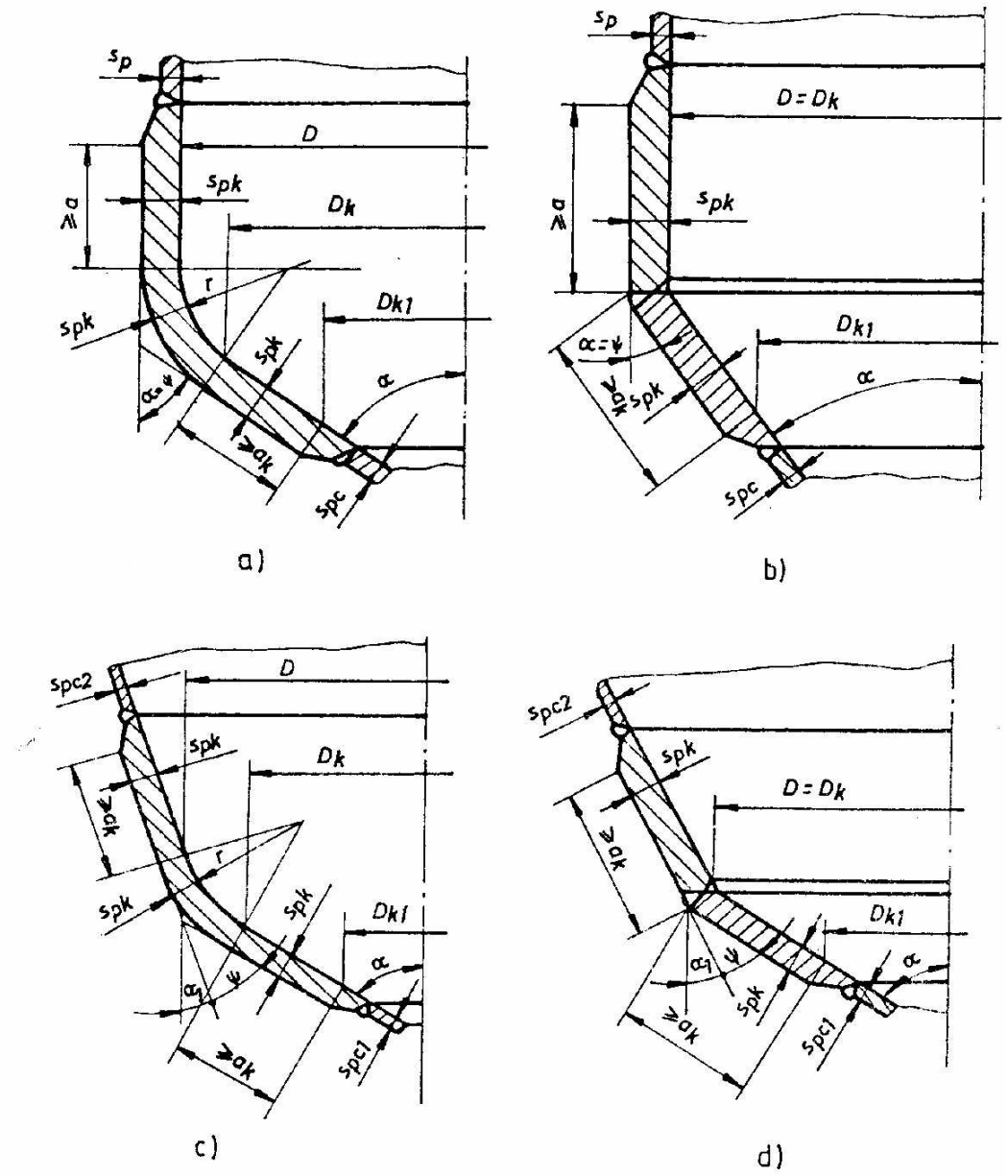


Figura 19 - Construcția elementelor conice

ANEXA G (continuare)

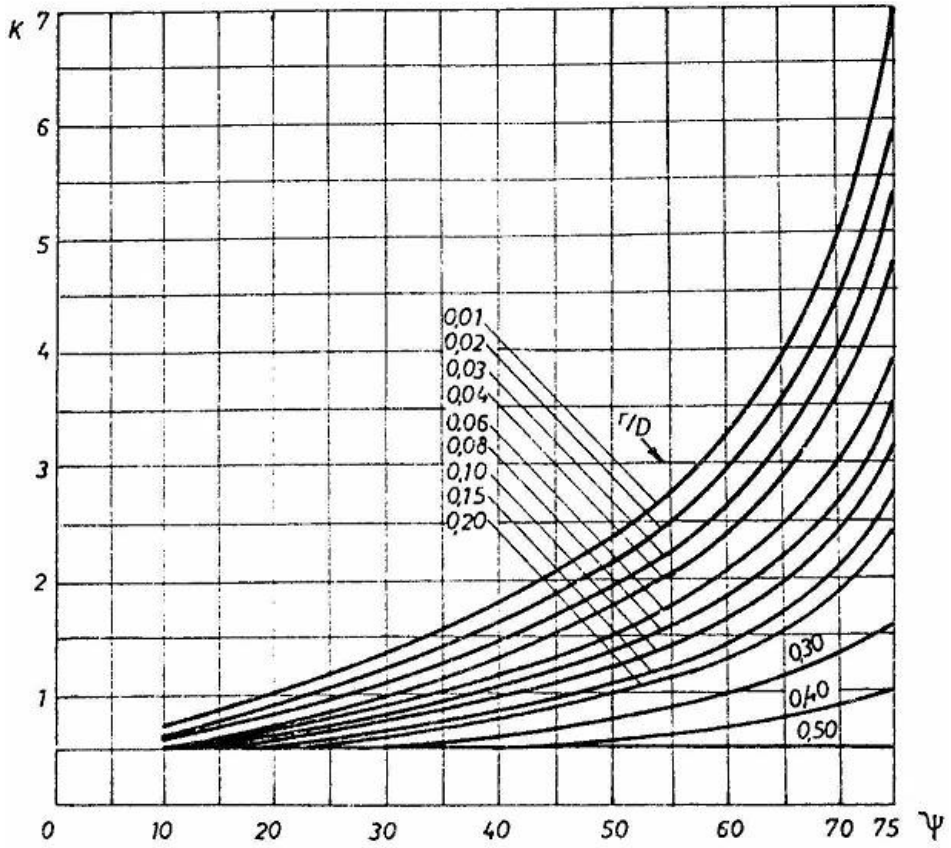


Figura 20 - Nomogramă pentru determinarea coeficientului K

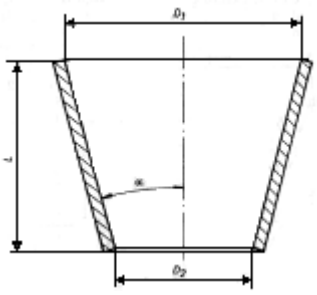


Figura 21 - Schema de calcul a elementului conic supus la presiune pe partea convexă

ANEXA G (continuare)

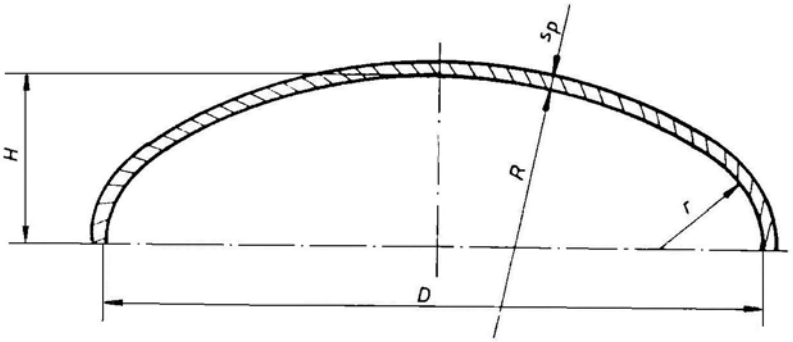


Figura 22 - Construcția fundurilor sferice racordate

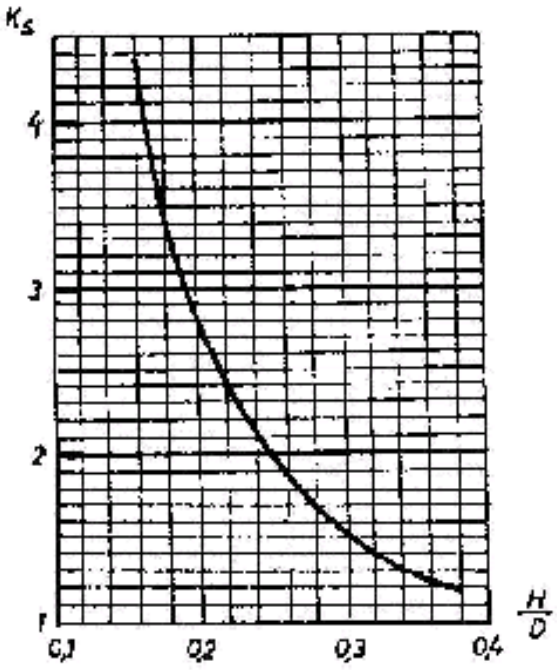


Figura 23 - Nomogramă pentru determinarea factorului de formă K_s

ANEXA G (continuare)

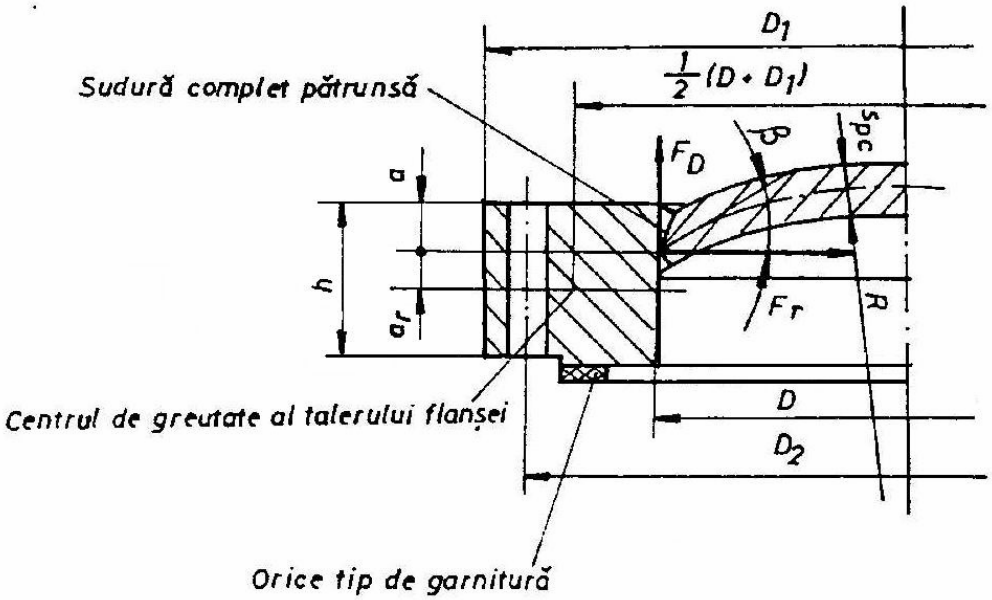


Figura 24 - Construcția fundurilor sferice neracordate

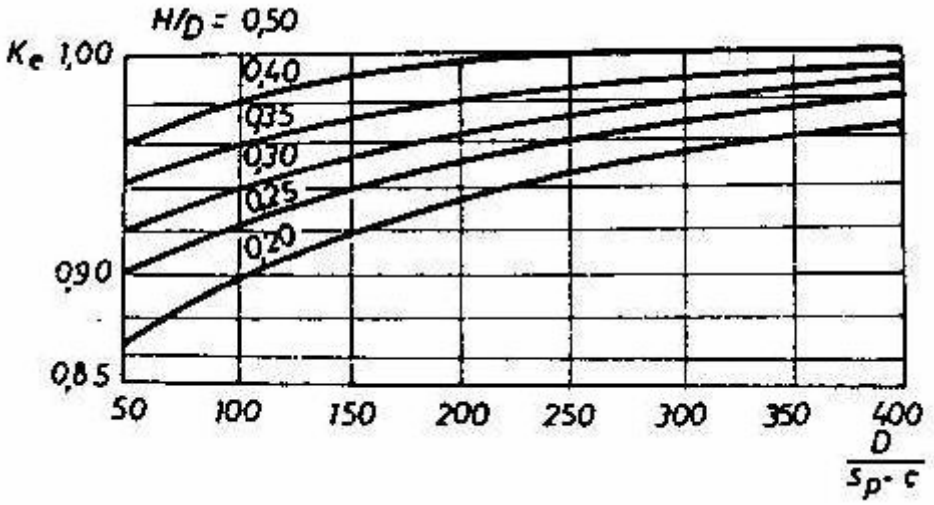


Figura 25 - Nomogramă pentru determinarea factorului de formă K_e

ANEXA G (continuare)

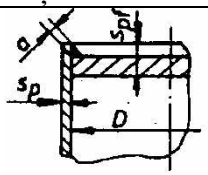
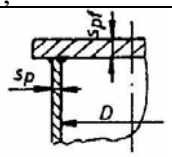
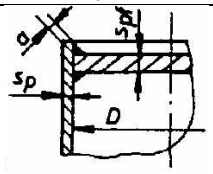
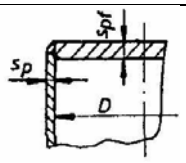
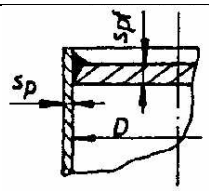
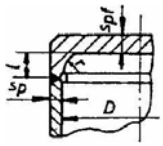
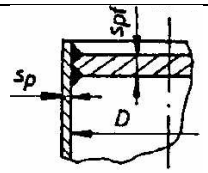
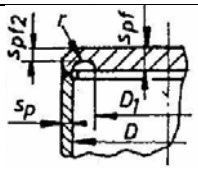
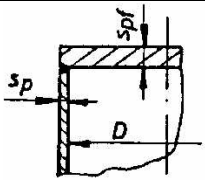
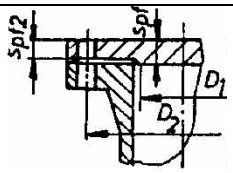
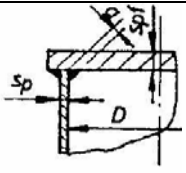
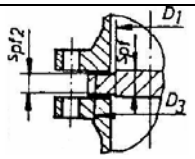
	Schița îmbinării		k8		Schița îmbinării		K8
a	 $D_c=D$	$a \geq 1{,}7s_p$	0,53	g	 $D_c=D$		0,41
b	 $D_c=D$	$a \geq 0{,}85s_p$	0,50	h	 $D_c=D$	$\frac{s_p-c}{s_{pf}-c}<0{,}5$	0,41
						$\frac{s_p-c}{s_{pf}-c}\geq 0{,}5$	0,38
c	 $D_c=D$	$\frac{s_p-c}{s_{pf}-c}<0{,}5$	0,45	i	 $D_c=D-2r$		
		$\frac{s_p-c}{s_{pf}-c}\geq 0{,}5$	0,41				
d	 $D_c=D$	$\frac{s_p-c}{s_{pf}-c}<0{,}5$	0,41	j	 $D_c=D$ *a se vedea nota 2*	$\frac{s_p-c}{s_{pf}-c}<0{,}5$	0,41
		$\frac{s_p-c}{s_{pf}-c}\geq 0{,}5$	0,33			$\frac{s_p-c}{s_{pf}-c}\geq 0{,}5$	0,38
e	 $D_c=D$		0,45	k	 $D_c=D_2$ *a se vedea nota 2*		0,40
f	 $D_c=D$	$a \geq 0{,}85s_p$	0,50	l	 $D_c=D_3$ *a se vedea nota 2*		0,41

Figura 26

NOTE la fig. 26:

