

ANEXA

REZOLUȚIA MSC.391(95)
(adoptată la 11 iunie 2015)

**ADOPTAREA CODUL INTERNAȚIONAL PRIVIND SIGURANȚA NAVELOR CARE
 UTILIZEAZĂ GAZE SAU ALȚI COMBUSTIBILI CU PUNCT DE APRINDERE SCĂZUT
 (CODUL IGF)**

COMITETUL SECURITĂȚII MARITIME,

AMINTIND articolul 28(b) al Convenției privind crearea Organizației Maritime Internaționale referitor la funcțiile comitetului,

RECUNOSCÂND necesitatea elaborării unui cod obligatoriu pentru navele care utilizează gaze sau alți combustibili cu punct de aprindere scăzut,

NOTÂND rezoluția MSC.392 (95) prin care s-au adoptat, printre altele, amendamentele la capitolele II-1, II-2 și apendicele la anexa din Convenția internațională din 1974 pentru ocrotirea vieții omenești pe mare („Convenția”) pentru a face regulile din Codul internațional privind siguranța navelor care utilizează gaze sau alți combustibili cu punct de aprindere scăzut (Codul IGF) obligatorii conform Convenției,

LUÂND ÎN CONSIDERARE, la cea de-a nouăzeci și cincea sesiune a sa, proiectul Codului internațional privind siguranța navelor care utilizează gaze sau alți combustibili cu punct de aprindere scăzut,

- 1 ADOPTĂ, Codul IGF, al cărui text este dat în anexa la prezenta rezoluție;
- 2 INVITĂ Guvernele contractante la Convenție să ia notă de faptul că Codul IGF va produce efect de la 1 ianuarie 2017 odată cu intrarea în vigoare a amendamentelor la capitolele II-1, II-2 și apendicele la anexa din Convenție;
- 3 INVITĂ DE ASEMENEA Guvernele contractante la Convenție să ia în considerare aplicarea, voluntară a Codului IGF, în măsura în care este posibil, navelor de marfă cu un tonaj brut mai mic de 500 care utilizează gaze sau alți combustibili cu punct de aprindere scăzut;
- 4 RECUNOAȘTE că cerințe pentru alți combustibili cu punct de aprindere scăzut vor fi adăugate la Codul IGF dacă și atunci când acestea sunt elaborate de către Organizație;
- 5 SOLICITĂ Secretarului General al Organizației să transmită tuturor Guvernelor contractante la Convenție copii certificate ale prezentei rezoluții și ale textului Codului IGF dat în Anexă;
- 6 SOLICITĂ DE ASEMENEA Secretarului General al Organizației să transmită tuturor membrilor Organizației, care nu sunt Guverne contractante la Convenția SOLAS, copii ale prezentei rezoluții și ale textului Codului IGF dat în Anexă.

**CODUL INTERNAȚIONAL PENTRU SIGURANȚA NAVELOR
CARE UTILIZEAZĂ GAZE SAU ALȚI COMBUSTIBILI
CU PUNCT DE APRINDERE SCĂZUT (CODUL IGF)**

CUPRINS

Secțiune	
1	INTRODUCERE
PARTEA A	
2	GENERALITĂȚI
2.1	Aplicare
2.2	Definiții
2.3	Concepții alternative
3	SCOP ȘI CERINȚE DE EXPLOATARE
3.1	Scop
3.2	Cerințe de exploatare
4	CERINȚE GENERALE
4.1	Scop
4.2	Evaluarea riscurilor
4.3	Limitarea consecințelor unei explozii
PARTEA A-1 CERINȚE SPECIALE APLICABILE NAVELOR CARE UTILIZEAZĂ GAZ NATURAL CA ȘI COMBUSTIBIL	
5	PROIECTAREA ȘI AMENAJAREA NAVEI
5.1	Scop
5.2	Cerințe de exploatare
5.3	Reguli - generalități
5.4	Concepte privind încăperea de mașini
5.5	Reguli pentru încăperile de mașini sigure la gaze
5.6	Reguli pentru încăperea de mașini protejate cu ESD
5.7	Reguli pentru amplasarea și protejarea tubulaturii de combustibil
5.8	Reguli pentru proiectarea camerei pentru pregătirea combustibilului
5.9	Reguli pentru instalațiile de santină
5.10	Reguli pentru tăvile de scurgere
5.11	Reguli pentru amenajarea intrărilor și a altor deschideri în spațiile închise
5.12	Reguli pentru camerele de ecluzare
6	SISTEM PENTRU STOCAREA COMBUSTIBILULUI
6.1	Scop
6.2	Cerințe de exploatare
6.3	Reguli - Generalități
6.4	Reguli pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat
6.5	Reguli pentru tancurile mobile pentru combustibil gazos lichefiat
6.6	Reguli pentru stocarea combustibilului gazos natural comprimat (CNG)
6.7	Reguli pentru dispozitivul de limitare a presiunii
6.8	Reguli pentru limita de încărcare pentru tancurile de combustibil gazos lichefiat

	6.9	Reguli pentru menținerea condițiilor de stocare a combustibilului
	6.10	Reguli pentru controlul atmosferei în interiorul sistemului pentru stocarea combustibilului
	6.11	Reguli pentru controlul atmosferei în spațiile de magazie destinate stocării combustibilului (sisteme pentru stocarea combustibilului altele decât tancurile independente de tip C)
	6.12	Reguli pentru controlul mediului din spațiile ce înconjoară tancurile independente de tip C
	6.13	Reguli pentru inertizarea
	6.14	Reguli pentru producerea și stocarea gazului inert la bordul navei
7		MATERIALE ȘI PROIECTARE GENERALĂ PENTRU INSTALAȚII CU TUBULATURI
	7.1	Scop
	7.2	Cerințe de exploatare
	7.3	Reguli pentru proiectarea generală a tubulaturilor
	7.4	Reguli pentru materiale
8		BUNCHERARE
	8.1	Scop
	8.2	Cerințe de exploatare
	8.3	Reguli pentru stația de buncherare
	8.4	Reguli pentru manifold
	8.5	Reguli pentru instalația de buncherare
9		ALIMENTAREA CONSUMATORILOR CU COMBUSTIBIL
	9.1	Scop
	9.2	Cerințe de exploatare
	9.3	Reguli pentru redundanța alimentării cu combustibil
	9.4	Reguli pentru funcționarea în siguranță a instalației de alimentare cu gaz
	9.5	Reguli pentru instalația de distribuție a combustibilului în exteriorul încăperii de mașini
	9.6	Reguli pentru alimentarea consumatorilor cu combustibil în încăperile de mașini protejate la gaze
	9.7	Reguli pentru alimentarea consumatorilor cu combustibil gazos în încăperile de mașini protejate cu ESD
	9.8	Reguli pentru proiectarea tubulaturii exterioare a conductelor ventilate pentru protejarea împotriva scurgerilor de gaze din tubulatura interioară
	9.9	Reguli pentru compresoarele și pompele
10		PRODUCEREA DE ENERGIE, CARE INCLUDE INSTALAȚIA DE PROPULSIE ȘI ALȚI CONSUMATORI DE GAZ
	10.1	Scop
	10.2	Cerințe de exploatare
	10.3	Reguli pentru motoarele cu ardere internă de tip cu pistoane
	10.4	Reguli pentru căldările principale și auxiliare
	10.5	Reguli pentru turbinele de gaz
11		PROTECȚIA CONTRA INCENDIULUI
	11.1	Scop
	11.2	Cerințe de exploatare
	11.3	Reguli pentru protecția contra incendiului
	11.4	Reguli pentru tubulatura principală de incendiu

	11.5	Reguli pentru instalația de pulverizare a apei
	11.6	Reguli pentru instalația de stingere a incendiului cu pulbere chimică uscată
	11.7	Reguli pentru instalația de detectare și semnalizare a incendiului
12		PREVENIREA EXPLOZIEI
	12.1	Scop
	12.2	Cerințe de exploatare
	12.3	Reguli - Generalități
	12.4	Reguli pentru clasificarea zonelor
	12.5	Zone periculoase
13		VENTILAȚIE
	13.1	Scop
	13.2	Cerințe de exploatare
	13.3	Reguli - Generalități
	13.4	Reguli pentru spațiul cu racordurile tancului
	13.5	Reguli pentru încăperile de mașini
	13.6	Reguli pentru camera pentru pregătirea combustibilului
	13.7	Reguli pentru stația de buncherare
	13.8	Reguli pentru conductele și țevile cu pereți dubli
14		INSTALAȚII ELECTRICE
	14.1	Scop
	14.2	Cerințe de exploatare
	14.3	Reguli - Generalități
15		INSTALAȚII DE COMANDĂ, SUPRAVEGHERE ȘI SIGURANȚĂ
	15.1	Scop
	15.2	Cerințe de exploatare
	15.3	Reguli - Generalități
	15.4	Reguli pentru buncherare și supravegherea tancurilor de combustibil gazos lichefiat
	15.5	Reguli pentru comanda operațiunilor de buncherare
	15.6	Reguli pentru supravegherea compresoarelor cu gaz
	15.7	Reguli pentru supravegherea motoarelor cu gaz
	15.8	Reguli pentru detectarea gazelor
	15.9	Reguli pentru detectarea incendiului
	15.10	Reguli pentru ventilație
	15.11	Reguli pentru funcțiile de siguranță ale instalațiilor de alimentare cu combustibil
ANEXĂ		Normă pentru utilizarea metodelor de calcul a stărilor limită în cazul proiectării sistemelor cu configurație nouă pentru stocarea combustibilului
PARTEA B-1		
16		FABRICARE, MANOPERĂ ȘI ÎNCERCARE
	16.1	Generalități
	16.2	Reguli și specificații generale privind încercarea
	16.3	Sudarea materialelor metalice și examinarea nedistructivă a sistemului pentru stocarea combustibilului
	16.4	Alte reguli pentru construcția care utilizează materiale metalice
	16.5	Încercare
	16.6	Sudare, tratament termic după sudare și examinare nedistructivă