1) În figură: $C = C_1 + C_{r1}$

2) Pentru tipul j, în zona de subțiere, şi pentru tipurile k şi l, în zona de strângere a garniturii, grosimea de proiectare S_{pf2} va avea valoarea cea mai mare rezultată din relațiile:

$$s_{pf2} = (s_{pf} - c)\sqrt{3\frac{D_c - D_1}{D_c}} + C \quad \text{sau} \quad s_{pf} = 0{,}5\, D_c \frac{p_c}{f_a} + C$$

ANEXA G (continuare)

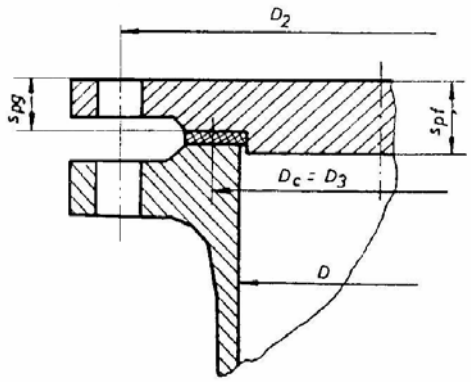


Figura 27 - Capac circular plan care are rol de flanşă

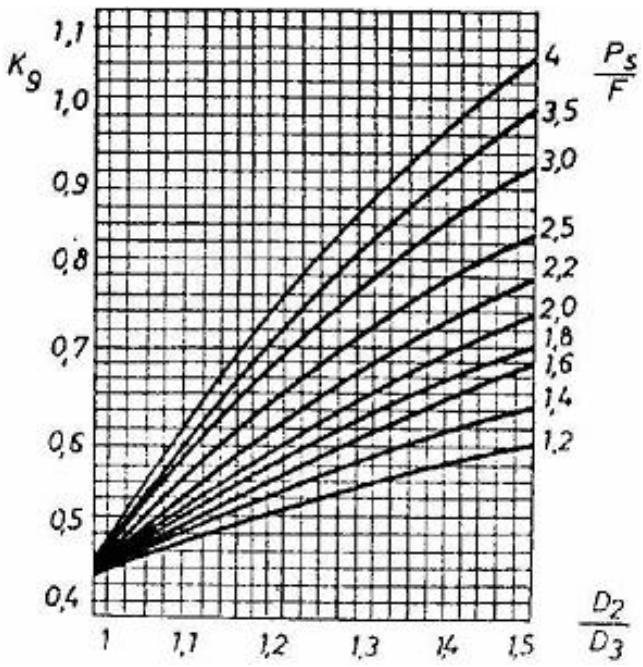


Figura 28 - Nomogramă pentru determinarea factorului de formă K_9

ANEXA G (continuare)

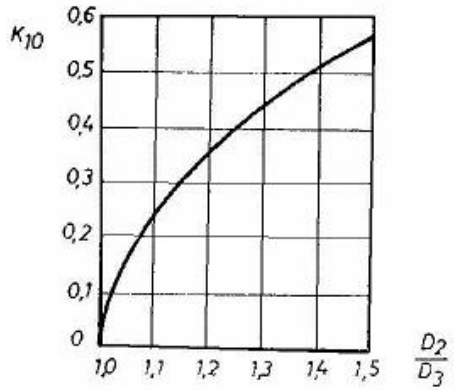
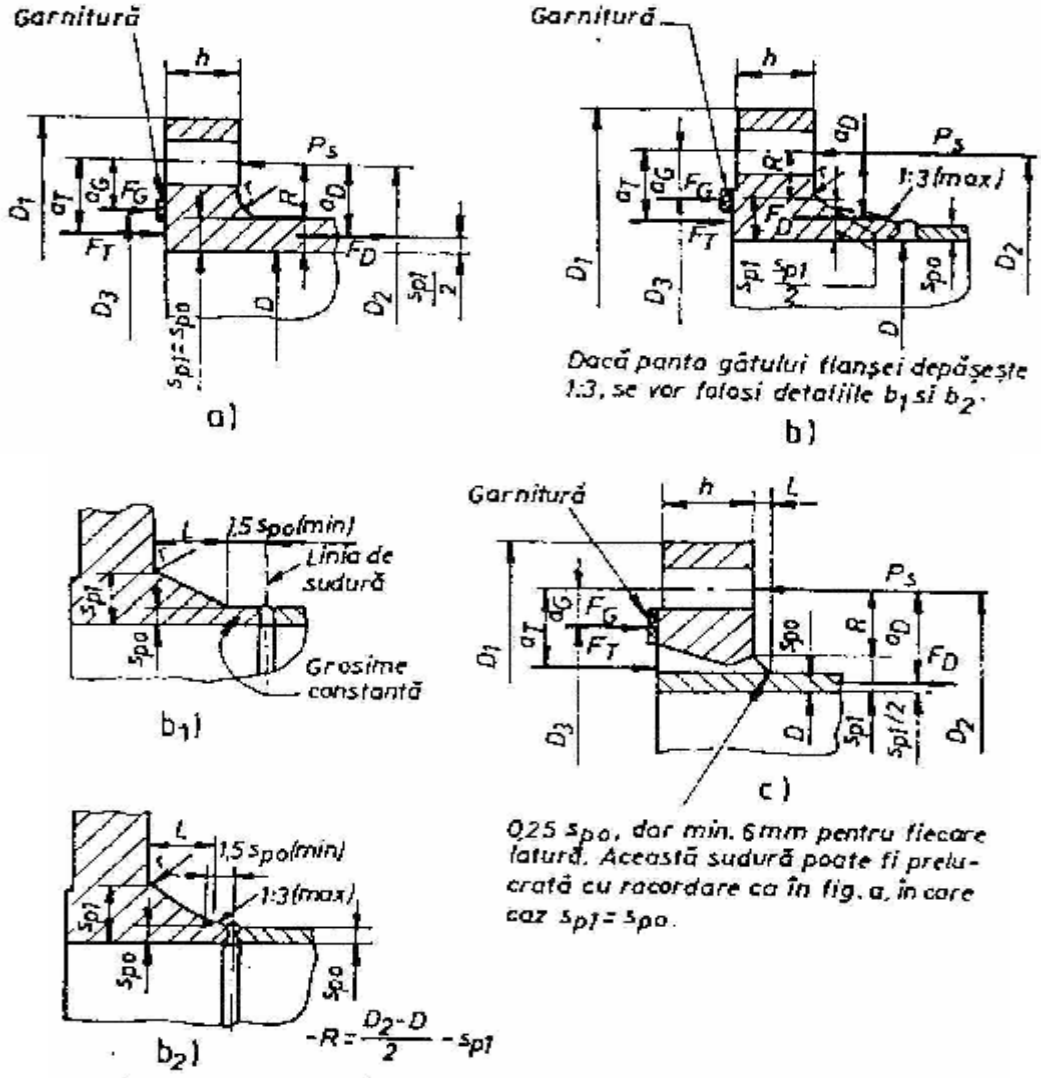


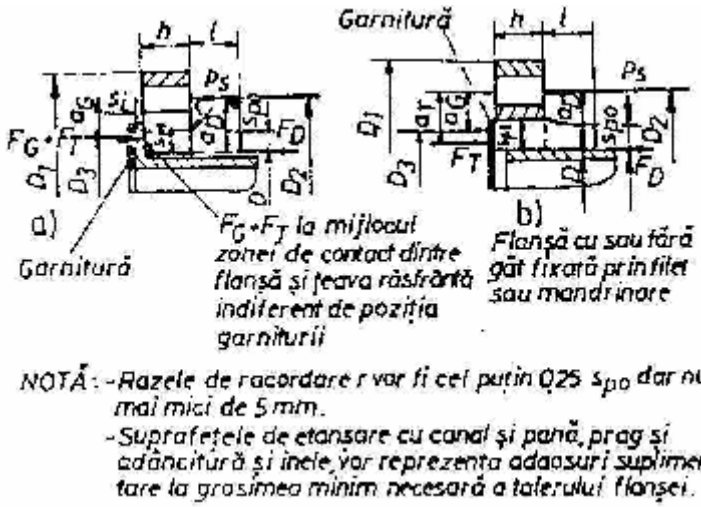
Figura 29 - Nomogramă pentru determinarea factorului de formă K_{10}



NOTE: - Razele de racordare „r” vor fi cel puțin $0,25s_{po}$, dar nu mai mici de 5 mm.
- Suprafețele de etanşare cu canal şi pană, prag şi adâncitură şi inele, vor reprezenta adaosuri suplimentare la grosimea minimă necesară a talerului flanşei, h.

Figura 30 – Flanşe de tip integral

ANEXA G (continuare)



NOTĂ: -Razele de racordare r vor fi cel puțin 0,25 s_{p0} dar nu mai mici de 5 mm.
-Suprafețele de etanșare cu canal și pană, prag și adâncitură și inele, vor reprezenta adaosuri suplimentare la grosimea minim necesară a talerului flanșei.

Figura 31 - Flanșe de tip liber

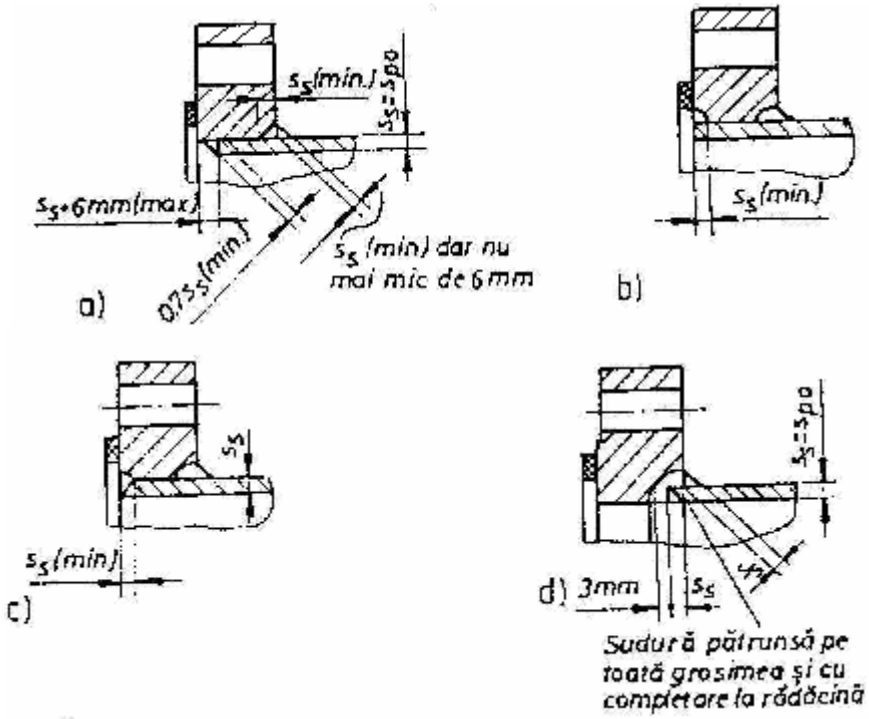


Figura 32 - Flanșe de tip opțional

ANEXA G (continuare)

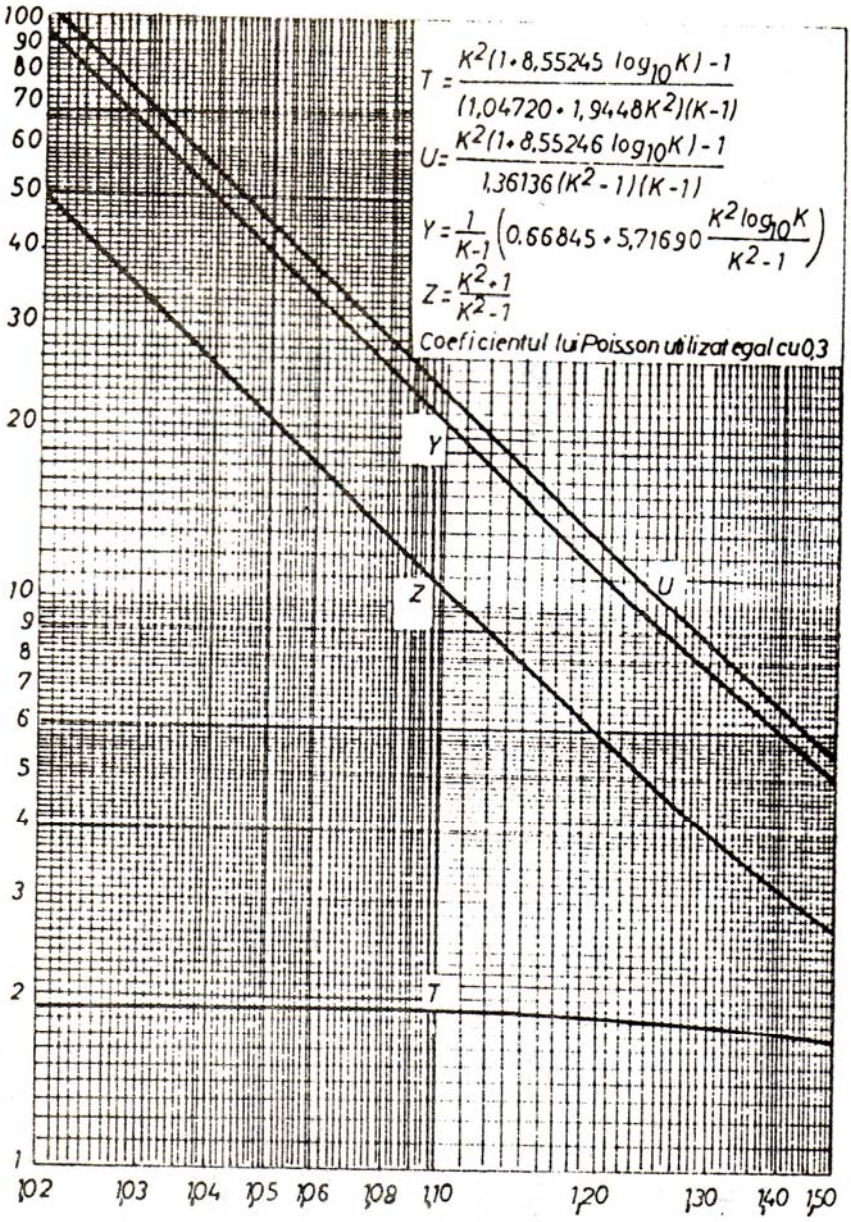


Figura 33 - Valorile coeficienților T, Z, Y, U
(K = 1,02...1,5)

ANEXA G (continuare)

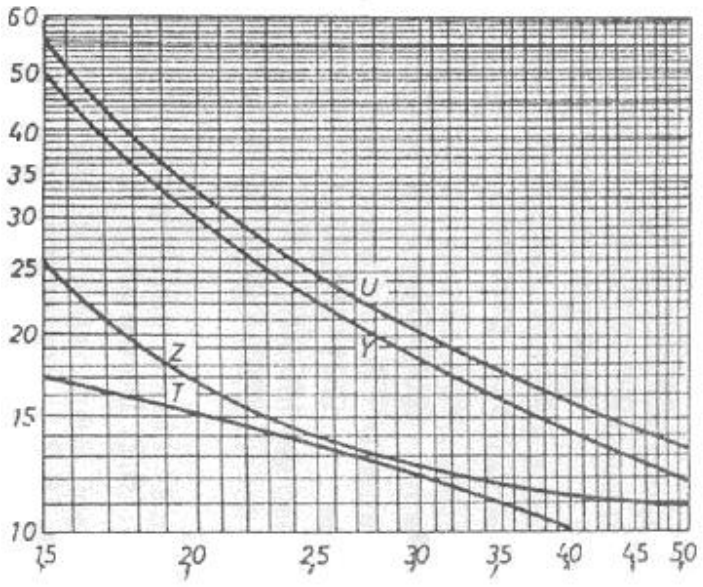


Figura 34 - Nomogramă pentru determinarea coeficienţilor T, Z, Y şi U (K=1,5...5)

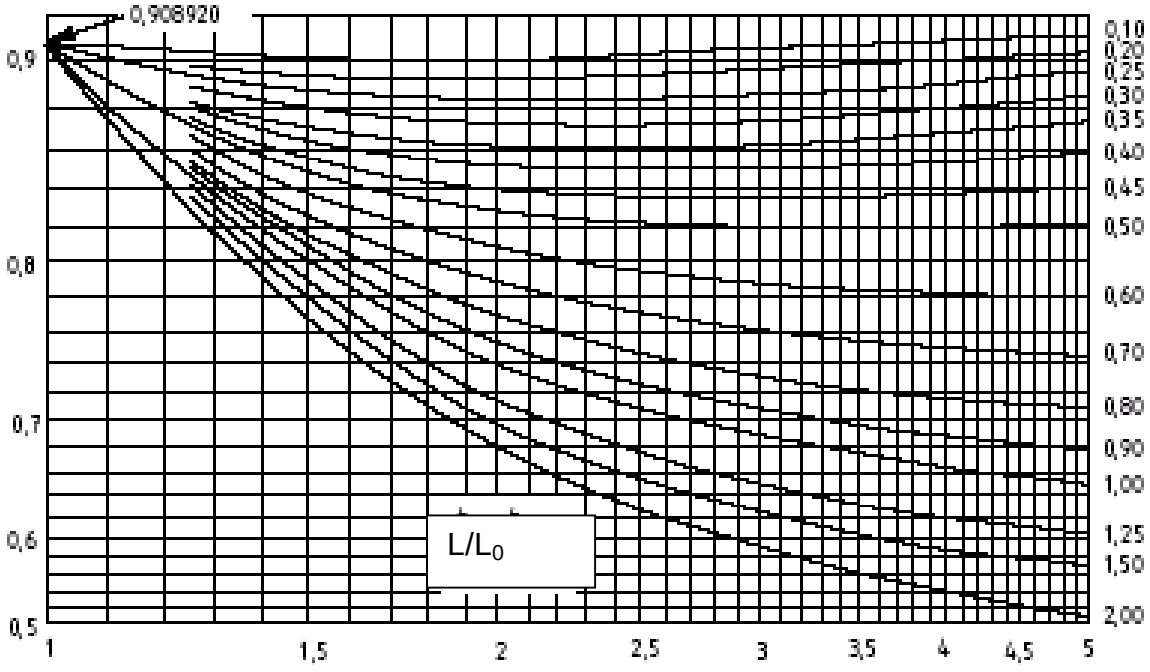


Figura 35 - Nomogramă pentru determinarea coeficientului K_f

ANEXA G (continuare)

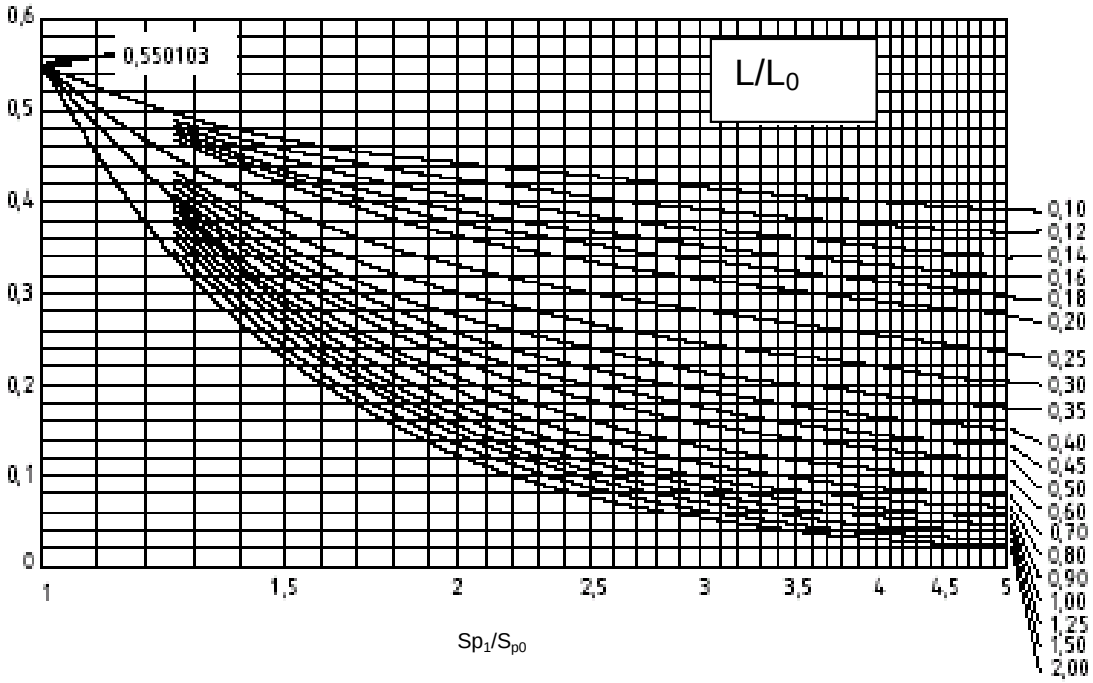


Figura 36 - Nomograma pentru determinarea coeficientului K_v

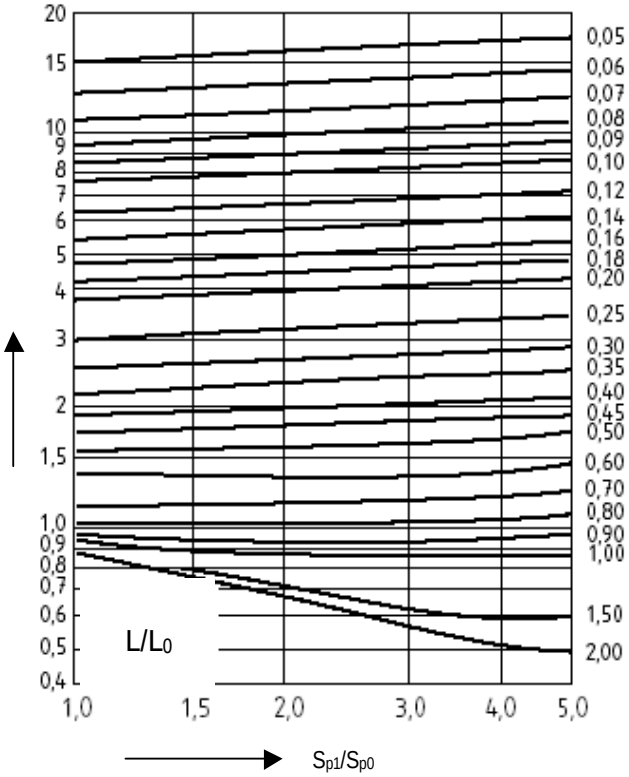


Figura 37 - Nomogramă pentru determinarea coeficientului K_{FL} (pentru flanşa tip liber cu gât)

ANEXA G (continuare)

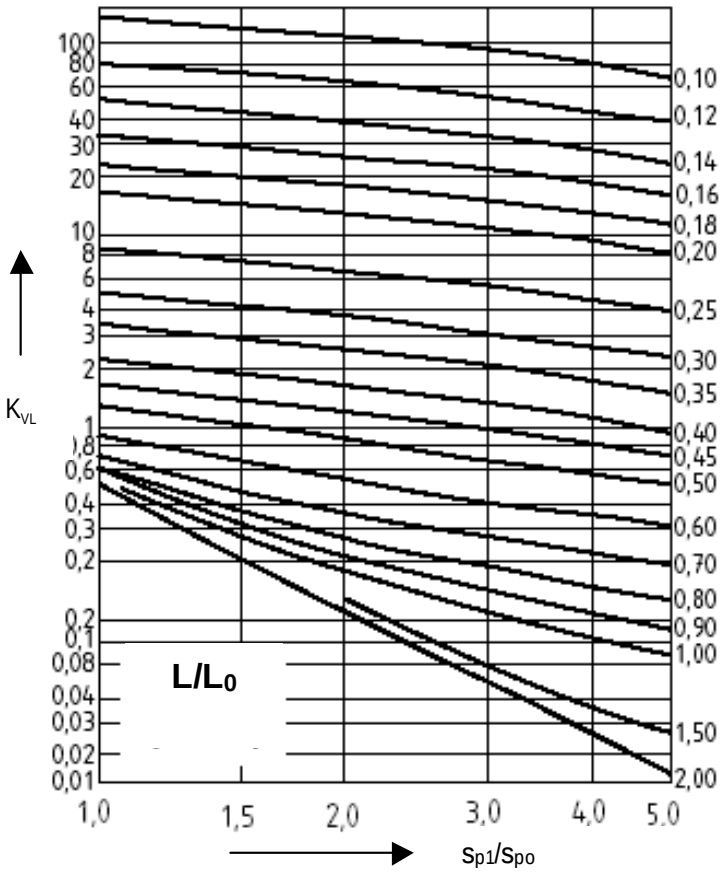


Figura 38 - Nomogramă pentru determinarea coeficientului K_{VL}

ANEXA G (continuare)

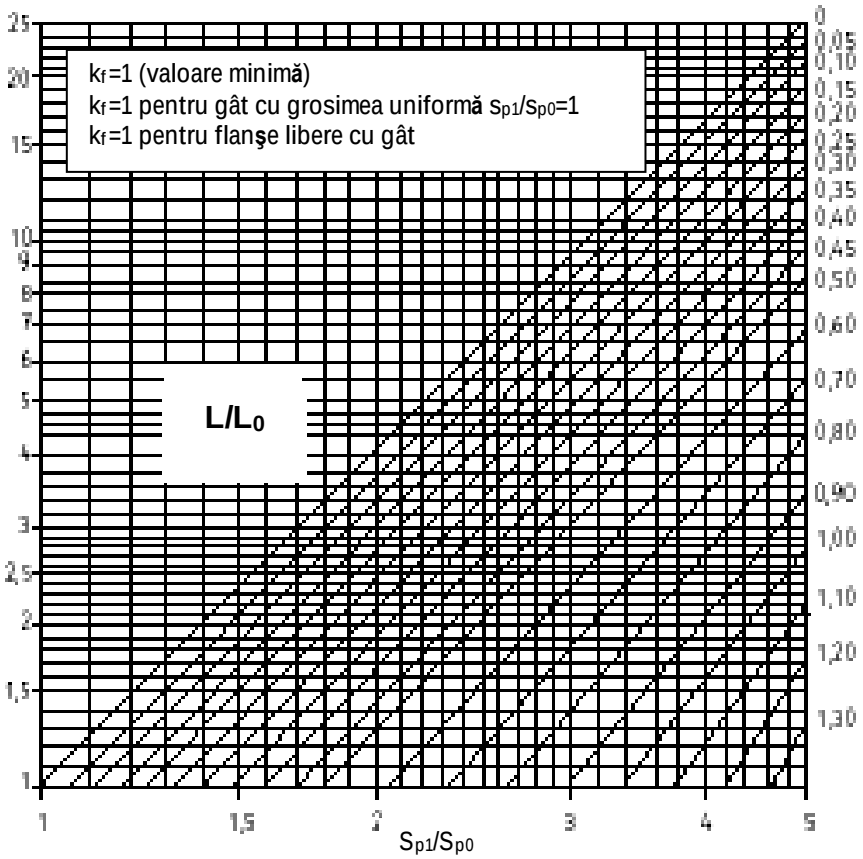


Figura 39 - Nomogramă pentru determinarea coeficientului K_f

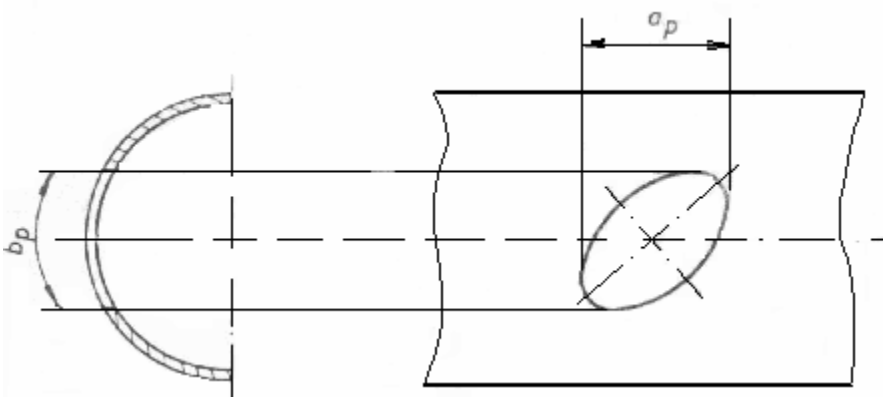


Figura 40 - Mărimile „a” şi „b” pentru orificii eliptice (ovale)

ANEXA G (continuare)

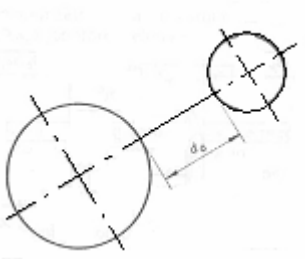


Figura 41 - Distanța între două orificii.

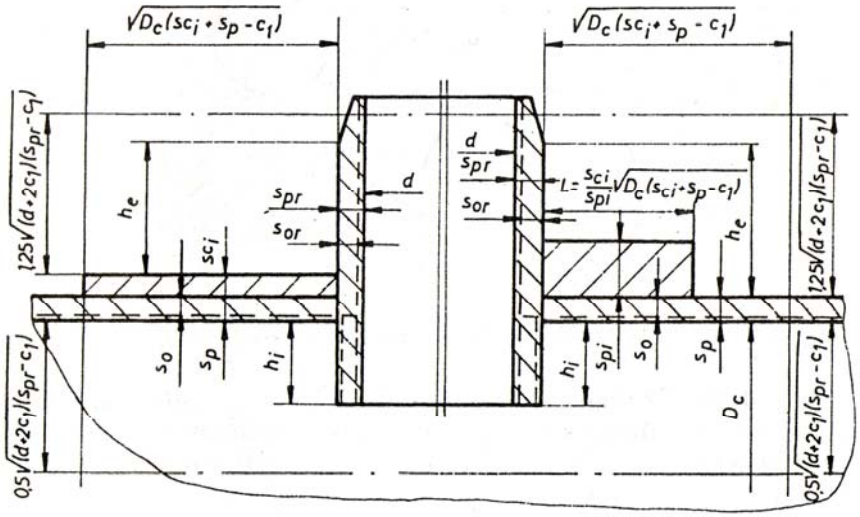


Figura 42 - Compensarea unui orificiu prin îngroşarea peretelui elementului, îngroşarea ştuțului sau adăugarea unui inel de compensare

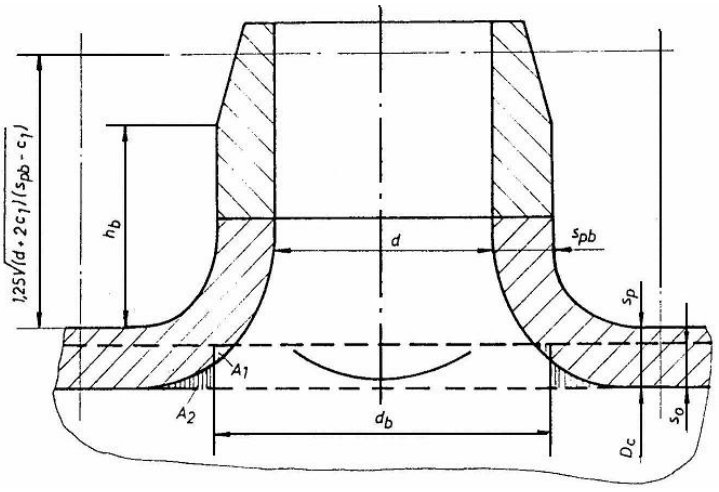


Figura 43 - Compensarea unui orificiu prin bordurarea elementului de recipient

ANEXA G (continuare)