	16.7	Reguli pentru încercare
PARTEA C-1		
17	EXERCITII ȘI ANTRENAMENTE PENTRU CAZ DE URGENTĂ	
18	EXPLOATARE	
	18.1	Scop
	18.2	Cerințe de exploatare
	18.3	Reguli pentru întreținerea
	18.4	Reguli pentru operațiunile de buncherare
	18.5	Reguli pentru accesul în spațiile închise
	18.6	Reguli pentru inertizarea și purjarea instalațiilor de combustibil
	18.7	Reguli pentru lucrul la cald desfășurat la instalațiile de combustibil sau în apropierea acestora
ANEXĂ		NOTĂ DE LIVRARE BUNCHER GNL
PARTEA D		
19	INSTRUIRE	
	19.1	Scop
	19.2	Cerințe de exploatare

1 INTRODUCERE

Scopul acestui Cod este să asigure o normă internațională pentru navele care utilizează combustibil cu punct de aprindere scăzut, altele decât navele prevăzute în Codul IGC.

Conceptul de bază al prezentului Cod este să asigure regulile obligatorii referitoare la dispunerea, instalarea, comanda și supravegherea mașinilor, echipamentelor și sistemelor care utilizează combustibil cu punct de aprindere scăzut pentru a reduce la minimum riscul pentru navă, echipajul său și mediu, având în vedere natura combustibilului respectiv.

Pe parcursul elaborării acestui Cod, s-a recunoscut că acesta trebuie să se bazeze pe principii solide de construcție și mecanică navală, ca și pe cele mai bune cunoștințe obținute din experiența de exploatare curentă, date din domeniul de cercetare și dezvoltare. Datorită evoluției rapide a tehnicilor care utilizează noi combustibili, Organizația va reexamina periodic acest Cod, ținând cont atât de experiența dobândită cât și de progresele tehnice.

Acest Cod se referă la toate domeniile care necesită o atenție specială privind utilizarea combustibililor cu punct de aprindere scăzut. Acesta se bazează în mod fundamental pe abordarea bazată pe obiective (Circulara MSC.1/Circ.1394). Prin urmare, scopul și cerințele de exploatare au fost definite pentru fiecare secțiune astfel încât să constituie baza pentru proiectare, construcție și exploatare.

În versiunea sa actuală, Codul cuprinde reguli pentru îndeplinirea cerințelor de exploatare pentru gazele naturale utilizate ca și combustibil. Regulile pentru alți combustibili cu punct de aprindere scăzut vor fi adăugate la acest Cod dacă și atunci când acestea sunt elaborate de către Organizație.

Între timp, în cazul altor combustibili cu punct de aprindere scăzut, respectarea cerințelor de exploatare din acest Cod trebuie să fie demonstrată în conformitate cu dispozițiile referitoare la metodele de proiectare alternative.

PARTEA A

2 GENERALITĂȚI

2.1 Aplicare

Dacă nu se prevede în mod expres altfel, acest Cod se aplică navelor prevăzute în Partea G a capitolului II-1 din Convenția SOLAS.

2.2 Definiții

Dacă nu se prevede în mod expres altfel în continuare, definițiile sunt acelea din capitolul II-2 din Convenția SOLAS.

2.2.1 *Accident* înseamnă un eveniment necontrolat care poate duce la pierderi de vieți omenești, vătămări corporale, deteriorarea mediului sau pierderea de active și interese financiare.

2.2.2 *Lățime (B)* înseamnă lățimea maximă de construcție a navei, măsurată la linia de încărcare maximă sau sub aceasta (pescajul la linia de încărcare de vară) (se face referire la regula II-1/2.8 din Convenția SOLAS).

2.2.3 *Buncherare* înseamnă transferul de combustibil lichid sau sub formă de gaz din unitățile de la țărm sau unitățile plutitoare în tancurile fixe de pe navă sau racordarea tancurilor mobile la instalația de alimentare cu combustibil.

2.2.4 *Tip certificat de siguranță* înseamnă echipament electric care este certificat de siguranță de către autoritățile recunoscute de Administrație pentru exploatare într-o atmosferă inflamabilă conform unei norme recunoscute¹.

2.2.5 *CNG* înseamnă gaz natural comprimat (a se vedea și 2.2.26).

2.2.6 *Post de comandă* înseamnă acele spații definite în capitolul II-2 din Convenția SOLAS și, în mod suplimentar, pentru acest Cod, postul de comandă mașini.

2.2.7 *Temperatura de calcul* pentru selectarea materialelor este temperatura minimă la care combustibilul gazos lichefiat poate fi încărcat sau transportat în tancuri de combustibil gazos lichefiat.

2.2.8 *Presiunea vaporilor de calcul "P₀"* este presiunea efectivă maximală la partea superioară a tancului, care să fie utilizată în proiectarea tancului.

2.2.9 *Valvă dublă de închidere și purjare* înseamnă un set de două valvule montate, în serie, pe o tubulatură și o a treia valvă care permite evacuarea presiunii din tubulatura dintre cele două valvule. Dispunerea poate de asemenea să fie compusă din o valvă cu două căi și o valvă de închidere în locul celor trei valvule separate.

2.2.10 *Motoare cu dublu combustibil* sunt motoarele care pot arde combustibilul reglementat de acest Cod (ca și combustibil primar) și combustibilul lichid. Combustibilii lichizi pot fi produse distilate și

¹ Se face referire la publicația Comisiei internaționale pentru electrotehnică (IEC) seria 60079 „Atmosfere explozive” și la publicația IEC seria 60092-502:1999 „Instalații electrice de la bordul navelor – Nave cisternă – Caracteristici speciale”.

reziduale.

2.2.11 *Spațiu închis* înseamnă orice spațiu în interiorul căruia, în lipsa ventilației artificiale, ventilația va fi limitată și orice atmosferă explozivă nu va fi dispersată în mod natural².

2.2.12 Acronimul *ESD* înseamnă dispozitiv de închidere de urgență.

2.2.13 *Explozie* înseamnă o deflagrație produsă ca urmare a unei arderi necontrolate.

2.2.14 *Degajarea presiunii de explozie* înseamnă măsurile luate pentru a preveni producerea presiunii de explozie într-un container sau spațiu închis care depășește suprapresiunea maximă pentru care containerul sau spațiul este proiectat, prin degajarea suprapresiunii prin orificiile prevăzute în acest scop.

2.2.15 *Sistem pentru stocarea combustibilului* înseamnă instalația pentru stocarea combustibilului, inclusiv racordurile tancului. Acesta include, după caz, o barieră primară și o barieră secundară, izolația aferentă și toate spațiile intermediare, precum și structura adiacentă dacă este necesar pentru a susține aceste elemente. Dacă bariera secundară face parte din structura corpului navei, acesta poate fi un perete al spațiului de magazie care conține combustibil.

Spațiile din jurul tancului de combustibil sunt definite după cum urmează:

- .1 *Spațiul de magazie care conține combustibil* este spațiul închis de structura navei în care există un sistem pentru stocarea combustibilului. În cazul în care racordurile tancului se află în spațiul de magazie care conține combustibil, acesta va fi de asemenea un spațiu pentru racordurile tancului;
- .2 *Spațiul dintre bariere* este spațiul dintre o barieră primară și o barieră secundară, indiferent dacă este sau nu ocupat în totalitate sau parțial de izolație sau de alte materiale; și
- .3 *Spațiul cu racordurile tancului* este spațiul care înconjoară toate racordurile tancului și valvulele tancului care sunt cerute pentru tancurile cu aceste racorduri situate în spații închise.

2.2.16 *Limită de umplere (FL)* se referă la volumul maxim de lichid dintr-un tanc de combustibil pe baza volumului total al tancului, atunci când combustibilul lichid a atins temperatura de referință.

2.2.17 *Camera pentru pregătirea combustibilului* înseamnă orice spațiu care conține pompe, compresoare și/sau vaporizatoare pentru pregătirea combustibilului.

2.2.18 *Gaz* înseamnă un fluid a cărui presiune a vaporilor depășește 0,28 MPa absolut la o temperatură de 37,8°C.

2.2.19 *Consumator de gaz* înseamnă orice unitate de pe navă care utilizează gaz ca și combustibil.

2.2.20 *Motor numai cu gaz* înseamnă un motor care poate să funcționeze numai cu gaz și care nu poate să fie comutat să funcționeze cu un alt tip de combustibil.

2.2.21 *Zonă periculoasă* este o zonă în care există sau poate se aștepta să existe o atmosferă cu gaz

² Se face referire de asemenea la publicația IEC seria 60092-502:1999.

exploziv în asemenea cantități încât să necesite măsuri speciale de precauție privind construcția, instalarea și utilizarea echipamentelor.

2.2.22 *Presiune înaltă* înseamnă presiunea de lucru maximă care depășește 1,0 MPa.

2.2.23 *Tancurile independente* sunt tancuri autoportante care nu fac parte din corpul navei și nu sunt esențiale pentru rezistența corpului navei.

2.2.24 Acronimul *LEL* înseamnă limită inferioară de explozie.

2.2.25 *Lungimea (L)*, este lungimea astfel așa cum s-a definit în Convenția internațională asupra liniilor de încărcare în vigoare.

2.2.26 Acronimul *LNG* înseamnă gaz natural lichefiat.

2.2.27 *Limita de încărcare (LL)* înseamnă volumul maxim de lichid admisibil în raport cu volumul tancului la care acesta poate fi încărcat.

2.2.28 *Combustibil cu punct de aprindere scăzut* înseamnă combustibil gazos sau lichid cu un punct de aprindere mai scăzut decât este permis conform paragrafului 2.1.1 din regula II-2/4 din Convenția SOLAS.

2.2.29 Acronimul *MARVS* înseamnă presiunea maximă admisibilă a supapelor de siguranță.

2.2.30 Acronimul *MAWP* înseamnă presiunea maximă admisibilă de lucru a unei componente a sistemului sau a unui tanc.

2.2.31 *Tancuri cu membrană* înseamnă tancuri, care nu sunt autoportante și au un strat subțire (membrană), etanș la lichid și la gaz, susținute prin izolație de structura adiacentă a corpului navei.

2.2.32 *Motoare cu combustibil multiplu* sunt motoare care pot utiliza două sau mai multe tipuri distincte de combustibil care sunt separate unele de altele.

2.2.33 *Zonă nepericuloasă* este o zonă în care atmosfera de gaz exploziv nu este estimată a exista în cantități astfel încât să necesite măsuri speciale pentru construcția, instalarea și utilizarea echipamentului.

2.2.34 *Punte deschisă* este o punte care nu prezintă un risc semnificativ de incendiu, care este cel puțin deschisă la ambele capete/laterale sau deschisă la unul din capete, și care este prevăzută cu ventilație naturală corespunzătoare care este eficace pe întreaga lungime a punții prin deschideri permanente repartizate în pereții laterali sau pe puntea de mai sus.

2.2.35 *Risc* este o expresie utilizată pentru a defini combinarea probabilității și gravității consecințelor unui accident.

2.2.36 *Temperatura de referință* înseamnă temperatura corespunzătoare presiunii de vaporii a combustibilului dintr-un tanc de combustibil la presiunea de reglaj a supapelor de siguranță la presiune (PRV).

2.2.37 *Barieră secundară* este structura exterioară a unui sistem pentru stocarea combustibilului, rezistent

la lichide și proiectat pentru a putea opri temporar orice scurgere previzibilă a combustibilului lichid prin bariera primară și pentru a împiedica scăderea temperaturii structurii navei până la un nivel periculos.

2.2.38 *Spațiu semi-închis* este un spațiu în care condițiile naturale de ventilație sunt în mod semnificativ diferite de acelea obișnuite de pe puntea deschisă datorită prezenței unor structuri cum ar fi acoperișuri, paravânturi și pereți etanși și care sunt dispuse astfel încât dispersia gazelor nu se poate efectua³.

2.2.39 *Sursă de evacuare* înseamnă un punct sau o locație din care eliberarea în atmosferă de gaze, vapori, ceață sau lichide se poate efectua, astfel încât s-ar putea forma o atmosferă explozivă.

2.2.40 *Pierdere inacceptabilă de putere* înseamnă că nu este posibilă menținerea sau restabilirea funcționării normale a mașinilor de propulsie în situația defectării unuia din echipamentele auxiliare esențiale, conform regulii II-1/26.3 din Convenția SOLAS.

2.2.41 *Presiunea vaporilor* este presiunea absolută a vaporilor saturați deasupra lichidului, exprimată în MPa absolut, la o temperatură specificată.

2.3 Concepții alternative

2.3.1 Acest Cod conține cerințele de exploatare pentru toate dispozitivele și instalațiile legate de utilizarea combustibililor cu punct de aprindere scăzut.

2.3.2 Combustibilii, dispozitivele și instalațiile pentru sistemele de combustibil cu punct de aprindere scăzut pot:

- .1 să se abată de la cerințele acestui Cod, sau
- .2 să fie proiectate pentru utilizarea unui combustibil care nu este prevăzut în mod specific de acest Cod.

Astfel de combustibili, dispozitive și instalații pot fi utilizate cu condiția să îndeplinească scopul și cerințele de exploatare în cauză și să ofere un nivel de siguranță echivalent celui prevăzut în capitolele respective.

2.3.3 Echivalența concepțiilor alternative trebuie să fie demonstrată așa cum se indică în regula II-1/55 din Convenția SOLAS și aprobată de către Administrație. Totuși, Administrația nu trebuie să permită ca metodele sau procedurile de exploatare să fie aplicate ca o alternativă la un accesoriu, material, dispozitiv, aparat, element al echipamentului sau un tip al acestora care este prevăzut de acest Cod.

3 SCOP ȘI CERINȚE DE EXPLOATARE

3.1 Scop

Scopul acestui Cod este să asigure că navele și, în special, instalațiile sistemelor utilizate pentru mașinile de propulsie, mașinile pentru producerea energiei auxiliare și/sau alte mașini care folosesc gaz sau combustibil cu punct de aprindere scăzut ca și combustibil, sunt proiectate, construite și exploatate în condiții de siguranță și într-un mod ecologic rațional.

³ Se face referire de asemenea la publicația IEC seria 60092-502:1999 „Instalații electrice de la bordul navelor – Nave cisternă – Caracteristici speciale”.

3.2 Cerințe de exploatare

3.2.1 Sistemele trebuie să ofere un nivel de siguranță, fiabilitate și dependență echivalent cu acela asigurat de mașinile principale și auxiliare, noi și comparabile din punct de vedere convențional, care sunt alimentate cu combustibil lichid.

3.2.2 Probabilitatea și consecințele potențialelor pericole legate de combustibil trebuie să fie reduse la minimum prin dispunerea și proiectarea sistemului, cum ar fi acțiunile privind ventilația, detectarea și siguranța. În caz de scurgere de gaz sau eșec al măsurilor de reducere a riscurilor, trebuie să fie inițiate măsurile de siguranță necesare.

3.2.3 Principiile de proiectare trebuie să asigure că măsurile pentru reducerea riscurilor și acțiunile de siguranță pentru instalația de combustibil gazos nu implică o pierdere inacceptabilă a puterii.

3.2.4 Zonele periculoase trebuie să fie restricționate, pe cât posibil, pentru a minimiza riscurile potențiale care ar putea afecta siguranța navei, a persoanelor de la bord și echipamentul.

3.2.5 Echipamentul instalat în zonele periculoase trebuie să fie redus la acela necesar pentru funcționare și trebuie să fie adecvat și certificat în mod corespunzător.

3.2.6 Trebuie să se prevină acumularea neintenționată a concentrațiilor de gaze explozive, inflamabile sau toxice.

3.2.7 Componentele sistemului trebuie să fie protejate împotriva deteriorării externe.

3.2.8 Sursele de aprindere din zonele periculoase trebuie să fie minimizate pentru a reduce probabilitatea producerii exploziilor.

3.2.9 Trebuie să fie dispuse, în condiții adecvate și de siguranță, instalații de alimentare, depozitare și buncherare pentru combustibil care pot primi și conține combustibil în starea dorită, fără scurgeri. Cu excepția cazului în care este necesar din motive de siguranță, sistemul trebuie să fie proiectat pentru a preveni emisiile în condiții normale de funcționare, inclusiv în perioadele de inactivitate.

3.2.10 Trebuie să fie asigurate sisteme de tubulaturi, instalații pentru stocare și decompresie care sunt proiectate, construite și instalate în mod adecvat pentru utilizarea căreia îi sunt destinate.

3.2.11 Mașinile, sistemele și componentele trebuie să fie proiectate, construite, instalate, exploatate, întreținute și protejate pentru a se asigura siguranța și fiabilitatea funcționării lor.

3.2.12 Sistemul pentru stocarea combustibilului și încăperile de mașini care conțin sursa ce ar putea degaja gaz în încăpere trebuie să fie dispuse și amplasate astfel încât un incendiu sau o explozie în oricare dintre acestea să nu ducă la o pierdere inacceptabilă a puterii sau să facă inoperabil echipamentul din alte compartimente.

3.2.13 Trebuie să fie prevăzute sisteme de control, alarmă, monitorizare și închidere adecvate pentru a se asigura siguranța și fiabilitatea funcționării.