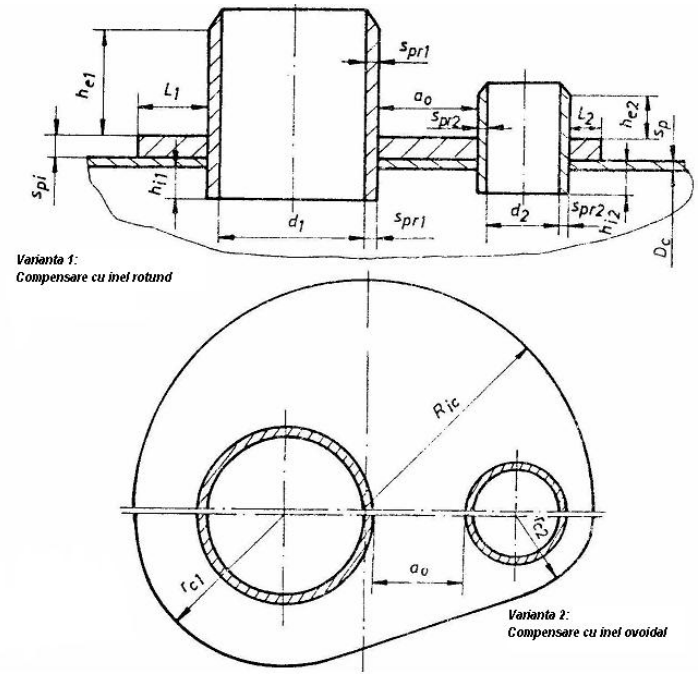


Figura 44 - Compensarea orificiilor învecinate

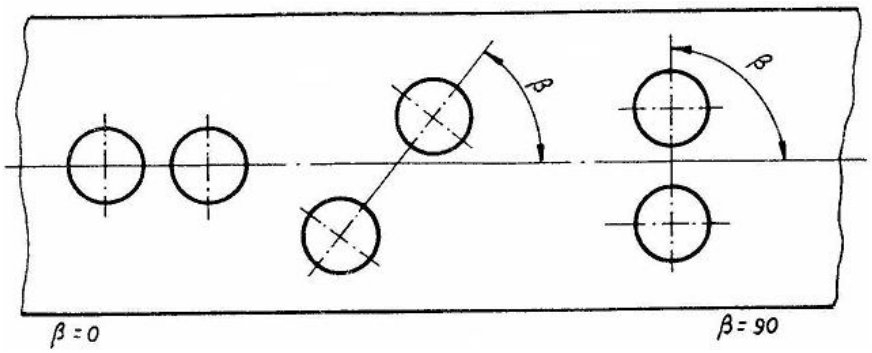


Figura 45 - Caz general

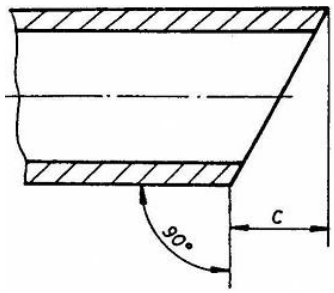


Figura 46

ANEXA G (continuare)

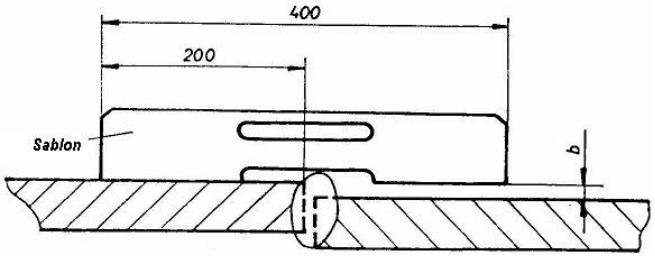


Figura 47

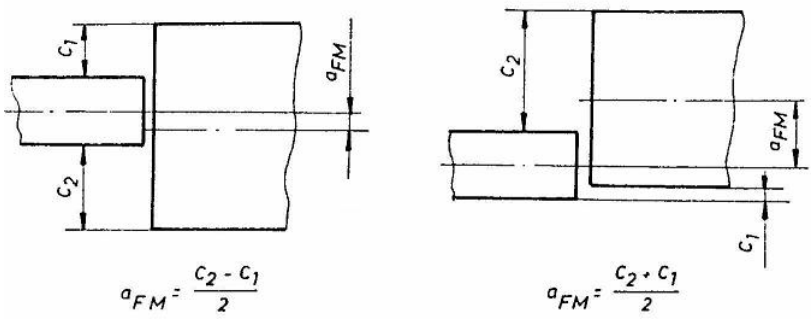


Figura 48

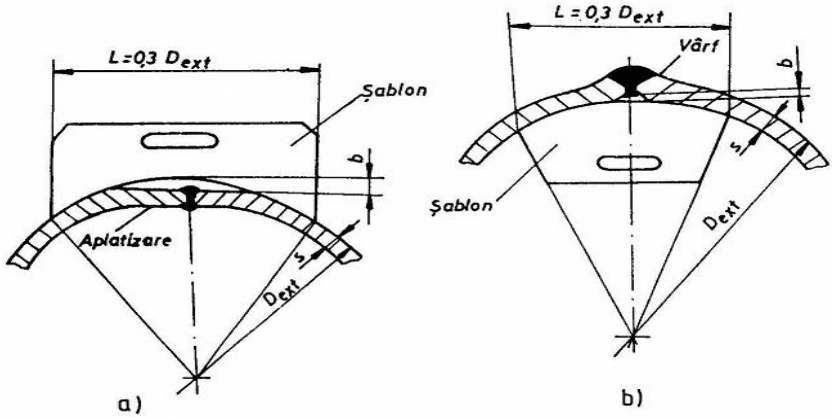


Figura 49

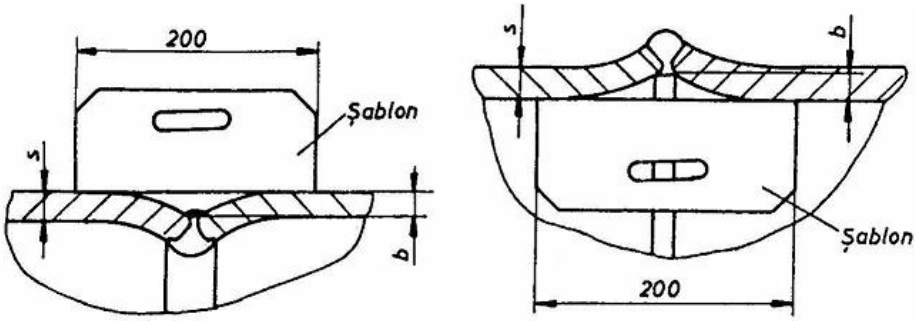


Figura 50

ANEXA G (continuare)

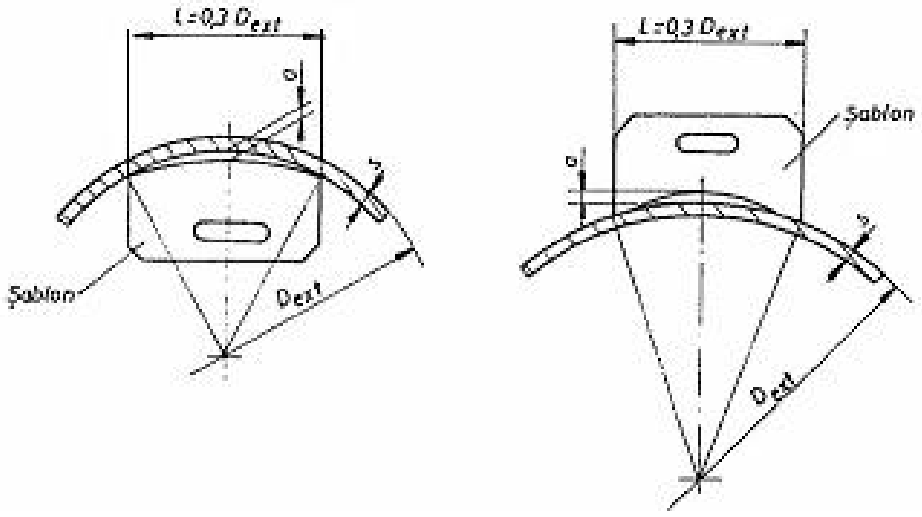


Figura 51

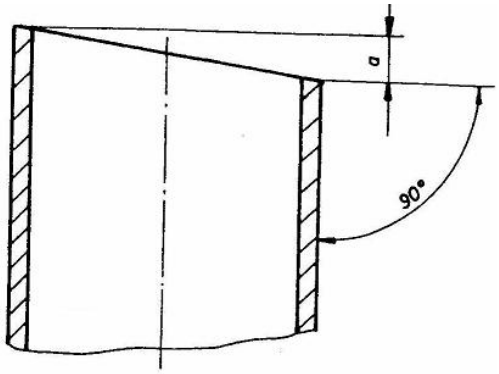


Figura 52

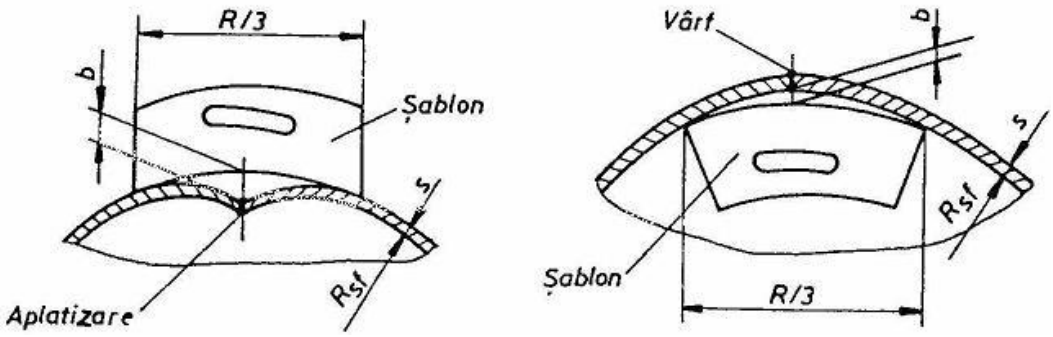


Figura 53

ANEXA G (continuare)

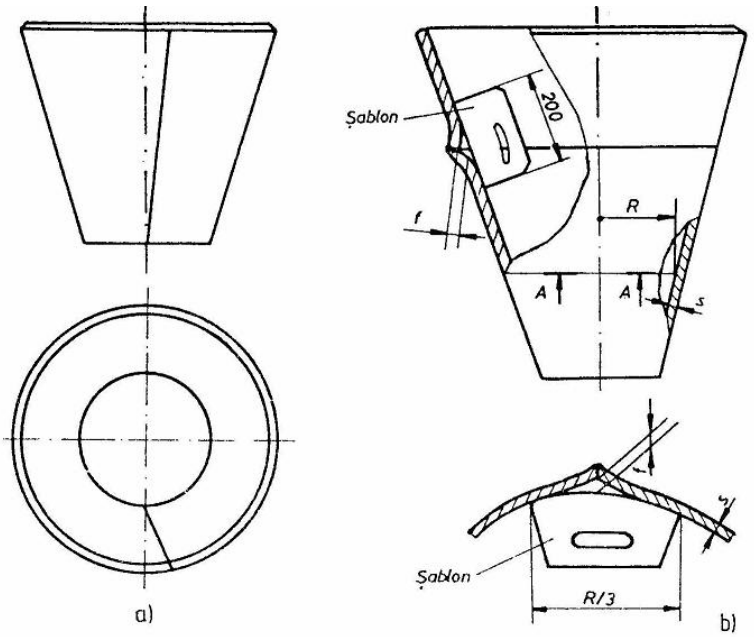


Figura 54

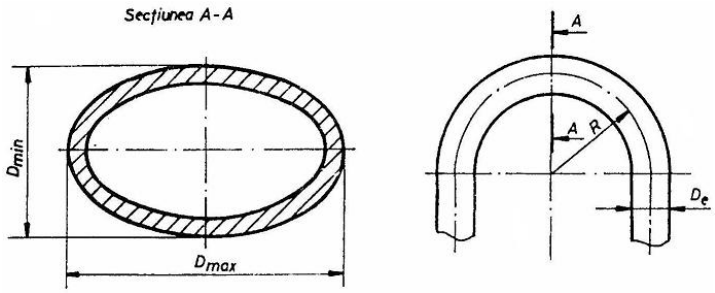


Figura 55

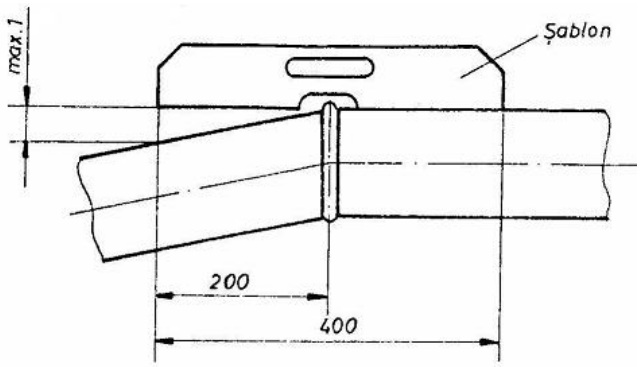


Figura 56

ANEXA G (continuare)

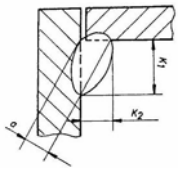


Figura 57

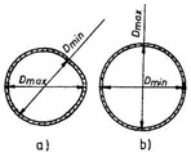


Figura 58

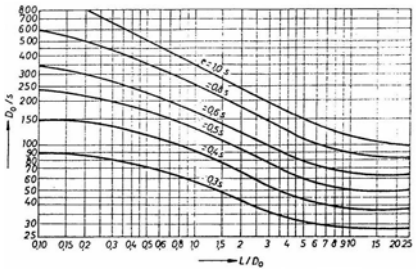


Figura 59 - Abaterea maximă admisibilă de la forma circulară „e” pentru elemente cilindrice cu presiunea pe partea convexă

ANEXA G (continuare)

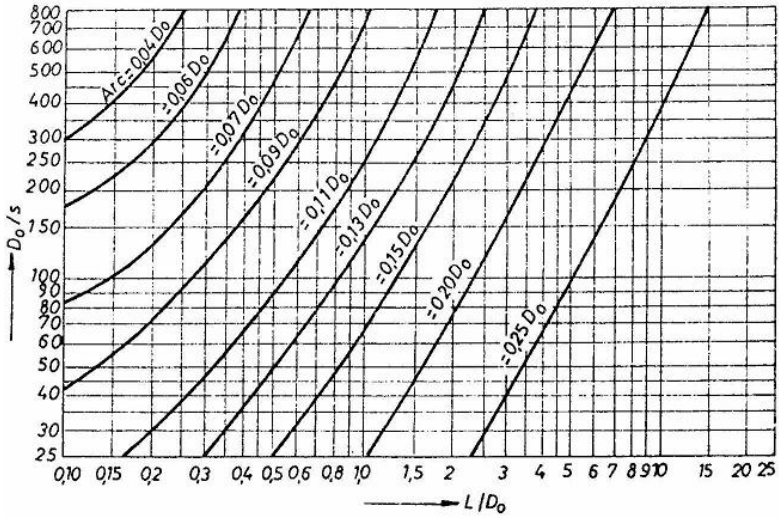


Figura 60 - Lungimea maximă a arcului în vederea determinării abaterii maxime admisibile de la forma circulară

Observații la fig. 59 şi 60:

1) Valoarea „s”(în mm) reprezintă:
   a) grosimea de proiectare a tablei în secțiunile transversale de grosime constantă;
   b) grosimea de proiectare a celei mai subțiri table în secțiunile transversale cu mai multe grosimi de tablă.
2) Valoarea „L” (în mm) se determină astfel:
   a) pentru mantale cilindrice, conform fig. 19;
   b) pentru mantale sau elemente conice este lungimea măsurată în direcție axială:
      - a porțiunii conice, când nu există inele de rigidizare;
      - a porțiunii dintre începutul racordării la partea cilindrică de la capătul cu diametrul mare al conului (sau începutul conului, în cazul îmbinărilor fără racordare) şi centrul de greutate al celui mai apropiat inel de rigidizare, dacă există inele de rigidizare;
   c) pentru mantale sferice este jumătate din diametrul exterior;
3) Valoarea „D” (în mm) reprezintă:
   a) pentru mantale cilindrice, diametrul exterior în secțiunea considerată;
   b) pntru mantale conice, diametrul exterior al cilindrului de la capătul conului cu diametrul mare;
   c) petru mantale sferice, diametrul exterior al sferei.