3.2.14 Pentru toate spațiile și zonele în cauză trebuie să fie amplasate dispozitive fixe pentru detectarea gazelor.

3.2.15 Trebuie să se prevadă măsuri de detectare, protecție și stingere a incendiului corespunzătoare pericolelor în cauză.

3.2.16 Punerea în funcțiune, efectuarea încercărilor și întreținerea sistemelor de combustibil și utilizarea mașinilor cu gaz trebuie să îndeplinească scopul în ceea ce privește siguranța, disponibilitatea și fiabilitatea.

3.2.17 Documentația tehnică trebuie să permită o evaluare a conformității sistemului și a componentelor sale în raport cu reglementările, recomandările, normele de proiectare aplicabile utilizate și principiile legate de siguranță, disponibilitate, mentenabilitate și fiabilitate.

3.2.18 O singură defecțiune într-un sistem tehnic sau la o componentă nu trebuie să conducă la o situație periculoasă sau la un risc.

4 CERINȚE GENERALE

4.1 Scop

Scopul acestui capitol este să asigure că evaluările necesare ale riscurilor implicate sunt efectuate pentru a elimina sau atenua orice efecte nefavorabile asupra persoanelor de la bord, mediului sau navei.

4.2 Evaluarea riscurilor

4.2.1 O evaluare a riscului trebuie să fie efectuată pentru a se asigura că riscurile rezultate din utilizarea combustibililor cu punct de aprindere scăzut care afectează persoanele de la bord, mediul și rezistența structurală sau integritatea navei sunt luate în considerare. Trebuie să ia în considerare pericolele asociate cu instalarea, exploatarea și întreținerea care pot apărea în urma oricărei defecțiuni previzibile în mod rezonabil.

4.2.2 Pentru navele care intră sub incidența regulilor din partea A-1, evaluarea riscului prevăzută la 4.2.1 este necesară a fi efectuată numai atunci când este cerută în mod explicit la paragrafele 5.10.5, 5.12.3, 6.4.1.1, 6.4.15.4.7.2, 8.3.1.1, 13.4.1, 13.7 și 15.8.1.10, precum și la paragrafele 4.4 și 6.8 din anexă.

4.2.3 Riscurile trebuie să fie analizate utilizând tehnici recunoscute și acceptabile de analiză a riscurilor și ținând cont de cel puțin de pierderea funcției, deteriorarea componentelor, incendiul, explozia și scurtcircuitul. Analiza trebuie să asigure că riscurile sunt eliminate ori de câte ori este posibil. Riscurile care nu pot fi eliminate trebuie să fie atenuate după cum este necesar. Detalii cu privire la riscuri și mijloacele prin care acestea pot fi atenuate trebuie să fie documentate conform cerințelor Administrației.

4.3 Limitarea consecințelor unei explozii

O explozie într-un spațiu care conține surse potențiale de degajare⁴ și surse potențiale de aprindere trebuie:

- .1 să nu producă daune sau să întrerupă funcționarea corespunzătoare a echipamentelor/sistemelor situate într-un spațiu altul decât acela în care s-a produs incidentul;
- .2 să nu avarieze nava astfel încât să producă o inundare sub nivelul punții principale sau o

⁴ Tubulaturile de combustibil cu pereți dubli nu sunt considerate ca și potențiale surse de degajare.

inundare progresivă;

- .3 să nu avarieze zonele de lucru sau de locuit astfel încât persoanele care se află în aceste zone în condiții normale de funcționare să nu fie vătămate;
- .4 să nu perturbe funcționarea corespunzătoare a posturilor de comandă și compartimentelor în care se află tablourile de distribuție necesare pentru distribuirea energiei;
- .5 să nu avarieze echipamentul de salvare sau echipamentele de lansare la apă corespunzătoare;
- .6 să nu perturbe funcționarea corespunzătoare a echipamentelor pentru stingerea incendiului situate în exteriorul spațiului afectat de explozie;
- .7 să nu afecteze alte zone ale navei astfel încât să se poată produce reacții în lanț care implică, printre altele, marfa, combustibilul gazos și combustibilul de buncherare; și
- .8 să nu împiedice accesul persoanelor la mijloacele de salvare sau să nu obstrucționeze căile de evacuare.

PARTEA A-1

CERINȚE SPECIALE APLICABILE NAVELOR CARE UTILIZEAZĂ GAZ NATURAL CA ȘI COMBUSTIBIL

În sensul regulilor din această parte, *combustibil* înseamnă gaz natural, fie în forma sa lichefiată, fie în stare gazoasă.

Trebuie recunoscut faptul că compoziția gazului natural poate varia în funcție de sursa de gaz natural și de prelucrarea gazului.

5 PROIECTAREA ȘI AMENAJAREA NAVEI

5.1 Scop

Scopul acestui capitol este să asigure că echipamentul pentru producerea energiei, sistemul pentru stocarea combustibilului, echipamentul pentru alimentarea cu combustibil și instalația de realimentare se află într-o locație sigură, sunt bine amplasate și protejate împotriva deteriorării mecanice.

5.2 Cerințe de exploatare

5.2.1 Acest capitol se referă la cerințele de exploatare prevăzute la 3.2.1 până la 3.2.3, 3.2.5, 3.2.6, 3.2.8, 3.2.12 până la 3.2.15 și 3.2.17. În mod special se aplică următoarele dispoziții:

- .1 tancul/tancurile de combustibil trebuie să fie amplasat/e astfel încât probabilitatea ca tancul/tancurile să fie avariat/e ca urmare a unei coliziuni sau eșuări să fie redusă la minimum ținând seama de exploatarea în siguranță a navei și alte potențiale pericole care pot fi relevante pentru navă;
- .2 sistemele pentru stocarea combustibilului, tubulaturile pentru combustibil și alte surse de degajare a combustibilului trebuie să fie dispuse astfel încât gazele de evacuare să ajungă într-un loc sigur în aer liber;
- .3 accesul sau alte deschideri la spațiile care conțin surse de degajare a combustibilului trebuie să fie dispuse astfel încât să se prevină scurgerile de gaze inflamabile, asfixiante sau toxice în spații care nu sunt destinate pentru prezența acestor gaze;
- .4 tubulatura de combustibil trebuie să fie protejată împotriva deteriorării mecanice;
- .5 sistemul de propulsie și sistemul de alimentare cu combustibil trebuie să fie proiectate astfel încât măsurile de siguranță luate ca urmare a unei scurgeri de gaz să nu conducă la o pierdere inacceptabilă a puterii; și
- .6 probabilitatea unei explozii de gaz într-o încăpere de mașini care conține mașini ce utilizează combustibil gazos sau combustibil cu punctul de aprindere scăzut trebuie să fie minimizată.

5.3 Reguli - Generalități

5.3.1 Tancurile pentru stocarea combustibilului trebuie să fie protejate împotriva deteriorării mecanice.

5.3.2 Tancurile pentru stocarea combustibilului și/sau echipamentul situat pe puntea deschisă trebuie să fie dispuse în locuri care asigură ventilația naturală suficientă pentru a preveni acumularea scurgerilor de gaz.

5.3.3 Tancul/tancurile de combustibil trebuie să fie protejat/e împotriva deteriorării exterioare produse de coliziune sau eșuare, după cum urmează:

- .1 Tancurile de combustibil trebuie să fie situate la o distanță minimă de $B/5$ sau 11,5 m, luându-se valoarea mai mică dintre acestea, măsurată de la bordajul navei perpendicular pe axa centrală la nivelul pescajului la linia de încărcare de vară;

B este lățimea maximă de construcție a navei măsurată la pescajul maxim sau sub acesta (pescajul la linia de încărcare de vară) (se face referire la regula II-1/2.8 din Convenția SOLAS);

- .2 Pereții de delimitare ai fiecărui tanc de combustibil trebuie să fie considerați ca limite exterioare extreme longitudinale, transversale și verticale ale structurii tancului, inclusiv valvulele tancului;
- .3 Pentru tancurile independente, distanța de protecție trebuie să fie măsurată de la peretele tancului (bariera primară a sistemului de stocare al tancului). Pentru tancurile cu membrană, distanța trebuie să fie măsurată la pereții din jurul izolației tancului;
- .4 În nici un caz pereții de delimitare ai tancului de combustibil nu trebuie să se situeze la o distanță, față de bordajul exterior sau extremitatea pupa a navei, care este mai mică decât următoarele distanțe:

- .1 Pentru navele de pasageri: $B/10$, dar în nici un caz mai mică de 0,8 m. Totuși, această distanță nu trebuie să fie mai mare de $B/15$ sau 2 m, luându-se valoarea mai mică dintre acestea, atunci când învelișul exterior este situat în interiorul zonei de $B/5$ sau 11,5 m, luându-se valoarea mai mică dintre acestea, conform regulilor de la 5.3.3.1;

- .2 Pentru navele de marfă:

- .1 atunci când V_c mai mică sau egală cu 1000 m^3 , 0,8 m;
- .2 atunci când $1000 \text{ m}^3 < V_c < 5000 \text{ m}^3$, $0,75 + V_c \times 0,2/4000$ m;
- .3 atunci când $5000 \text{ m}^3 \leq V_c < 30000 \text{ m}^3$, $0,8 + V_c/25000$ m; și
- .4 atunci când $V_c \geq 30000 \text{ m}^3$, 2 m,

unde:

V_c corespunde în procent de 100% din volumul brut de calcul al unui tanc de

combustibil individual la 20°C, inclusiv domurile și apendicii;

- .5 Partea cea mai de jos a pereților de delimitare ai tancului/tancurilor de combustibil trebuie să se situeze deasupra distanței minime de $B/15$ sau 2,0 m, luându-se valoarea mai mică dintre acestea, măsurată de la linia teoretică a învelișului fundului în planul diametral.
- .6 Pentru navele multicorp, valoarea B poate face obiectul unei examinări speciale.
- .7 Tancul/tancurile de combustibil trebuie să se situeze în spatele unui plan transversal la o distanță de 0,08L măsurată de la perpendiculara prova în conformitate cu regulile regulii II-1/8.1 din Convenția SOLAS, în cazul navelor de pasageri, și în spatele peretelui de coliziune, în cazul navelor de marfă.

unde:

L este lungimea așa cum s-a definit în Convenția internațională asupra liniilor de încărcare (se face referire la regula II-1/2.5 din Convenția SOLAS).