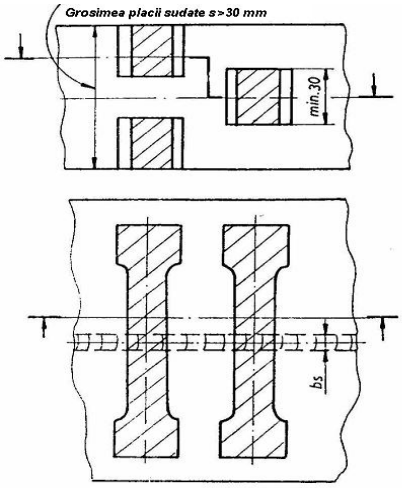


Figura 61

ANEXA G (sfârşit)

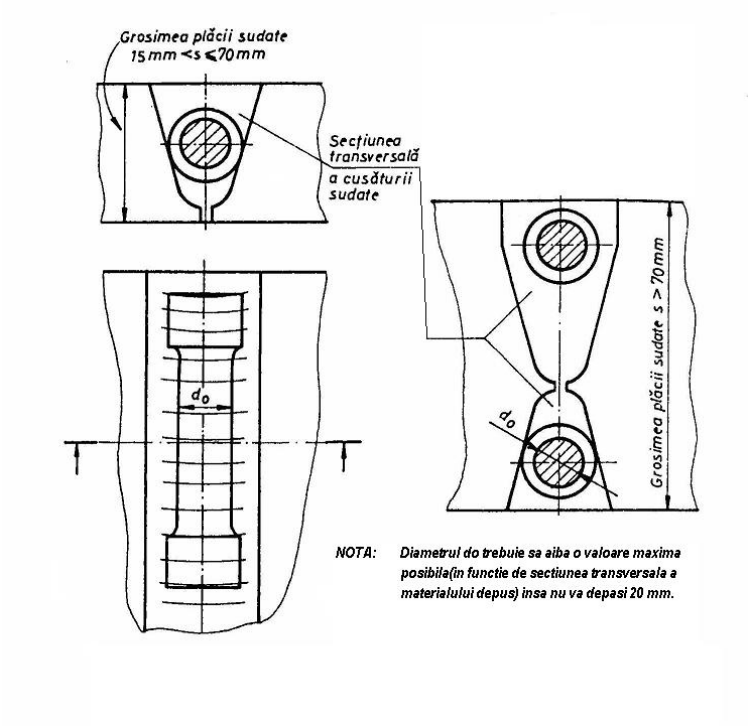


Figura 62

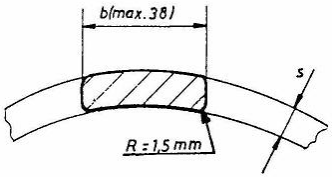


Figura 63

ANEXA H

Tabele

Tabelul 1

Rezistența de rupere la întindere (N/mm^2)	Grosimea tablei (mm)	Rezilienţa*) (J/cm^2)	
		KCU 2	KCU 3
< 500	≥ 6	69	59
≥ 500	6…60	59	49
≥ 500	≥ 60	49	39

*) Încercarea se execută pe unul din tipurile de epruvete din tabel. Valorile indicate reprezintă media rezultatelor încercărilor pe 3 epruvete.

Tabelul 2

Felul încărcării *)	Valoarea minimă a rezilienței, (J/cm^2)							
	KCV		KCU 2				KCU 3	
	media pe 3 epruvete,		minimă la o singură epruvetă din set		minimă pe fiecare epruvetă		minimă pe fiecare epruvetă	
	Longitu-dinal	Trans-versal	Longitu-dinal	Trans-versal	Longitu-dinal	Trans-versal	Longitu-dinal	Trans-versal
statică	34	27	26	21	59	34	49	29
dinamică	34	27	26	21	64	39	54	34

*) Pentru definirea noțiunii de „Încărcare statică sau dinamică” a se vedea cap. 5.

Tabelul 3

Rezistența de rupere la întindere (N/mm^2)	Grosimea nominală a peretelui țevii (mm)	Rezilienţa*) (J/cm^2)	
		KCU 2	KCU 3
< 500	≥ 12	59	49
≥ 500	≥ 12	49	39

*) Încercarea se execută pe unul din tipurile de epruvete din tabel. Valorile indicate reprezintă media rezultatelor încercărilor pe 3 epruvete.

Tabelul 4

Presiunea de calcul interioară (bar)	Presiunea de calcul exterioară (bar)	Diametrul exterior maxim al recipientului (mm)	Materialul admis
≤ 6*) ≤ 3	≤ 12*) ≤ 6	≤ 1.000*) ≤ 2.000	Fontele cu rezistența la întindere de 150 N/mm^2 până la temperaturi ale metalului cel mult egale cu 200^0 C; cele cu rezistența la întindere de 200 N/mm^2 până la temperaturi ale metalului cel mult egale cu 300^0C.
≤ 4*) ≤ 3	≤ 8*) ≤ 6	≤ 2.000*) ≤ 3.000	Fontele cu rezistența la întindere de 200 N/mm^2 până la temperaturi ale metalului cel mult egale cu 200^0 C; cele cu rezistența la întindere de 300 N/mm^2 până la temperaturi ale metalului cel mult egale cu 300^0C.

*) Se acceptă utilizarea fontelor pentru recipiente care conțin substanțe toxice şi inflamabile.

ANEXA H (continuare)

Tabelul 5

Nr. crt.	Diametrul interior al recipientului pentru forma cilindrică "D" sau sferică ,D_{sf} , (mm)	Lungimea corpului cilindric "L" (mm)	Tipul şi numărul minim obligatoriu al gurilor pentru verificare
1	$D < 450$ $D_{sf} \leq 1500$	$L \leq 1.500$	2 guri de examinare vizuală sau o gură de mână. În cazul mantalelor cilindrice, dacă L > 1.500, trebuie prevăzute guri de examinare vizuală suplimentare, amplasate câte una la fiecare capăt, lângă sau în centrul fundurilor, astfel încât să permită examinarea sudurilor.
2_a	$450 < D \leq 800$ $D_{sf} \leq 1.500$	$L \leq 1.500$	1 gură de mână amplasată corespunzător sau 2 guri de examinare vizuală. În cazul mantalelor cilindrice, gurile de examinare vizuală trebuie amplasate câte una la fiecare capăt, conform indicațiilor de la pct. 1.
2_b	$450 < D \leq 800$	$1500 < L \leq 2.000$	1 gură de cap amplasată în treimea centrală a lungimii corpului cilindric sau 2 guri de mână amplasate câte una la fiecare capăt conform indicațiilor de la pct. 1.
2_c	$450 < D \leq 800$	$L > 2.000$	Guri de cap, amplasate la distanța de cel mult 3.000 mm una de alta; pentru $L \leq 3.000$ mm este suficientă o singură gură de cap amplasată la mijlocul lungimii. În locul gurilor de cap se pot prevedea guri de mână, amplasate la distanță de cel mult 2.000 mm una de alta; gurile de mână de la extremitățile recipientului vor fi amplasate ținându-se seama de prevederile de la pct. 2_a.
3_a	$800 < D \leq 1.500$ $1.500 < D_{sf} \leq 2.000$	$L \leq 2.000$	1 gură de cap. In cazul unui corp cilindric, aceasta trebuie amplasată în treimea centrală a lungimii L sau poate fi înlocuită cu 2 guri de mână, câte una la fiecare capăt conform indicațiilor de la pct. 2_a.
3_b	$800 < D \leq 1.500$	$L > 2000$	1 gură de vizitare. Gura de vizitare poate fi înlocuită cu guri de cap amplasate conform prevederilor de la pct. 2_c.
4	$D > 1.500$ $D_{sf} > 2.000$	L nelimitată	1 gură de vizitare sau de salvare.

Tabelul 6

Grosimea fundului sau elementului racordat „S” (mm)	Lungimea minimă a părții cilindrice „L” (mm)
până la 10 inclusiv	25
peste 10...20 inclusiv	S+15
peste 20	S/2+25

ANEXA H (continuare)

Tabelul 7

Grosimea tablei mai groase „S_2” (mm)	Diferența maximă admisă „c_1”+„c_2” (pct. 4.17.6.1) pentru care nu e necesară teşirea (fig.15a) (mm)
I Îmbinările longitudinale şi cele asimilate lor (pct. 4.17.6.2)	
până la 12 inclusiv	$S_2/4$
peste 12 până la 50 inclusiv	3
peste 50	$S_2/16$ însă max. 10
II Îmbinări circulare (pct. 4.17.6.3)	
până la 20 inclusiv	$S_2/4$
peste 20 până la 40 inclusiv	5
peste 40 până la 50 inclusiv	$S_2/8$
peste 50	$S_2/8$ însă max. 20

Tabelul 8

Nr. tipului de oțel	Compoziția chimică determinată pe oțel lichid									Grosimea de proiectare limită peste care este obligatoriu tratament termic după sudare (mm) **)	***) $R_{0,2}$, N/mm^2
	Elemente prescrise							Elemente reziduale			
	C %	Si %	Mn %	Cr %	Mo %	Ni %	V %	Suma (fără P şi S) (în %)	Procentul maxim de element		
0	≤ 0,20	≤ 0,40	≤ 0,80	-	-	-	-	≤ 0,80	0,30	36**)	≤ 255
Ia	≤ 0,25	≤ 0,50	≤ 1,60	-	-		-	≤ 0,80	≤ 0,30	30**)	
Ib	> 0,25 ≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 1,20	-	-	-	-	≤ 0,40			≤ 373
Ic	≤ 0,20	≤ 0,50	≤ 0,80	-	≤ 0,35	-	-	≤ 0,50	0,30		
IIa	≤ 0,25	≤ 0,50	≤ 1,60	≤ 0,60	≤ 0,65	≤ 1,0	≤ 0,12	≤ 0,40		20	
IIb	> 0,30 ≤ 0,35	≤ 0,50	≤ 1,20	≤ 0,60	≤ 0,65	≤ 1,0	≤ 0,12	≤ 0,40			≤ 431
III	≤ 0,25	≤ 0,50	≤ 1,60	≤ 1,50	≤ 0,80	≤ 1,0	≤ 0,10	≤ 0,40		15	-
IV	≤ 0,20	≤ 0,50	≤ 1,50	-	-	≤ 3,75	-	≤ 0,80	0,30	Orice grosime	-
V	Toate celelalte oțeluri feritice									Orice grosime	-

*) Tratamentul termic este obligatoriu şi pentru grosimi sub valorile din tabel, în cazul în care este prevăzut prin procedeul de sudare omologat sau când este prescris în documentația de execuție.
**) Valoarea poate fi majorată în cazuri justificate tehnic, cu acordul factorilor interesați, inclusiv ISCIR.
***) Valorile sunt informative.

OBSERVAȚIE: Grosimea de proiectare peste care este obligatoriu tratamentul termic după sudare pentru:
- oțelurile K 410 şi R 37, conform STAS 2883, este 50 mm;
- oțelurile K 460, K 540/R 44 şi R 52, conform STAS 2883, peste 36 mm.

ANEXA H (continuare)

Tabelul 9

Materiale	c_{s1}	c_{s2}
Oțeluri (cu excepția celor turnate)	1,5	2,4

Tabelul 10

Domeniu de aplicare	Material	c_{s1}	c_{s2}
Recipiente pentru substanțe letale	Oțeluri (cu excepția celor turnate)	1,8	3
Recipiente pentru substanțe care produc coroziune fisurantă sub tensiune	Oțeluri (cu excepția celor turnate) caracterizate la coroziune fisurantă sub tensiune, cu tensiunea de încercare mai mare de 0,5 R_p	1,8	3
	Oțeluri (cu excepția celor turnate) caracterizate la coroziune fisurantă sub tensiune, cu tensiunea de încercare 0,5 R_p sau mai mică	2	3
	Oțeluri (cu excepția celor turnate) necaracterizate la coroziune fisurantă sub tensiune	2	4

Tabelul 11

Materiale	c_{f1}	c_{f2}
Oțeluri (cu excepția celor turnate)	1,5	1,0

Tabelul 12 - Valorile coeficientului de rezistență al îmbinării sudate, z, pentru materiale feroase

Nr. crt.	Tipul îmbinării sudate	Volumul examinării nedistructive		
		Total	Parțial	Fără
1	Îmbinări cap la cap executate automat prin orice procedeu de sudare cu arc electric sau gaze, pe ambele fețe sau pe o singură față cu completare la rădăcină	1	0,9	0,8
2	Idem nr. crt. 1, însă executate manual	0,95	0,85	0,7
3	Îmbinări cap la cap executate prin orice procedeu de sudare cu arc electric sau gaze, numai pe o față, fără inel sau placă suport la rădăcină*)	-	-	0,6
4	Idem nr. crt. 3, cu inel sau placă suport la rădăcină	0,9	0,8	0,7
5	Îmbinări în formă de T sau alte îmbinări în colț, cu pătrundere completă asigurată din ambele părți, prin orice procedeu de sudare cu arc electric sau gaz	-	-	0,7
6	Îmbinări în formă de T sau alte îmbinări în colț, cu sudare pe o singură parte, prin orice procedeu de sudare cu arc electric	-	-	0,6

*) Se admite numai pentru îmbinări ale elementelor cu grosime sub 15 mm şi diametre exterioare mai mici de 600 mm.

ANEXA H (continuare)

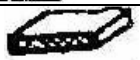
Tabelul 13 - Valorile coeficientului de rezistență al îmbinării sudate, z, pentru cupru, aluminiu şi aliajele acestora

Nr. crt.	Tipul îmbinării sudate	Volumul examinării nedistructive		
		Total	Parțial	Fără
1	Îmbinări cap la cap executate prin orice procedeu cu arc electric şi în mediu de gaz protector, pe ambele fețe sau pe o față cu completare la rădăcină	0,95	0,85	0,7
2	Idem cu inel sau fără suport la rădăcină	0,9	0,8	0,65
3	Idem pct. 1 numai pe o singură față, fără inel sau placă suport la rădăcină	-	-	0,5
4	Îmbinări T sau altele de colț cu pătrundere completă sau parțială	-	-	0,5

Tabelul 14

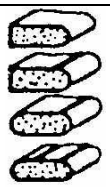
ψ	Valorile coeficientului K												
	$\frac{r}{D}=$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50
10^0		0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
20^0		1	0,90	0,85	0,70	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
30^0		1,35	1,2	1,1	0,90	0,90	0,85	0,80	0,70	0,65	0,55	0,55	0,55
45^0		2,05	1,85	1,65	1,3	1,3	1,2	1,1	0,95	0,90	0,70	0,55	0,55
60^0		3,2	2,85	2,55	2	2	1,75	1,6	1,4	1,25	1	0,70	0,55
75^0		6,8	5,85	5,35	3,85	3,85	3,5	3,15	2,7	2,4	1,55	1	0,55

Tabelul 15 - Materiale pentru garnituri şi suprafețe de etanşare; coeficientul specific garniturii (m) pentru condiții de lucru şi tensiunea minimă de proiectare la strângere (q)

Nr. crt.	Material pentru garnitură		Coeficientul specific garniturii (m)	Tensiunea minimă de proiectare la strângere (q) (N/mm^2)	Schițe	Lățimea de referință (mm)
1	Cauciuc fără pânză sau un procent mare de fibră de azbest[1) 2)]					Vezi tab. 17
	< 75 grade BS şi IRH		0,50	0		
	≥ 75 grade BS şi IRH		1,00	1,4		
2	Azbest[1)] cu un liant adecvat pentru condițiile de funcționare	3,2 mm	2,0	11,0		
		1,6 mm	2,75	25,5		
		0,8 mm	3,50	44,8		
3	Cauciuc cu inserție de bumbac		1,25	2,8		
4	Cauciuc cu inserție din azbest cu sau fără consolidare din sârmă	3 straturi	2,25	15,2		
		2 straturi	2,50	20,0		
		1 strat	2,75	25,5		
5	Fibră vegetală		1,75	7,6		
6	Metal în spirală umplut cu azbest[1)]	Oțel carbon	2,50	care corespunde aplicația		
		Inox sau monel	3,00			
7	Metal ondulat cu azbest inserat sau metal ondulat umplut cu azbest[1)] căptuşit	Aluminiu moale	2,50	20,0		
		Cupru sau alamă moale	2,75	25,5		
		Fier sau oțel moale	3,00	31,0		
		Monel sau 4-6% crom	3,25	37,9		
		Oțeluri inox	3,50	44,8		