- .8 Pentru navele cu o structură a corpului care asigură o rezistență mai mare la coliziune și/sau la eșuare, amplasarea tancului de combustibil poate face obiectul unei examinări speciale în conformitate cu secțiunea 2.3.

5.3.4 Ca alternativă la regula 5.3.3.1 de mai sus, următoarea metodă de calcul poate fi utilizată pentru a determina amplasarea acceptabilă a tancurilor de combustibil:

- .1 Valoarea f_{CN} , calculată așa cum se indică mai jos, trebuie să fie mai mică de 0,02 în cazul navelor de pasageri și 0,04 în cazul navelor de marfă⁵.
- .2 Valoarea f_{CN} este calculată cu următoarea formulă:

$$f_{CN} = f_l \times f_t \times f_v$$

unde:

f_l se calculează cu ajutorul formulelor de calcul pentru factorul p din regula II-1/7-1.1.1.1 din Convenția SOLAS. Valoarea lui x_1 trebuie să corespundă distanței de la extremitatea pupa la peretele de separație cel mai din pupa al tancului de combustibil și valoarea x_2 trebuie să corespundă distanței de la extremitatea pupa la peretele de separație cel mai din prova al tancului de combustibil;

f_t se calculează cu ajutorul formulelor de calcul pentru factorul r din regula II-1/7-1.1.2 din Convenția SOLAS și reflectă probabilitatea ca avaria să se extindă dincolo de limitele exterioare ale tancului de combustibil. Formula sa este:

⁵ Valoarea f_{CN} se calculează în cazul avarierii ca urmare a unei coliziuni ce poate să se producă într-o zonă delimitată numai de pereții de separație longitudinali proiectați ai tancului de combustibil și aceasta nu se poate lua în considerare sau utiliza ca probabilitate pentru ca tancul de combustibil să fie avariat într-o coliziune. Probabilitatea reală va fi mai mare în cazul calculului avariilor cu o lungime mai mare care afectează zonele din fața și din spatele tancului de combustibil.

$$f_t = 1 - r(x1, x2, b)^6$$

f_v se calculează cu ajutorul formulelor de calcul pentru factorul v din regula II-1/7-2.6.1.1 din Convenția SOLAS și reflectă probabilitatea ca avaria să nu se extindă vertical dincolo de peretele de separație cel mai de jos al tancului de combustibil. Formulele care vor fi utilizate sunt:

$$f_v = 1,0 - 0,8 \cdot ((H - d)/7,8), \text{ dacă } (H - d) \text{ este mai mic sau egal cu } 7,8 \text{ m. } f_v \text{ nu trebuie să fie mai mare decât } 1.$$

$$f_v = 0,2 - 0,2 \cdot ((H - d) - 7,8/4,7), \text{ în toate celelalte cazuri } f_v \text{ nu trebuie să fie mai mic decât } 0.$$

unde:

H este distanța de la linia de bază, măsurată în metri, până la partea cea mai de jos a peretelui de separație al tancului de combustibil; și

d este pescajul maxim (pescaj la linia de încărcare de vară).

- .3 Pereții de separație ai fiecărui tanc de combustibil trebuie să fie considerați ca limite exterioare extreme longitudinale, transversale și verticale ale structurii tancului, inclusiv valvulele tancului;
- .4 Pentru tancurile independente, distanța de protecție trebuie să fie măsurată de la peretele tancului (bariera primară a sistemului de stocare al tancului). În cazul tancurilor cu membrană, distanța trebuie să fie măsurată la pereții din jurul izolației tancului;
- .5 În nici un caz pereții de separație ai tancului de combustibil nu trebuie să se situeze la o distanță față de bordajul exterior sau extremitatea pupa a navei care este mai mică decât următoarele distanțe:
 - .1 Pentru navele de pasageri: $B/10$, dar în nici un caz la o distanță mai mică de 0,8 m. Totuși, această distanță nu trebuie să fie mai mare de $B/15$ sau 2 m, luându-se valoarea mai mică dintre acestea, atunci când învelișul exterior este situat în zona de $B/5$ sau 11,5 m, luându-se valoarea mai mică dintre acestea, conform regulilor de la 5.3.3.1;
 - .2 Pentru navele de marfă:
 - .1 atunci când V_c mai mică sau egală cu 1000 m^3 , 0,8 m;
 - .2 atunci când $1000 \text{ m}^3 < V_c < 5000 \text{ m}^3$, $0,75 + V_c \times 0,2/4000$ m;
 - .3 atunci când $5000 \text{ m}^3 \leq V_c < 30000 \text{ m}^3$, $0,8 + V_c/25000$ m; și
 - .4 atunci când $V_c \geq 30000 \text{ m}^3$, 2 m,

⁶ În cazul în care peretele de separație exterior al tancului de combustibil se află în afara delimitării date de linia de plutire maximă de compartimentare, valoarea b va fi considerată egală cu 0.

unde:

V_c corespunde în procent de 100% din volumul brut de calcul al unui tanc de combustibil individual la 20°C, inclusiv domurile și apendicii;

- .6 În cazul în care mai multe tancuri de combustibil care nu se suprapun se situează în planul longitudinal, valoarea f_{CN} trebuie să fie calculată în conformitate cu 5.3.4.2 pentru fiecare tanc de combustibil separat. Valoarea utilizată pentru dispunerea completă a tancurilor de combustibil este suma tuturor valorilor f_{CN} obținute pentru fiecare tanc separat;
- .7 În cazul în care dispunerea tancurilor de combustibil nu este simetrică pe fiecare parte a axei longitudinale a navei, valoarea f_{CN} trebuie să fie calculată atât la babord cât și la tribord, iar valoarea medie trebuie să fie utilizată pentru evaluare. Distanța minimă indicată la paragraful 5.3.4.5 trebuie să fie respectată pe ambele laterale;
- .8 Pentru navele a căror structură a corpului oferă o rezistență mai mare în caz de coliziune și/sau eșuare, cerințele pentru amplasarea tancurilor de combustibil pot face obiectul unei examinări speciale în conformitate cu secțiunea 2.3.

5.3.5 Atunci când combustibilul este transportat într-un sistem pentru stocarea combustibilului care necesită o barieră secundară completă sau parțială:

- .1 spațiile de magazie pentru stocarea combustibilului trebuie să fie separate de mare printr-un dublu fund; și
- .2 nava trebuie de asemenea să aibă un perete longitudinal care face parte din tancurile de bordaj;

5.4 Concepte privind încăperea de mașini

5.4.1 Pentru a minimiza probabilitatea unei explozii de gaz într-o încăpere de mașini cu mașini alimentate cu combustibil gazos, se poate aplica una din aceste două configurații alternative.

- .1 Încăperi de mașini sigure la gaze: Dispunerile în încăperile de mașini sunt astfel încât aceste încăperi sunt considerate sigure la gaze în toate condițiile, atât normale cât și anormale, și anume că sunt în mod inherent sigure la gaze.

Într-o încăpere de mașini sigură la gaze, o singură defecțiune nu poate duce la degajarea de combustibil gazos în această încăpere.

- .2 Încăperi de mașini protejate cu ESD: Dispunerile în încăperile de mașini sunt astfel încât aceste încăperi sunt considerate nepericuloase, în condiții normale, dar în anumite condiții anormale pot deveni periculoase. În eventualitatea condițiilor anormale care implică pericole datorită gazelor, închiderea de urgență (ESD) a echipamentelor nesigure (surse de aprindere) și a mașinilor trebuie să se efectueze automat în timp ce echipamentele sau mașinile în funcțiune sau care sunt puse în funcțiune în timpul acestor condiții trebuie să fie de un tip certificat de siguranță.

Într-o încăpere de mașini protejată cu ESD, o singură defecțiune poate să ducă la degajarea

de gaz în această încăpere. Ventilarea este concepută pentru a ține cont de probabilitate maximă de scurgere din cauza defecțiunilor tehnice.

Defecțiunile care conduc la concentrații periculoase de gaze, de exemplu rupturi de conducte de gaz sau deteriorarea garniturilor sunt preîntâmpinate cu dispozitive pentru reducerea presiunii de explozie și dispozitive ESD.

5.5 Reguli pentru încăperile de mașini sigure la gaze

5.5.1 O singură defecțiune în sistemul de combustibil nu trebuie să ducă la degajarea de gaze în încăperea de mașini.

5.5.2 Toate tubulaturile de combustibil situate în interiorul încăperilor de mașini trebuie să fie acoperite cu o protecție etanșă la gaze în conformitate cu regulile de la 9.6.

5.6 Reguli pentru încăperea de mașini protejate cu ESD

5.6.1 Protejarea cu ESD trebuie să se limiteze la încăperile de mașini care sunt certificate pentru funcționarea periodic nesupravegheată.

5.6.2 Măsurile trebuie să fie aplicate pentru a proteja împotriva exploziei, avarierea zonelor din exteriorul încăperii de mașini și pentru a se asigura redundanța alimentării cu energie. Următoarele elemente trebuie să fie prevăzute, dar fără a se limita la acestea:

- .1 detector de gaze;
- .2 valvulă de închidere;
- .3 redundanță; și
- .4 ventilație eficientă.

5.6.3 Tubulatura pentru alimentarea cu gaz din interiorul încăperilor de mașini poate să fie acceptată fără a avea un înveliș exterior etanș la gaze în următoarele condiții:

- .1 Motoarele generatoare de puterea de propulsie și de energie electrică trebuie să fie amplasate în două sau mai multe încăperi de mașini care nu au pereți de separație comuni, cu excepția cazului în care se poate demonstra cu documente justificative că peretele de separație comun poate rezista unui accident produs într-una din aceste încăperi;
- .2 Încăperea în care sunt amplasate mașinile cu gaz conține numai minimul de echipamente, componente și sisteme care sunt cerute pentru ca fiecare mașină cu gaz să-și mențină funcționarea sa;
- .3 Trebuie să fie prevăzută o instalație fixă de detectare a gazelor destinată să oprească automat alimentarea cu gaz și să deconecteze toate instalațiile sau echipamentele electrice care nu sunt de tip certificat de siguranță.

5.6.4 Motoarele trebuie să fie distribuite între încăperi de mașini diferite, astfel încât întreruperea

alimentării cu combustibil în oricare dintre încăperile de mașini să nu ducă la o pierdere inacceptabilă a puterii.

5.6.5 Încăperile de mașini protejate cu ESD, separate printr-un singur perete, trebuie să aibă o rezistență suficientă pentru a suporta efectele unei explozii de gaze localizată în fiecare încăpere, fără a compromite integritatea încăperii adiacente și a echipamentului din acea încăpere.

5.6.6 Încăperile de mașini protejate cu ESD trebuie să fie proiectate să aibă o formă geometrică care va minimiza acumularea de gaze sau formarea pungilor de gaz.

5.6.7 Sistemul de ventilație din încăperile de mașini protejate cu ESD trebuie să fie dispuse în conformitate cu 13.5.

5.7 Reguli pentru amplasarea și protejarea tubulaturii de combustibil

5.7.1 Țevile de combustibil nu trebuie să fie situate la mai puțin de 800 mm față de bordajul navei.

5.7.2 Tubulatura de combustibil nu trebuie să treacă direct prin încăperi de locuit, încăperi de serviciu, compartimentele cu echipamentele electrice sau posturile de control, așa cum s-a definit în Convenția SOLAS.

5.7.3 Țevile de combustibil care trec prin încăperile ro-ro, încăperile de categorie specială și punțile expuse trebuie să fie protejate împotriva deteriorării mecanice.

5.7.4 Tubulatura de combustibil gazos din încăperile de mașini protejate cu ESD trebuie să fie amplasată, cât de departe este posibil, față de instalațiile electrice și tancurile care conțin lichide inflamabile.

5.7.5 Tubulatura de combustibil gazos din încăperile de mașini protejate cu ESD trebuie să fie protejată împotriva deteriorării mecanice.

5.8 Reguli pentru proiectarea camerei pentru pregătirea combustibilului

Camerele pentru pregătirea combustibilului trebuie să fie situate pe o punte deschisă, cu excepția cazului în care acestea sunt amplasate și dotate în conformitate cu regulile din acest Cod cu privire la spațiile care conțin racordurile tancului.

5.9 Reguli pentru instalațiile de santină

5.9.1 Instalațiile de santină din zonele în care poate să existe combustibilul prevăzut de acest Cod, trebuie să fie separate de instalația de santină din spațiile unde combustibilul nu poate fi prezent.

5.9.2 În cazul în care combustibilul este transportat într-un sistem pentru stocarea combustibilului care necesită o barieră secundară, trebuie să fie prevăzute instalații adecvate de drenare, în cazul unei scurgeri în încăperile de magazie sau încăperile de izolare, prin structura adiacentă a navei. Instalația de santină nu trebuie să conducă la pompele situate în interiorul spațiilor sigure la gaz. Trebuie să fie prevăzute mijloace care să permită detectarea acestor scurgeri.

5.9.3 Încăperile de magazie sau spațiile dintre bariere care conțin tancurile independente de tip A pentru

gaz lichefiat trebuie să fie prevăzute cu o instalație de drenare adecvată pentru golirea combustibilului lichid în caz de scurgere a combustibilului din tanc sau de rupere a tancului.

5.10 Reguli pentru tăvile de scurgere

5.10.1 Tăvi de scurgere trebuie să fie prevăzute în cazul în care se pot produce scurgeri care pot duce la deteriorarea structurii navei sau în cazul în care este necesar să se limiteze zona afectată de deversare.

5.10.2 Tăvile de scurgere trebuie să fie confecționate dintr-un material adecvat.

5.10.3 Tava de scurgere trebuie să fie izolată termic față de structura navei, astfel încât corpul navei sau structurile de punte din jur să nu fie expuse la răcire inacceptabilă, în cazul scurgerii de combustibil lichid.

5.10.4 Fiecare tavă trebuie să fie prevăzută cu o supapă de drenare pentru a permite apei de ploaie să fie drenată peste bordajul navei.

5.10.5 Fiecare tavă trebuie să aibă o capacitate suficientă pentru a se asigura că rata maximă de deversare, în funcție de evaluarea riscului, poate fi manipulată.

5.11 Reguli pentru amenajarea intrărilor și a altor deschideri în spațiile închise

5.11.1 Nu trebuie permis accesul direct de la o zonă nepericuloasă într-o zonă periculoasă. Dacă acest acces este necesar din motive operaționale, trebuie să fie prevăzută o cameră de ecluzare în conformitate cu cerințele de la 5.12.

5.11.2 În cazul în care se aprobă ca amplasarea camerei pentru pregătirea combustibilului să fie sub punte, această cameră trebuie, dacă este practic posibil, să aibă un acces direct independent de la puntea deschisă. Atunci când un acces separat de la punte nu este practic posibil, trebuie să fie prevăzută o cameră de ecluzare în conformitate cu cerințele de la 5.12.

5.11.3 Cu excepția cazului în care accesul la încăperea care conține racordurile tancului este independent și direct de la puntea deschisă, acesta trebuie să fie amenajat ca o trapă cu șuruburi. Spațiul care conține trapa cu șuruburi va fi considerat un spațiu periculos.

5.11.4 Dacă accesul la o încăpere de mașini protejată cu ESD se face dintr-o altă încăpere închisă a navei, intrările trebuie să fie prevăzute cu o cameră de ecluzare în conformitate cu cerințele de la 5.12.

5.11.5 În cazul încăperilor inertizate, sistemul de acces trebuie să fie astfel încât să fie prevenit accesul neintenționat al personalului. Dacă accesul la aceste încăperi nu este de la o punte deschisă, trebuie să se asigure dispozitiv de etanșare pentru a preveni scurgerile de gaz inert în încăperile adiacente.

5.12 Reguli pentru camerele de ecluzare

5.12.1 O cameră de ecluzare este un spațiu delimitat de pereți etanși la gaz, cu două uși suficient de etanșe și situate la o distanță de cel puțin 1,5 m, dar nu mai mult de 2,5 m una față de alta. Sub rezerva cerințelor din Convenția internațională asupra liniilor de încărcare, pragurile ușilor nu trebuie să aibă o înălțime mai mică de 300 mm. Ușile trebuie să fie cu închidere automată și nu trebuie să fie dotate cu niciun dispozitiv de reținere.

5.12.2 Camerele de ecluzare trebuie să fie ventilate mecanic la o suprapresiune în raport cu zona sau încăperea adiacentă periculoasă.

5.12.3 Camera de ecluzare trebuie să fie proiectată astfel încât să nu se poată degaja gaz în încăperile sigure în cazul celui mai critic eveniment în încăperea periculoasă la gaz, separată de camera de ecluzare. Evenimentele trebuie să fi evaluate în cadrul analizei de risc în conformitate cu regulile de la 4.2.

5.12.4 Camerele de ecluzare trebuie să aibă o formă geometrică simplă. Acestea trebuie să asigure trecerea liberă și ușoară, iar suprafața punții trebuie să fie de cel puțin $1,5 \text{ m}^2$. Camerele de ecluzare nu trebuie să fie utilizate în alte scopuri, de exemplu ca încăperi de depozitare.