ANEXA H (continuare)

Tabelul 15 (continuare)

Nr. crt.	Material pentru garnitură		Factorul pentru garnitură	Solicitarea minimă nominală de reazem	Schițe	Lățimea de referință (mm)
8	Metal ondulat	Aluminiu moale Cupru sau alamă moale Fier sau oțel moale Monel sau 4-6% crom Oțeluri inox	2,75 3,00 3,25 3,50 3,75	25,5 31,0 37,9 44,8 52,4		Vezi tab. 17
9	Metal plat umplut cu azbest[1)] căptușit	Aluminiu moale Cupru sau alamă moale Fier sau oțel moale Monel sau 4-6% crom Oțeluri inox	3,25 3,50 3,75 3,50 3,75	37,9 44,8 52,4 55,1 62,0		
10	Metal șanfrenat	Aluminiu moale Cupru sau alamă moale Fier sau oțel moale Monel sau 4-6% crom Oțeluri inox	3,25 3,50 3,75 3,75 4,25	37,9 44,8 52,4 62,0 69,5		
11	Metal plat solid	Aluminiu moale Cupru sau alamă moale Fier sau oțel moale Monel sau 4-6% crom Oțeluri inox	4,00 4,75 5,50 6,00 6,50	60,6 89,5 124 150 179		
12	Îmbinare inelară[3)]	Fier sau oțel moale Monel sau 4-6% crom Oțeluri inox	5,50 6,00 6,50	124 150 179		
13	O-ringuri de cauciuc < 75 grade BS între 75 și 85 grade BS și IRH		0 la 0,25	0,7 1,4		
14	Inele de cauciuc cu secțiune pătrată < 75 grade BS și IRH între 75 și 85 grade BS și IRH		0 la 0,25	1,0 2,8		
15	Inele de cauciuc cu secțiune în T < 75 grade BS și IRH între 75 și 85 grade BS și IRH		0 la 0,25	1,0 2,8		

[1)] Garniturile noi care nu sunt cu azbest nu sunt în mod necesar înlocuitori direcți pentru materialele pe bază de azbest. Se pot aplica în special limitările pentru presiune, temperatură și solicitarea bolțurilor. Întrebuințare în cadrul recomandărilor curente ale producătorului.

[2)] A se vedea BS 903:Partea A.26.

[3)] A se vedea BS 3381:1989. Trebuie căutate sfaturi la fabricantul de garnituri pentru solicitarea nominală de reazem.

Nota 1: La alegerea materialelor pentru garnituri pentru a fi folosite cu flanșe din Al aliat trebuie ținut cont de valorile durității relative ale materialelor pentru garnitură și flanșă.

Nota 2: Trebuie căutate informații la fabricantul de garnituri despre abilitatea unei garnituri de a rezista la solicitarea maximă care rezultă din solicitarea șurubului și posibil a vidului.

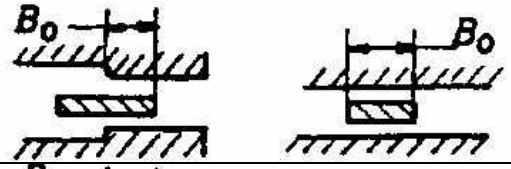
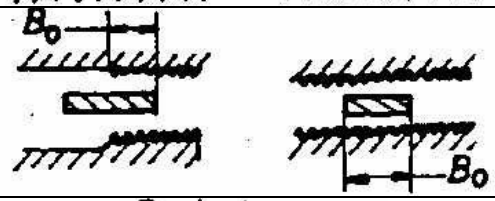
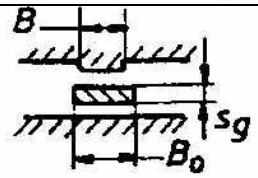
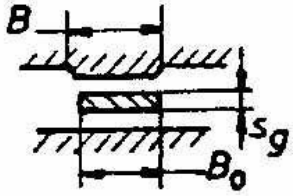
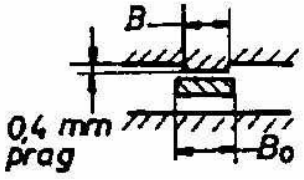
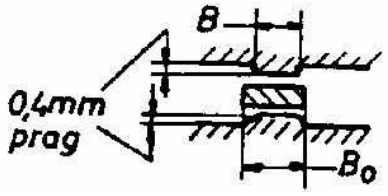
NOTĂ: Acest tabel indică o listă cu multe materiale folosite în mod normal pentru garnituri și fețe de contact cu valori nominale sugerate pentru m și q care s-au dovedit în general satisfăcătoare la funcționarea reală când se folosesc metodele de la 3.8. Valorile nominale și alte detalii date în acest tabel sunt numai sugestive și nu sunt obligatorii.

ANEXA H (continuare)

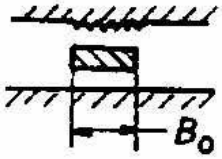
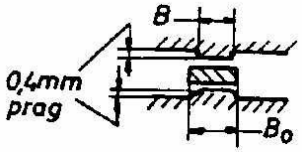
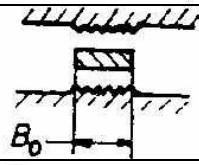
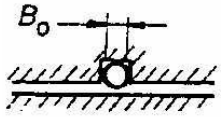
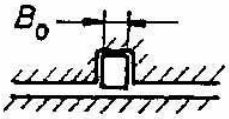
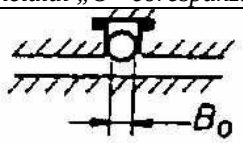
Tabelul 16 – Coeficientul de siguranță C_{ss} pentru oțeluri

Raportul dintre limita de curgere și rezistența de rupere	C_{ss}
≥ 0,6	2,8
< 0,6	Oțeluri carbon 2,3 Oțeluri austenitice 1,9

Tabelul 17

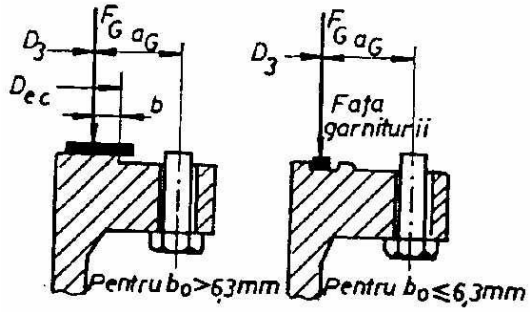
Nr. crt.	Reprezentarea suprafeței de etanşare (exagerat)	Lățimea de referință b_0 a garniturii	
		Coloana I	Coloana II
1a		$\frac{B_0}{2}$	$\frac{B_0}{2}$
1(b)*			
1©*	 $B \le B_0$	$\frac{B+s_g}{2};\left(\frac{B+B_0}{4}\max\right)$	$\frac{B+s_g}{2};\left(\frac{B+B_0}{4}\max\right)$
1(d)*	 $B \le B_0$		
2	 $B_0 \le \frac{B_0}{2}$	$\frac{B+B_0}{4}$	$\frac{B+3B_0}{8}$
3	 $B_0 \le \frac{B_0}{2}$	$\frac{B_0}{2};\left(\frac{B_0}{4}\min\right)$	$\frac{B+B_0}{4};\left(\frac{3B_0}{8}\min\right)$

ANEXA H (continuare)

Nr. crt.	Reprezentarea suprafeței de etanșare(exagerat)	Lățimea de referință b_0 a garniturii	
		Coloana I	Coloana II
4*		$\frac{3B_0}{8}$	$\frac{7B_0}{16}$
	Reprezentarea suprafeței de etanșare(exagerat)	Lățimea de referință b_0 a garniturii	
		Coloana I	Coloana II
5*		$\frac{B_0}{4}$	$\frac{3B_0}{8}$
6		$\frac{B_0}{8}$	-
7		-	$\frac{B_0}{2}$
8	 *Latura pătratului=diametrul secțiunii transversale a inelului „O” corespunzător*	-	$\frac{B_0}{2}$
9		-	$\frac{B_0}{2}$

*Când rizurile (circulare sau spirale) nu depășesc 0,4 mm adâncime și 0,8 mm lățime și pas, se aplică reprezentările 1(b) și 1(d).

NOTĂ: În reprezentările 6 și 9 din tabel, h va fi măsurat de la fundul canalului.



Poziția reacțiunii din sarcina pe garnitură.

NOTĂ: Lățimea eficace de calcul b și lățimea de referința b_0 se vor aplica doar îmbinărilor cu flanșe în care garnitura este amplasată în interiorul înfășurătoarei interioare a găurilor pentru șuruburi.

ANEXA H (continuare)

Tabelul 18

Mărimea filetului cepului conform SR ISO 7-1 pentru primul defect	Distanța minimă (puntița) între două cepuri alăturate; măsurarea se face între marginile cepurilor (marginile defectelor), mm			
	G1/8 G1/4 G 3/8	G1/2 G 3/4	G1 G 1 1/4	G11/2 G 2
G 1/8, G 1/4. G 3/8	65	172	168	215
G 1/2, G ¾	172	172	168	215
G 1, G 1 ¼	168	168	168	215
G 1 1/2, G 2	215	215	215	215

Tabelul 19 - Valorile coeficienților T, Z, U, Y în funcție de *K*

K	T	Z	Y	U	K	T	Z	Y	U
1,001	1,91	1000,50	1899,43	2078,85	1,026	1,90	38,97	74,70	82,09
1,002	1,91	500,50	951,81	1052,80	1,027	1,90	37,54	71,97	79,08
1,003	1,91	333,83	637,56	700,70	1,028	1,90	36,22	69,43	76,30
1,004	1,91	250,50	478,04	525,45	1,029	1,90	34,99	67,11	73,75
1,005	1,91	200,50	383,67	421,72	1,030	1,90	33,84	64,91	71,33
1,006	1,91	167,17	319,71	351,41	1,031	1,90	32,76	62,85	69,06
1,007	1,91	143,36	274,11	301,30	1,032	1,90	31,76	60,92	66,94
1,008	1,91	125,50	239,95	263,75	1,033	1,90	30,81	59,11	63,95
1,009	1,91	111,61	213,42	234,42	1,034	1,90	29,92	57,41	63,08
1,010	1,91	100,50	192,19	211,19	1,035	1,90	29,08	55,80	61,32
1,011	1,91	91,41	174,83	192,13	1,036	1,90	28,29	54,29	59,66
1,012	1,91	83,84	160,38	176,25	1,037	1,90	27,54	52,85	58,08
1,013	1,91	77,43	148,06	162,81	1,038	1,90	26,83	51,50	56,59
1,014	1,91	71,93	137,69	151,30	1,039	1,90	26,15	50,21	55,17
1,015	1,91	67,17	128,61	141,33	1,040	1,90	25,51	48,97	53,82
1,016	1,90	63,00	120,56	132,49	1,041	1,90	24,90	47,81	53,10
1,017	1,90	59,33	111,98	124,81	1,042	1,90	24,32	46,71	51,33
1,018	1,90	56,06	107,36	118,00	1,043	1,90	23,77	45,64	50,15
1,019	1,90	53,14	101,72	111,78	1,044	1,90	23,23	44,64	49,05
1,020	1,90	50,51	96,73	106,30	1,045	1,90	22,74	43,69	48,02
1,021	1,90	48,12	92,21	101,33	1,046	1,90	22,05	42,75	46,99
1,022	1,90	45,96	88,04	96,75	1,047	1,90	21,77	41,87	46,03
1,023	1,90	43,98	84,30	92,64	1,048	1,90	21,35	41,02	45,09
1,024	1,90	42,17	80,81	88,81	1,049	1,90	20,92	40,21	44,21
1,025	1,90	40,51	77,61	85,29	1,050	1,89	20,51	39,43	43,34

ANEXA H (continuare)

Tabelul 19 (continuare)

K	T	Z	Y	U	K	T	Z	Y	U
1,051	1,89	20,12	38,68	42,51	1,076	1,88	13,68	26,36	28,98
1,052	1,89	19,74	37,96	41,73	1,077	1,88	13,56	26,03	28,69
1,053	1,89	19,38	37,27	40,96	1,078	1,88	13,35	25,72	28,27
1,054	1,89	19,03	36,60	40,23	1,079	1,88	13,18	25,40	27,92
1,055	1,89	18,69	35,96	39,64	1,080	1,88	13,02	25 10	27 59
1,056	1,89	18,38	35,34	38,84	1,081	1,88	12,87	24,81	27,27
1,057	1,89	18,06	34,74	38,19	1,082	1,88	12,72	24,52	26,95
1,058	1,89	17,76	34,17	37,56	1,083	1,88	12,57	24,24	26,65
1,059	1,89	17,47	33,62	36,95	1,084	1,88	12,43	24,00	26,34
1,060	1,89	17,18	33,04	36,34	1,085	1,88	12,29	23,69	26,05
1,061	1,89	16,91	32,55	35,78	1,086	1,88	12,15	23,44	25,57
1,062	1,89	16,64	32,04	35,21	1,087	1,88	12,02	23,18	25,48
1,063	1,89	16,40	31,55	34,68	1,088	1,88	11,89	22,93	25,20
1,064	1,89	16,15	31,08	34,17	1,089	1,88	11,76	22,68	24,93
1,065	1,89	15,90	30,61	33,65	1,090	1,88	11,63	22,44	24,66
1,066	1,89	15,67	30,17	33,17	1,091	1,88	11,52	22,22	24,41
1,067	1,89	15,45	29,74	32,69	1,092	1,88	11,40	21,99	24,16
1,068	1,89	15,22	29,32	32,22	1,093	1,88	11,28	21,76	23,91
1,069	1,89	15,02	28,91	31,79	1,094	1,88	11,16	21,54	23,67
1,070	1,89	14,80	28,51	31,34	1,095	1,88	11,05	21,32	23,44
1,071	1,89	14,61	28,13	30,92	1,096	1,88	10,94	21,11	23,20
1,072	1,89	14,41	27,76	30,51	1,097	1,88	10,83	20,91	22,97
1,073	1,89	14,22	27,39	30,11	1,098	1,88	10,73	20,71	22,75
1,074	1,88	14,04	27,04	29,72	1,099	1,88	10,62	20,51	22,39
1,075	1,88	13,85	26,69	29,34	1,100	1,88	10,52	20,31	22,18
1,101	1,88	10,43	20,15	22,12	1,126	1,87	8,47	16,37	17,99
1,102	1,88	10,33	19,94	21,92	1,127	1,87	8,40	16,25	17,86
1,103	1,88	10,23	19,76	21,72	1,128	1,87	8,34	16,14	17,73
1,104	1,88	10,14	19,58	21,52	1,129	1,87	8,28	16,02	17,60
1,105	1,88	10,05	19,38	21,30	1,130	1,87	8,22	15,91	17,48