5.12.5 Trebuie să se prevadă o instalație de alarmă sonoră și vizuală care să semnaleze pe ambele părți ale camerei de ecluzare dacă mai mult de una din uși nu este închisă.

5.12.6 În cazul încăperilor protejate, cu acces la încăperile periculoase situate sub punte, atunci când accesul este protejat printr-o cameră de ecluzare, la pierderea de presiune în încăperea protejată la gaze va fi restricționat accesul la încăperea până la repornirea ventilației. Alarmerile sonore și vizuale trebuie să semnalizeze în locațiile cu echipaj atât pierderea de presiune cât și deschiderea ușilor camerei de ecluzare atunci când se produce pierderea de presiune.

5.12.7 Echipamentul esențial de siguranță nu trebuie să fie întrerupt din funcționare și trebuie să fie de tip certificat de siguranță. Acesta poate include dispozitivele de iluminat, de detectare a incendiului, de comunicare cu publicul și alarmerile generale.

6 SISTEM PENTRU STOCAREA COMBUSTIBILULUI

6.1 Scop

Scopul acestui capitol este să asigure că stocarea gazelor este adecvată astfel încât să se minimizeze riscul pentru personal, navă și mediu la un nivel care este echivalent cu acela al unei nave convenționale alimentată cu combustibil clasic.

6.2 Cerințe de exploatare

Acest capitol se referă la cerințele de exploatare prevăzute la 3.2.1, 3.2.2, 3.2.5 și 3.2.8 până la 3.2.17. În mod special se aplică următoarele dispoziții:

- .1 sistemul pentru stocarea combustibilului trebuie să fie proiectat astfel încât o scurgere de la tanc sau de la racordurile acestuia să nu pună în pericol nava, persoanele de la bord sau mediul înconjurător. Potențialele pericole care trebuie să fie evitate includ:
 - .1 expunerea materialelor navei la temperaturi sub limitele acceptabile;
 - .2 răspândirea de combustibili inflamabili în spații care conțin surse de aprindere;
 - .3 potențiala toxicitate și riscul epuizării de oxigen datorită combustibililor și gazelor inerte;
 - .4 restricționarea accesului la posturile de adunare, căile de evacuare și mijloacele de

salvare (LSA); și

- .5 reducerea numărului de echipamente de salvare LSA disponibile.
- .2 presiunea și temperatura din tancul de combustibil trebuie să fie menținute în limitele de proiectare ale sistemului pentru stocarea combustibilului și a posibilelor cerințe de transport ale combustibilului;
- .3 instalația pentru stocarea combustibilului trebuie să fie proiectată astfel încât măsurile de siguranță luate ca urmare a producerii vreunei scurgeri de gaz să nu ducă la o pierdere inacceptabilă a puterii; și
- .4 în cazul în care sunt utilizate tancuri mobile pentru stocarea combustibilului, proiectarea sistemului pentru stocarea combustibilului trebuie să fie echivalentă cu aceea pentru tancurile fixe indicate în acest capitol.

6.3 Reguli - Generalități

6.3.1 Gazul natural în stare lichidă poate fi stocat la presiunea maximă admisibilă a supapei de siguranță (MARVS) de până la 1,0 MPa.

6.3.2 Presiunea maximă admisibilă de lucru (MAWP) a tancului de combustibil gazos nu trebuie să depășească 90% din presiunea maximă admisibilă a supapei de siguranță (MARVS).

6.3.3 Un sistem pentru stocarea combustibilului amplasat sub punte trebuie să fie etanș la gaz față de încăperile adiacente.

6.3.4 Toate racordurile, armăturile, flanșele și valvulele tancurilor trebuie să fie închise într-un spațiu etanș la gaz care conține racordurile tancului, cu excepția cazului în care racordurile tancului sunt amplasate pe o punte deschisă. Spațiul trebuie să poată acumula în condiții de siguranță scurgerile din tanc în cazul scurgerilor pe la racordurile tancurilor.

6.3.5 Racordurile de țevi la tancul pentru stocarea combustibilului trebuie să fie instalate deasupra celui mai înalt nivel de lichid din tancuri, cu excepția cazului tancurilor de tip C pentru stocarea combustibilului. Situarea racordurilor sub cel mai înalt nivel de lichid poate totuși să fie acceptată, în cazul tuturor celelalte tipuri de tancuri, conform cerințelor speciale ale Administrației.

6.3.6 Tubulatura dintre tanc și prima valvă de la care se scurge lichid în cazul unei avarieri a conductei trebuie să aibă același nivel de siguranță ca și tancul de tip C, cu o tensiune dinamică care să nu depășească valorile indicate la 6.4.15.3.1.2.

6.3.7 Materialul pereților spațiului care conține racordurile tancului trebuie să aibă o temperatură de calcul care să corespundă celei mai joase temperaturi la care materialul poate fi supus în cazul producerii unei scurgeri probabile maxime. Spațiul care conține racordurile tancului trebuie să fie proiectat astfel încât să poată rezista la creșterea maximală a presiunii acumulate într-un asemenea caz de scurgere. Alternativ, poate fi prevăzut un dispozitiv de decompensare care să poată evacua gazele într-un loc sigur (o coloană de aerisire).

6.3.8 Este necesar să se stabilească scurgerea maximă probabilă într-un spațiu care conține racordurile

tancului pe baza proiectării elementelor și a dispozitivelor de detectare și de închidere.

6.3.9 În cazul în care racordul este situat sub nivelul lichidului din tanc, acesta trebuie să fie protejat de o barieră secundară până la prima valvă.

6.3.10 În cazul în care tancurile pentru stocarea combustibilului gazos sunt amplasate pe o punte deschisă, partea metalică a navei trebuie să fie protejată împotriva potențialelor scurgeri pe la racordurile tancului și împotriva altor surse de scurgeri prin utilizarea tăvilor pentru scurgeri. Materialul trebuie să aibă o temperatură de calcul care să corespundă temperaturii combustibilului transportat la presiunea atmosferică. Presiunea de funcționare normală a tancurilor trebuie să fie luată în considerare pentru a proteja structura metalică a navei.

6.3.11 Trebuie să existe mijloace prin care gazul lichefiat din tancurile pentru stocare să poată fi golit în condiții de siguranță.

6.3.12 Trebuie să fie posibilă golirea, purjarea și aerisirea tancurilor pentru stocarea combustibilului prin instalațiile de tubulaturi pentru combustibil. Instrucțiuni cu privire la aceste proceduri trebuie să fie disponibile la bordul navei. Inertizarea trebuie să fie efectuată cu un gaz inert înainte de ventilarea cu aer uscat pentru a se evita producerea unei atmosfere explozive periculoase în tancurile și tubulaturile de combustibil. A se vedea cerințele detaliate de la 6.10.

6.4 Reguli pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat

6.4.1 Generalități

6.4.1.1 Evaluarea riscului prevăzută la 4.2 trebuie să cuprindă o evaluare a sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat al navei și poate duce la luarea măsurilor suplimentare de siguranță privind integrarea în proiectarea generală a navei.

6.4.1.2 Durata de viață prevăzută a sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat nu trebuie să fie mai mică decât durata de viață a navei luată în calcul la proiectare sau de 20 ani, luându-se în considerare perioada cu durata mai mare.

6.4.1.3 Durata de viață prevăzută a tancurilor mobile nu trebuie să fie mai mică de 20 ani.

6.4.1.4 Sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să fie proiectate pentru condițiile de mediu din Atlanticul de Nord și diagramele de dispersie corespunzătoare stării mării pe termen lung în scopul navigării fără restricții. Condiții de mediu mai puțin restrictive, care corespund utilizării prevăzute, pot fi acceptate de către Administrație, pentru sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat utilizate în mod exclusiv în scopul navigării supuse restricțiilor. Condiții de mediu mai stricte pot fi necesare pentru sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat exploatate în condiții mai severe decât în condițiile de mediu din Atlanticul de Nord^{7,8}.

6.4.1.5 Sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să fie proiectate cu limite de siguranță corespunzătoare care să le permită:

⁷ Se face referire la Recomandarea IACS 034.

⁸ Condițiile de mediu din Atlanticul de Nord se referă la condițiile de val. Temperaturile ipotetice sunt utilizate la determinarea proprietăților corespunzătoare ale materialelor în ceea ce privește temperaturile de exploatare; acesta este un alt aspect care nu este planificat a fi tratat la 6.4.1.4.

- .1 să reziste, în stare intactă, la condițiile de mediu estimate pentru durata de viață prevăzută la proiectarea sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat și la condițiile de încărcare corespunzătoare aplicabile, care includ condițiile de încărcare completă uniformă și condițiile de încărcare parțială, precum și umplerea parțială la toate nivelurile intermediare; și
- .2 să fie adecvate în cazul incertitudinilor în ceea ce privește sarcinile, modelarea structurii, oboseala, coroziunea, efectele termice, variabilitatea materialelor, îmbătrânirea și toleranțele de construcție.