K	T	Z	Y	U	K	T	Z	Y	U
1,106	1,88	9,96	19,33	21,14	1,131	1,87	8,16	15,79	17,35
1,107	1,87	9,87	19,07	20,99	1,132	1,87	8,11	15,68	17,24
1,108	1,87	9,78	18,90	20,77	1,133	1,86	8,05	15,57	17,11
1,109	1,87	9,70	18,74	20,59	1,134	1,86	7,99	15,46	16,99
1,110	1,87	9,62	18,55	20,38	1,135	1,86	7,94	15,36	16,90
1,111	1,87	9,54	18,42	20,25	1,136	1,86	7,88	15,26	16,77
1,112	1,87	9,46	18,27	20,08	1,137	1,85	7,83	15,15	16,66
1,113	1,87	9,38	18,13	19,91	1,138	1,86	7,78	15,05	16,54
1,114	1,87	9,30	17,97	19,75	1,139	1,86	7,73	14,95	16,43
1,115	1,87	9,22	17,81	19,55	1,140	1,86	7,68	14,86	16,35
1,116	1,87	9,15	17,68	19,43	1,141	1,86	7,62	14,76	16,22
1,117	1,87	9,07	17,54	19,27	1,142	1,86	7,57	16,66	16,11
1,118	1,87	9,00	17,40	19,12	1,143	1,86	7,53	14,57	16,01
1,119	1,87	8,94	17,27	18,98	1,144	1,86	7,48	14,48	15,91
1,120	1,87	8,86	17,13	18,80	1,145	1,86	7,43	14,39	15,83
1,121	1,87	8,79	17,00	18,68	1,146	1,86	7,38	14,29	15,71
1,122	1,87	8,72	16,87	18,54	1,147	1,86	7,34	14,20	15,61
1,123	1,87	8,66	16,74	18,40	1,148	1,86	7,29	14,12	15,51
1,124	1,87	8,59	16,62	18,26	1,149	1,86	7,25	14,03	15,42
1,125	1,87	8,53	16,49	18,11	1,150	1,86	7,20	13,95	15,34
1,151	1,86	7,16	13,86	15,23	1,176	1,85	6,22	12,06	13,25
1,152	1,86	7,11	13,77	15,14	1,177	1,85	6,19	12,00	13,18
1,153	1,86	7,07	13,69	15,05	1,178	1,85	6,16	11,93	13,1t
1,154	1,86	7,03	13,61	14,96	1,179	1,85	6,13	11,87	13,05
1,155	1,86	6,99	13,54	14,37	1,180	1,85	6,10	11,79	12,96
1,156	1,86	6,95	13,45	14,78	1,181	1,85	6,07	11,76	12,92
1,157	1,86	6,91	13,37	14,70	1,182	1,85	6,04	11,70	12,86
1,158	1,86	6,87	13,30	14,61	1,183	1,85	6,01	11,64	12,79
1,159	1,86	6,83	13,22	14,53	1,184	1,85	5,98	11,58	12,73
1,160	1,86	6,79	13,15	14,45	1,185	1,85	5,95	11,50	12,64

ANEXA H (continuare)

Tabelul 19 (continuare)

K	T	Z	Y	U	K	T	Z	Y	U
1,161	1,85	6,75	13,07	14,36	1,186	1,85	5,92	11,47	12,61
1,162	1,85	6,71	13,00	14,28	1,187	1,85	5,89	11,42	12,54
1,163	1,85	6,67	12,92	14,20	1,188	1,85	5,86	11,36	12,49
1,164	1,85	6,64	12,85	14,12	1,189	1,85	5,83	11,31	12,43
1,165	1,8b	6,60	12,78	14,04	1,190	1,84	5,81	11,26	12,37
1,166	1,85	6,56	12,71	13,97	1,191	1,84	5,78	11,20	12,31
1,167	1,85	6,53	12,64	13,89	1,192	1,84	5,75	11,15	12,25
1,168	1,85	6,49	12,58	13,82	1,193	1,84	5,73	11,10	12,20
1,169	1,85	6,46	12,51	13,74	1,194	1,84	5,70	11,05	12,14
1,170	1,85	6,42	12,43	13,66	1,195	1,84	5,67	11,00	12,08
1,171	1,85	6,39	12,38	13,60	1,196	1,84	5,65	10,95	12,03
1,172	1,85	6,35	12,31	13,52	1,197	1,84	5,62	10,90	11,97
1,173	1,85	6,32	12,25	13,46	1,198	1,84	5,60	10,85	11,92
1,174	1,85	6,29	12,18	13,39	1,199	1,84	5,57	10,80	11,87
1,175	1,85	6,25	12,10	13,30	1,200	1,84	5,55	10,75	11,81
1,201	1,84	5,52	10,70	11,76	1,226	1,83	4,98	9,65	10,60
1,202	1,84	5,50	10,65	11,71	1,227	1,83	4,96	9,61	10,65
1,203	1,84	5,47	10,61	11,66	1,228	1,83	4,94	9,57	10,52
1,204	1,84	5,45	10,56	11,61	1,229	1,83	4,92	9,53	10,48
1,205	1,84	5,42	10,52	11,56	1,230	1,83	4,90	9,50	10,44
1,206	1,84	5,40	10,47	11,51	1,231	1,83	4,88	9,46	10,40
1,207	1,84	5,38	10,43	11,46	1,232	1,83	4,86	9,43	10,36
1,208	1,84	5,35	10,38	11,41	1,233	1,83	4,84	9,39	10,32
1,209	1,84	5,33	10,34	11,36	1,234	1,83	4,83	9,36	10,28
1,210	1,84	5,31	10,30	11,32	1,235	1,83	4,81	9,32	10,24
1,211	1,83	5,29	10,25	11,27	1,236	1,82	4,79	9,29	10,20
1,212	1,83	5,27	10,21	11,22	1,237	1,82	4,77	9,25	10,17
1,213	1,83	5,24	10,16	11,17	1,238	1,82	4,76	9,22	10,13
1,214	1,83	5,22	10,12	11,12	1,239	1,82	4,74	9,18	10,09
1,215	1,83	5,20	10,09	11,09	1,240	1,82	4,72	9,15	10,05

K	T	Z	Y	U	K	T	Z	Y	U
1,216	1,83	5,18	10,04	11,03	1,241	1,82	4,70	9,12	10,02
1,217	1,83	5,16	10,00	10,99	1,242	1,82	4,69	9,08	9,98
1,218	1,83	5,14	9,96	10,94	1,243	1,82	4,67	9,05	9,95
1,219	1,83	5,12	9,92	10,90	1,244	1,82	4,65	9,02	9,91
1,220	1,83	5,10	9,89	10,87	1,245	1,82	4,64	8,99	9,87
1,221	1,83	5,07	9,84	10,81	1,246	1,82	4,62	8,95	9,84
1,222	1,83	5,05	9,80	10,77	1,247	1,82	4,60	8,92	9,81
1,223	1,83	5,03	9,76	10,73	1,248	1,82	4,59	8,89	9,77
1,224	1,83	5,01	9,72	10,68	1,249	1,82	4,57	8,86	9,74
1,225	1,83	5,00	9,69	10,65	1,250	1,82	4,56	8,83	9,70
1,251	1,82	4,54	8,80	9,67	1,276	1,81	4,18	8,11	8,91
1,252	1,82	4,52	8,77	9,64	1,277	1,81	4,17	8,08	8,88
1,253	1,82	4,51	8,74	9,60	1,278	1,81	4,16	8,05	8,85
1,254	1,82	4,49	8,71	9,57	1,279	1,81	4,15	8,03	8,82
1,255	1,82	4,48	8,68	9,54	1,280	1,81	4,13	8,01	8,79
1,256	1,82	4,46	8,65	9,51	1,281	1,81	4,12	7,98	8,77
1,257	1,82	4,45	8,62	9,47	1,282	1,81	4,11	7,96	8,74
1,258	1,81	4,43	8,59	9,44	1,283	1,80	4,10	7,93	8,71
1,259	1,81	4,42	8,56	9,41	1,284	1,80	4,08	7,91	8,69
1,260	1,81	4,40	8,53	9,38	1,285	1,80	4,07	7,89	8,66
1,261	1,81	4,39	8,51	9,35	1,286	1,80	4,06	7,86	8,64
1,262	1,81	4,37	8,49	9,32	1,287	1,80	4,05	7,84	8,61
1,263	1,81	4,36	8,45	9,28	1,288	1,80	4,04	7,81	8,59
1,264	1,81	4,35	8,42	9,25	1,289	1,80	4,02	7,79	8,56
1,265	1,81	4,33	8,39	9,23	1,290	1,80	4,01	7,77	8,53
1,266	1,81	4,32	8,37	9,19	1,291	1,80	4,00	7,75	8,51
1,267	1,81	4,30	8,34	9,16	1,292	1,80	3,99	7,72	8,48
1,268	1,81	4,29	8,31	9,14	1,293	1,80	3,98	7,70	8,46
1,269	1,81	4,28	5,29	9,11	1,294	1,80	3,97	7,68	8,43
1,270	1,81	4,26	8,26	9,08	1,295	1,80	3,95	7,66	8,41

ANEXA H (continuare)

Tabelul 19 (continuare)

K	T	Z	Y	U	K	T	Z	Y	U
1,271	1,81	4,25	8,23	9,05	1,296	1,80	3,94	7,63	8,39
1,272	1,81	4,24	8,21	9,02	1,297	1,80	3,93	7,61	8,36
1,273	1,81	4,22	8,18	8,99	1,298	1,80	3,92	7,59	8,33
1,274	1,81	4,21	8,15	8,96	1,299	1,80	3,91	7,57	8,31
1,275	1,81	4,20	8,13	8,93	1,300	1,80	3,90	7,55	8,29
1,301	1,80	3,89	7,53	8,27	1,326	1,79	3,64	7,03	7,73
1,302	1,80	3,88	7,50	8,24	1,327	1,79	3,63	7,01	7,71
1,303	1,80	3,87	7,48	8,22	1,328	1,88	3,62	7,00	7,69
1,304	1,80	3,86	7,46	8,20	1,329	1,88	3,61	6,98	7,67
1,305	1,80	3,84	7,44	8,18	1,330	1,88	3,60	6,96	7,65
1,306	1,80	3,83	7,42	8,16	1,331	1,78	3,59	6,94	7,63
1,307	1,80	3,82	7,40	8,13	1,332	1,78	3,58	6,92	7,61
1,308	1,79	3,81	7,38	8,11	1,333	1,78	3,57	6,91	7,59
1,309	1,79	3,80	7,36	8,09	1,334	1,78	3,57	6,89	7,57
1,310	1,79	3,79	7,34	3,07	1,335	1,78	3,56	6,87	7,55
1,311	1,79	3,78	7,32	8,05	1,336	1,78	3,55	6,85	7,53
1,312	1,79	3,77	7,30	8,02	1,337	1,78	3,54	6,84	7,51
1,313	1,79	3,76	7,28	8,00	1,338	1,78	3,53	6,82	7,50
1,314	1,79	3,75	7,26	7,98	1,339	1,78	3,52	6,81	7,48
1,315	1,79	3,74	7,24	7,96	1,340	1,78	3,51	6,79	7,46
1,316	1,79	3,73	7,22	7,94	1,341	1,78	3,51	6,77	7,44
1,317	1,79	3,72	7,20	7,92	1,342	1,78	3,50	6,76	7,42
1,318	1,79	3,71	7,18	7,89	1,343	1,78	3,49	6,74	7,41
1,319	1,79	3,70	7,16	7,87	1,344	1,78	3,48	6,72	7,39
1,320	1,79	3,69	7,14	7,85	1,345	1,78	3,47	6,71	7,37
1,321	1,79	3,68	7,12	7,83	1,346	1,78	3,46	6,69	7,35
1,322	1,79	3,67	7,10	7,81	1,347	1,78	3,46	6,68	7,33
1,323	1,79	3,67	7,09	7,79	1,348	1,78	3,45	6,56	7,32
1,324	1,79	3,66	7,07	7,77	1,349	1,78	3,44	6,65	7,30
1,325	1,79	3,65	7,05	7,75	1,350	1,78	3,43	6,63	7,28

K	T	Z	Y	U	K	T	Z	Y	U
1,351	1,78	3,42	6,61	7,27	1,376	1,77	3,24	6,24	6,86
1,352	1,78	3,42	6,60	7,25	1,377	1,77	3,23	6,22	6,84
1,353	1,77	3,41	6,58	7,23	1,378	1,76	3,22	6,21	6,82
1,354	1,77	3,40	6,57	7,21	1,379	1,76	3,22	6,19	6,81
1,355	1,77	3,39	6,55	7,19	1,380	1,76	3,21	6,18	6,80
1,356	1,77	3,38	6,53	7,17	1,381	1,76	3,20	6,17	6,79
1,357	1,77	3,38	6,52	7,16	1,382	1,76	3,20	6,16	6,77
1,258	1,77	3,37	6,50	7,14	1,383	1,76	3,19	6,14	6,75
1,359	1,77	3,36	6,49	7,12	1,384	1,76	3,18	6,13	6,74
1,360	1,77	3,35	6,47	7,11	1,385	1,76	3,18	6,12	6,73
1,361	1,77	3,35	6,45	7,09	1,386	1,76	3,17	6,11	6,72
1,362	1,77	3,34	6,44	7,08	1,387	1,76	3,16	6,10	6,70
1,363	1,77	3,33	6,42	7,06	1,388	1,76	3,16	6,08	6,68
1,364	1,77	3,32	6,41	7,04	1,389	1,76	3,15	6,07	6,67
1,365	1,77	3,32	6,39	7,03	1,390	1,76	3,15	6,06	6,66
1,366	1,77	3,31	6,38	7,01	1,391	1,76	3,14	6,05	6,64
1,367	1,77	3,30	6,37	7,00	1,392	1,76	3,13	6,04	6,63
1,368	1,77	3,30	6,35	6,98	1,393	1,76	3,13	6,02	6,61
1,369	1,77	3,29	6,34	6,97	1,394	1,76	3,12	6,01	6,60
1,370	1,77	3,28	6,32	6,95	1,395	1,76	3,11	6,00	6,59
1,371	1,77	3,27	6,31	6,93	1,396	1,76	3,11	5,99	6,58
1,372	1,77	3,27	6,30	6,91	1,397	1,76	3,10	5,98	6,56
1,373	1,77	3,26	6,28	6,90	1,398	1,75	3,10	5,96	6,55
1,374	1,77	3,25	6,27	6,89	1,399	1,75	3,09	5,95	6,53
1,375	1,77	3,25	6,25	6,87	1,400	1,75	3,08	5,94	6,52
1,401	1,75	3,08	5,93	6,50	1,426	1,74	2,94	5,64	6,20
1,402	1,75	3,07	5,92	6,49	1,427	1,74	2,93	5,63	6,19
1,403	1,75	3,07	5,90	6,47	1,428	1,74	2,92	5,62	6,17
1,404	1,75	3,06	5,89	6,46	1,429	1,74	2,92	5,61	6,16
1,405	1,75	3,05	5,88	6,45	1,430	1,74	2,91	5,60	6,15

ANEXA H (continuare)

Tabelul 19 (continuare)

K	T	Z	Y	U	K	T	Z	Y	U
1,406	1,75	3,05	5,87	6,44	1,431	1,74	2,91	5,59	6,14
1,407	1,75	3,04	5,86	6,43	1,432	1,74	2,90	5,58	6,13
1,408	1,75	3,04	5,84	6,41	1,433	1,74	2,90	5,57	6,11
1,409	1,75	3,03	5,83	6,40	1,434	1,74	2,89	5,56	6,10
1,410	1,75	3,02	5,82	6,39	1,435	1,74	2,89	5,55	6,09
1,411	1,75	3,02	5,81	6,38	1,436	1,74	2,88	5,54	6,08
1,412	1,75	3,01	5,80	6,37	1,437	1,74	2,88	5,53	6,07
1,413	1,75	3,01	5,78	6,35	1,438	1,74	2,87	5,52	6,05
1,414	1,75	3,00	5,77	5,34	1,439	1,74	2,87	5,51	6,04
1,415	1,75	3,00	5,76	6,33	1,440	1,74	2,86	5,50	6,03
1,416	1,75	2,99	5,75	6,32	1,441	1,74	2,86	5,49	6,02
1,417	1,75	2,98	5,74	6,31	1,442	1,74	2,85	5,48	6,01
1,418	1,75	2,98	5,72	6,29	1,443	1,74	2,85	5,47	6,00
1,419	1,75	2,97	5,71	6,28	1,444	1,74	2,84	5,46	5,99
1,420	1,75	2,97	5,70	6,27	1,445	1,74	2 84	5,45	5,98
1,421	1,75	2,96	5,69	6,26	1,446	1,74	2,83	5,44	5,97
1,422	1,75	2,96	5,68	6,25	1,447	1,73	2,83	5,43	5,96
1,423	1,75	2,95	5,67	6,23	1,448	1,73	2,82	5,42	5,95
1,424	1,74	2,95	5,66	6,22	1,449	1,73	2,82	5,41	5,94
1,425	1,74	2,94	5,65	6,21	1,450	1,73	2,81	5,40	5,93
1,451	1,73	2,81	5,39	5,92	1,476	1,72	2,70	5,15	5,65
1,452	1,73	2,80	5,38	5,91	1,477	1,72	2,69	5,14	5,64
1,453	1,73	2,80	5,37	5,90	1,478	1,72	2,69	5,14	5,63
1,454	1,73	2,80	5,36	5,89	1,479	1,72	2,68	5,13	5,62
1,455	1,73	2,79	5,35	5,88	1,480	1,72	2,68	5,12	5,61
1,456	1,73	2,79	5,34	5,87	1,481	1,72	2,68	5,11	5,60
1,457	1,73	2,78	5,33	5,86	1,482	1,72	2,67	5,10	5,59
1,458	1,73	2,78	5,32	5,85	1,483	1,72	2,67	5,10	5,59
1,459	1,73	2,77	5,31	5,84	1,484	1,72	2,66	5,09	5,58
1,460	1,73	2,77	5,30	5,83	1,485	1,72	2,66	5,08	5,57

K	T	Z	Y	U	K	T	Z	Y	U
1,461	1,73	2,76	5,29	5,82	1,486	1,72	2,66	5,07	5,56
1,462	1,73	2,76	5,28	5,80	1,487	1,72	2,65	5,06	5,55
1,463	1,73	2,75	5,27	5,79	1,488	1,72	2,65	5,06	5,55
1,464	1,73	2,75	5,26	5,78	1,489	1,72	2,64	5,05	5,54
1,465	1,73	2,74	5,25	5,77	1,490	1,72	2,64	5,04	5,53
1,466	1,73	2,74	5,24	5,76	1,491	1,72	2,64	5,03	5,52
1,467	1,73	2,74	5,23	5,74	1,492	1,72	2,63	5,02	5,51
1,468	1,72	2,73	5,22	5,73	1,493	1,71	2,63	5,02	5,50
1,469	1,72	2,73	5,21	5,72	1,494	1,71	2,62	5,01	5,50
1,470	1,72	2,72	5,20	5,71	1,495	1,71	2,62	5,00	5,49
1,471	1,72	2,72	5,19	5,70	1,496	1,71	2,62	4,99	5,48
1,472	1,72	2,71	5,18	5,69	1,497	1,71	2,61	4,98	5,47
1,473	1,72	2,71	5,18	5,68	1,498	1,71	2,61	4,98	5,47
1,474	1,72	2,71	5,17	5,67	1,499	1,71	2,60	4,97	5,46
1,475	1,72	2,70	5,16	5,66	1,500	1,71	2,60	4,96	5,45
1,501	1,71	2,60	4,95	5,44	1,526	1,70	2,51	4,77	5,24
1,502	1,71	2,59	4,94	5,43	1,527	1,70	2,50	4,76	5,23
1,503	1,71	2,59	4,94	5,43	1,528	1,70	2,50	4,76	5,23
1,504	1,71	2,58	4,93	5,42	1,529	1,70	2,49	4,75	5,22
1,505	1,71	2,58	4,92	5,41	1,530	1,70	2,49	4,74	5,21
1,506	1,71	2,58	4,91	5,40	1,531	1,70	2,49	4,73	5,20
1,507	1,71	2,57	4,90	5,39	1,532	1,70	2,48	4,72	5,19
1,508	1,71	2,57	4,90	5,39	1,533	1,70	2,48	4,72	5,19
1,509	1,71	2,57	4,89	5,38	1,534	1,70	2,48	4,71	5,17
1,510	1,71	2,56	4,88	5,37	1,535	1,70	2,47	4,70	5,17
1,511	1,71	2,56	4,87	5,36	1,536	1,70	2,47	4,69	5,16
1,512	1,71	2,56	4,86	5,35	1,537	1,70	2,47	4,68	5,15
1,513	1,71	2,55	4,86	5,35	1,538	1,69	2,46	4,68	5,15
1,514	1,71	2,55	4,85	5,34	1,539	1,69	2,46	4,67	5,14
1,515	1,71	2,54	4,84	5,33	1,540	1,69	2,46	4,66	5,13

ANEXA H (continuare)

Tabelul 19 (continuare)

K	T	Z	Y	U	K	T	Z	Y	U
1,516	1,71	2,54	4,83	5,32	1,541	1,69	2,45	4,66	5,12
1,517	1,71	2,54	4,82	5,31	1,542	1,69	2,45	4,65	5,11
1,518	1,71	2,53	4,82	5,31	1,543	1,69	2,45	4,64	5,11
1,519	1,70	2,53	4,81	5,30	1,544	1,69	2,45	4,64	5,10
1,520	1,70	2,53	4,80	5,29	1,545	1,69	2,44	4,63	5,09
1,521	1,70	2,52	4,79	5,28	1,546	1,69	2,44	4,63	5,08
1,522	1,70	2,52	4,79	5,27	1,547	1,69	2,44	4,62	5,07
1,523	1,70	2,52	4,78	5,27	1,548	1,69	2,43	4,62	5,07
1,524	1,70	2,51	4,78	5,26	1,549	1,69	2,43	4,61	5,06
1,525	1,70	2,51	4,77	5,25	1,550	1,69	2,43	4,60	5,05
1,551	1,69	2,42	4,60	5,05	1,566	1,68	2,38	4,50	4,95
1,552	1,69	2,42	4,59	5,04	1,567	1,68	2,37	4,50	4,94
1,553	1,69	2,42	4,58	5,03	1,568	1,68	2,37	4,49	4,93
1,554	1,69	2,41	4,58	5,03	1,569	1,68	2,37	4,48	4,92
1,555	1,69	2,41	4,57	5,02	1,570	1,68	2,37	4,48	4,92
1,556	1,69	2,41	4,57	5,02	1,571	1,68	2,36	4,47	4,91
1,557	1,69	2,40	4,56	5,01	1,572	1,68	2,36	4,47	4,91
1,558	1,69	2,40	4,56	5,00	1,573	1,68	2,36	4,46	4,90
1,559	1,69	2,40	4,55	4,99	1,574	1,68	2,35	4,46	4,89
1,560	1,69	2,40	4,54	4,99	1,575	1,68	2,35	4,45	4,89
1,561	1,69	2,39	4,54	4,98	1,576	1,68	2,35	4,44	4,88
1,562	1,69	2,39	4,53	4,97	1,577	1,68	2,35	4,44	4,88
1,563	1,68	2,39	4,52	4,97	1,578	1,68	2,34	4,43	4,87
1,564	1,68	2,38	4,51	4,96	1,579	1,68	2,34	4,42	4,86
1,565	1,68	2,38	4,51	4,95	1,580	1,68	2,34	4,42	4,86

Tabelul 20

Elemente cilindrice	Elemente conice	Funduri elipsoidale	Funduri semisferice sau sferice racordate (mâner de coş)
$\frac{d}{D} \le 0,6^{*)}$	$\frac{d}{D} \le 0,6^{*)}$	$\frac{d}{D} \le 0,5$	$\frac{d}{D} \le 0,6^{*)}$
$\frac{s_p}{D} \le 0,1$	$\frac{s_p}{D_k} \le \frac{0,1}{\cos\alpha}$	$\frac{s_p}{D} \le 0,1$	$\frac{s_p}{D} \le 0,1$
$D_c = D$	$D_c = \frac{D_k}{\cos\alpha}$	$D_c = \frac{D^2}{2H}$	$D_c = 2R^{**)}$

*)În cazuri justificate prin proiect, se admite aplicarea relațiilor de calcul pentru cazurile în care: $\frac{d}{D} > 0,6$ respectiv $\frac{d}{D_k} > 0,6$.

**)Pentru fundurile sferice racordate (mâner de coş), R este raza calotei sferice.

ANEXA H (continuare)

Tabelul 21

Denumirea		K	β_{cr}	ψ_{max}
Gaze şi vapori supraîncălziți	Acetilenă	1,26	0,553	0,468
	Azot	1,40	0,530	0,484
	Gaz de iluminat	1,36	0,536	0,480
	Metan	1,32	0,543	0,476
	Aer	1,40	0,530	0,484
	Abur supraîncălzit din apă	1,30	0,546	0,473
	Oxigen	1,40	0,530	0,484
	Oxid de carbon	1,40	0,530	0,484
	Hidrogen	1,41	0,529	0,485
Vapori saturați uscați	Amoniac	1,31	0,544	0,474
	Butan şi izobutan	1,11	0,582	0,446
	Clor	1,34	0,539	0,478
	Acid clorhidric	1,40	0,530	0,484
	Amestec difenilic	1,05	0,596	0,437
	Bioxid de carbon	1,30	0,546	0,473
	Etan	1,20	0,546	0,459
	Etilenă	1,25	0,555	0,466
	Abur din apă	1,135	0,577	0,450
	Propan	1,14	0,576	0,451

Tabelul 22

Diametrul exterior al țevii, D_e, mm	Raza de curbură R, mm								
	35–50	51–75	76–100	101–50	151–200	201–300	301–400	401–500	501-600
25	2,3	2,0	1,8	1,3	1,2	1,0	-	-	-
32	-	-	2,6	2,2	2,0	-	-	-	-
38	-	-	-	3,0	2,5	1,0	-	-	-
44,5	-	-	-	3,5	3,5	2,8	-	-	-
60	-	-	-	4,5	4,0	3,8	3,0	-	-
76	-	-	-	-	6,0	5,8	4,5	-	-
89	-	-	-	-	6,0	5,5	5,0	4,0	3,5
114	-	-	-	-	-	-	7,0	6,5	6,0
159	-	-	-	-	-	-	-	7,0	6,5

Tabelul 23

Grosimea nominală a tablei (mm)	Valoarea maximă a îngroşării r (mm)
până la 25 inclusiv	3
peste 25	5

ANEXA H (sfârşit)

Tabelul 24

Nr. crt.	Felul sudării	Calitatea oţelului	Volumul de control nedistructiv	Numărul probelor sudate
1	Sudare manuală şi automată cu arc electric	Carbon şi slab aliat	100%	Una pentru toate sudurile de acelaşi tip şi sudori
			Sondaj	1%, dar cel puţin una pe tip de sudură şi sudori
		Aliat	100% Sondaj	2%, dar cel puţin 2 pe tip de sudură şi sudori
2	Sudare manuală cu gaze	Oricare	100%	1% pe tip de sudură şi sudor
			Sondaj	2% pe tip de sudură şi sudor
3	Sudare prin presiune pe maşini obişnuite	Oricare	-	2% pe tip de sudură şi sudor, pe schimb
4	Sudare prin presiune pe maşini automatizate, cu verificarea la fiecare schimb a reglajului maşinii prin încercări de control	Oricare	-	1% pe tip de sudură şi sudor, pe schimb
5	Idem poz. 4 pe maşini cu înregistrarea parametrilor	Oricare	-	2% pentru o reglare a maşinii în timp de cel mult 3 zile, inclusiv câte 2 probe la începutul schimbului sau acordarea maşinii

Observaţii:

1) Prin „suduri de acelaşi tip” se înţeleg sudurile executate la ţevi de acelaşi diametru şi în aceleaşi condiţii definite la pct. 6.5.1.

2) Prin „reglajul maşinii” se înţelege stabilirea pe maşini a parametrilor regimului de sudare, la schimbarea tipului de suduri pentru un anumit procedeu de sudură.

3) Prin „acordarea maşinii” se înţelege corectarea parametrilor regimului de sudare dereglaţi, pentru menţinerea lor la valorile stabilite pentru un anumit tip de sudură.

4) Numărul probelor sudate este dat în procente din numărul total al sudurilor executate.

5) Prevederile tabelului nu se referă la probele sudate ale îmbinărilor cap la cap ale racordurilor din ţeavă cu flanşe sau alte elemente.

Tabelul 25

Diametrul exterior „D” al ţevii, mm	Grosimea nominală a peretelui ţevii	Lăţimea „b” a epruvetei pentru îndoire (fig. 65)
până la 51 inclusiv peste 51	s	s+D/10, dar maxim 38 mm s+D/120, dar maxim 38 mm

Tabelul 26

Mărimea filetutui cepului, conform SR ISO 7-1	Grosimea minimă a secţiunii reparate, mm	Raza de curbură minimă a cilindrului sau a conului, mm
G 1/8	9	14
G ¼	11	18
G 3/8	13	27
G ½	16	32
G3/4	19	50
G 1	21	63
G 1 ¼	22	100
G 1 ½	24	133
G 2	25	206

ANEXA I

Conținutul documentației de proiectare

I.1 Desene ale recipientului sub presiune care formează desenul tip de ansamblu
I.2 Calculul de rezistență (breviarul de calcul)

I.1 Desenul tip de ansamblu trebuie să conțină:

I.1.1 Caracteristici tehnice:
- presiunea maximă admisibilă de lucru;
- presiunea de încercarea hidraulică şi durata;
- temperatura maximă admisibilă de lucru a recipientului;
- temperatura minimă admisibilă de lucru a recipientului;
- volumul;
- denumirea fluidului de lucru;
- caracteristicele fluidului de lucru;
- corozivitatea față de metalul recipientului, mm/an (când nu se cunoaşte se va atenționa acest lucru sau se va da informativ); se va menționa dacă provoacă coroziune fisurantă sub tensiune sau intergranulară;
- periculozitate (toxic, exploziv, inflamabil);
- temperatură maximă a fluidului;
- temperatură minimă a fluidului;
-greutata specifică a fluidului;
-mărcile materialelor de bază şi tipul materialelor de adaos pentru fiecare element calculat sau care se sudează de acestea;
- adaos pentru condiții de exploatare;
- încercare de etanşeitate (necesitate şi valoare);
- masa maximă a încărcăturii (pentru fluide lichefiate);
- masa recipientului gol;
- masa recipientului la încercarea hidraulică;
- aria de transfer de căldură, număr de treceri, aria secțiunii de trecere (pentru schimbătoare de căldură şi similare).

I.1.2 Condiții tehnice:
- denumirea prescripțiilor tehnice (codului de proiectare) după care se elaborează proiectul de construire, montare sau reparare a recipientului;
- clasa de calitate a tablelor, la verificările cu ultrasunete;
- date privind îmbinările sudate;
- coeficienții de rezistență ai îmbinărilor sudate longitudinale;
- metoda şi volumul de control nedistructiv (procente);
- detaliile îmbinărilor sudate (formă şi dimensiuni).

I.1.3 Alte date:
- numărul breviarului de calcul aferent;
- detalii privind echiparea cu armături şi dispozitive de siguranță;
- date privind racordurile cu funcția lor tehnologică şi gurile de acces şi verificare, cu indicarea diametrului şi presiunii nominale, a standardelor după care se execută, tipul suprafețelor de etanşare;
- dimensiunile principale ale recipientului, inclusiv cele necesare pentru verificarea calculelor de rezistență;

ANEXA I (sfârşit)

- felul tratamentului termic;
- date privind dispozitivele de siguranță; locul montării, tipul, dimensiuni, capacitatea de evacuare necesară;
- amplasarea reală a şuruburilor de fundații.

NOTĂ: Datele prezentate constituie cerințe minime pentru proiectele de construire, montare sau reparare. Suplimentar, documentația de proiectare poate conține şi alte documente (caiet de sarcini, instrucțiuni de exploatare etc.).

MODIFICĂRI DUPĂ PUBLICARE

Evidența modificărilor şi completărilor

Indicativul documentului de modificare şi completare	Monitorul Oficial, Partea I, Nr./an	Puncte modificate