6.4.1.6 Rezistența structurală a sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să fie evaluată în raport cu tipurile de avarie, care includ deformarea plastică, flambajul și oboseala, dar fără a se limita la acestea. Condițiile de proiectare specifice care trebuie să fie luate în considerare pentru proiectarea fiecărui sistem de combustibil gazos lichefiat sunt indicate la 6.4.15. Există trei categorii principale de condiții de proiectare:

- .1 condiții prevăzute finale – structura sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat și elementele sale de construcție trebuie să poată rezista la solicitările care ar putea fi exercitate în timpul construirii sistemului, încercării și utilizării estimative a acestuia în exploatare, fără pierderea integrității structurale. Proiectarea trebuie să ia în considerare combinațiile corespunzătoare ale următoarelor solicitări:
 - .1 presiunea internă;
 - .2 presiunea externă;
 - .3 sarcini dinamice datorate deplasării navei în toate condițiile de încărcare;
 - .4 sarcini termice;
 - .5 sarcini dinamice datorate mișcărilor lichidului (lovituri de berbec);
 - .6 sarcini care corespund deformărilor navei;
 - .7 greutatea tancului și a combustibilului gazos lichefiat cu reacția corespunzătoare în dreptul suporturilor;
 - .8 greutatea izolației;
 - .9 sarcini în dreptul suporturilor și a altor accesorii; și
 - .10 sarcini de încercare.
- .2 condiții de proiectare privind comportamentul la oboseală – structura sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat și componentele lui structurale nu se deteriorează sub incidența încărcării ciclice acumulate.

- .3 condiții de proiectare prevăzute în caz de accident - sistemul pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să respecte fiecare dintre următoarele condiții stabilite în caz de accident (evenimente accidentale sau anormale), menționate în acest Cod:
 - .1 coliziune – sistemul pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să reziste sarcinilor de coliziune în conformitate cu regulile de la 6.4.9.5.1 fără deformarea suporturilor sau structurii tancului în dreptul suporturilor astfel încât să provoace o avarie a tancului și a structurii sale de susținere.
 - .2 incendiu - sistemul pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să mențină, fără distrugere, creșterea presiunii interne indicată la 6.7.3.1, conform scenariilor de incendiu prevăzute a avea loc în acesta.
 - .3 inundarea unui compartiment care produce flotabilitatea tancului - dispozitivele antiflotație trebuie să reziste la forțele ascensionale indicate la 6.4.9.5.2 și nu trebuie să producă deformări plastice la corpul navei. Deformarea plastică poate să se producă în sistemul de stocare a combustibilului cu condiția ca aceasta să nu pună în pericol evacuarea în siguranță a navei.

6.4.1.7 Trebuie să fie luate măsuri pentru a se asigura că dimensionarea cerută respectă cerințele privind rezistența structurală și aceasta va fi menținută pe toată durata de viață a navei. Măsurile pot include selecția materialului, acoperirile, adaosurile de coroziune, protecție catodică și inertizarea, dar fără a se limita la acestea.

6.4.1.8 Un plan de inspecție/supraveghere a sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să fie elaborat și aprobat de către Administrație. Acest plan trebuie să indice aspectele care vor fi examinate și/sau validate în timpul inspecțiilor efectuate pe parcursul duratei de viață a sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat și, în mod special, în timpul efectuării oricăror inspecții, a întreținerii și încercării necesare, în cadrul exploatării, pe baza cărora au fost selectați parametrii de proiectare a sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat. Planul de inspecție/supraveghere poate include locuri critice, specifice, în conformitate cu regulile de la 6.4.12.2.8 sau 6.4.12.2.9.

6.4.1.9 Sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să fie proiectate, construite și echipate pentru a oferi mijloacele adecvate de acces la zonele care necesită inspectarea, așa cum s-a indicat în planul de inspecție/supraveghere. Sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat, inclusiv toate echipamentele interne asociate acestora, trebuie să fie proiectate și construite pentru a asigura siguranța în timpul operațiunilor, inspectării și întreținerii.

6.4.2 Principii de siguranță aplicate stocării combustibilului gazos lichefiat

6.4.2.1 Sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să fie echipate cu o barieră secundară completă, etanșă la lichid, care poate să rețină în condiții de siguranță toate scurgerile care ar putea să apară la trecerea prin bariera primară și, în ceea ce privește sistemul de izolație termică, să prevină scăderea temperaturii structurii navei până la un nivel nesigur.

6.4.2.2 Dimensiunile și configurația sau dispunerea barierei secundare pot fi reduse sau omise în cazul în care un nivel echivalent de siguranță poate fi demonstrat în conformitate cu cerințele de la 6.4.2.3 până la 6.4.2.5, după caz.

6.4.2.3 Sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat, pentru care s-a stabilit că probabilitatea ca avaria structurală să evolueze într-o stare critică este extrem de scăzută, dar atunci când nu poate fi exclusă posibilitatea producerii scurgerilor prin bariera primară, trebuie să fie echipate cu o barieră secundară parțială și un mic sistem de protecție împotriva scurgerilor, capabil de manipularea și evacuarea scurgerilor în condiții de deplină siguranță (o stare critică înseamnă faptul că fisura evoluează într-o stare instabilă).

Acest dispozitiv trebuie să respecte următoarele cerințe:

- .1 evoluția avariei, care poate fi identificată în mod sigur înainte de a se transforma într-o stare critică (de exemplu prin detectarea gazelor sau inspecție), trebuie să se producă pe parcursul unei perioade de timp suficient de lungă pentru ca măsurile de remediere să poată fi luate; și
- .2 evoluția avariei, care nu poate fi identificată cu certitudine înainte de a se transforma într-o stare critică, trebuie să aibă o evoluție anticipată pe o perioadă de timp care este mult mai mare decât durata de viață estimată a tancului.

6.4.2.4 Nicio barieră secundară nu este necesară în cazul sistemelor pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat, de exemplu la tancuri independente de tip C, unde probabilitatea producerii avariilor structurale și scurgerilor prin bariera primară este extrem de scăzută și poate fi neglijată.

6.4.2.5 La tancurile independente care necesită barieră secundară completă sau parțială, trebuie să fie prevăzute mijloace pentru evacuarea în siguranță a scurgerilor provenite din tanc.

6.4.3 Bariere secundare în legătură cu tipurile de tanc

Barierile secundare adaptate la tipurile de tancuri definite la 6.4.15 trebuie să fie dotate conform tabelului de mai jos:

Tipul principal de tanc	Cerințe privind bariera secundară
Cu membrană Independent de tip A de tip B de tip C	Barieră secundară completă
	Barieră secundară completă
	Barieră secundară parțială
	Nu este necesară barieră secundară

6.4.4 Proiectarea barierelor secundare

Proiectarea barierei secundare, inclusiv ecranul de protecție la pulverizare, dacă este prevăzut, trebuie să fie astfel încât:

- .1 să poată menține pe o perioadă de 15 zile orice posibilă scurgere de combustibil gazos lichefiat, cu excepția cazului în care diferite criterii sunt aplicabile voiajelor speciale, având în vedere spectrul sarcinilor indicate la 6.4.12.2.6;
- .2 fenomenele fizice, mecanice sau acelea legate de exploatare, care au loc în tancul de combustibil gazos lichefiat și care ar putea duce la avariarea barierei primare, să nu împiedice funcționarea corespunzătoare a barierei secundare sau invers;

- .3 avarierea unui suport sau a unui element de fixare la structura corpului navei să nu ducă la pierderea etanșeității la lichid a barierei primare și barierei secundare;
- .4 să se poată verifica periodic eficiența sa printr-o examinare vizuală sau prin alte mijloace adecvate acceptate de către Administrație;
- .5 metodele prevăzute la 6.4.4.4 trebuie să fie aprobate de către Administrație și să includă cel puțin:
 - .1 informații detaliate cu privire la mărimea acceptabilă a avariei și localizarea acesteia la bariera secundară, înainte ca eficiența etanșării la lichide să fie compromisă;
 - .2 precizia și intervalul de valori ale metodei propuse pentru detectarea avariilor menționate la alineatul .1 de mai sus;
 - .3 factori scalari ce vor fi utilizați pentru a determina criteriile de acceptare dacă încercarea pe model la scară completă nu este efectuată; și
 - .4 efectele sarcinilor ciclice termice și mecanice asupra eficacității încercării propuse.
- .6 bariera secundară să îndeplinească cerințele de exploatare la un unghi static de bandare de 30°.

6.4.5 Sistem de protecție la scurgeri minore prevăzut cu bariere secundare parțiale și barieră primară

6.4.5.1 Barierele secundare parțiale permise la 6.4.2.3 trebuie să fie utilizate cu un sistem de protecție împotriva scurgerilor minore și să îndeplinească toate cerințele din 6.4.4.

Acest sistem de protecție împotriva scurgerilor minore trebuie să includă un mijloc pentru detectarea unei scurgeri în bariera primară, un mijloc, cum ar fi un ecran de protecție la pulverizare, care permite devierea combustibilului gazos lichefiat la bariera secundară parțială, precum și un mijloc de eliminare a lichidului care poate să fie evaporarea naturală.

6.4.5.2 Capacitatea barierei secundare parțiale trebuie să fie determinată pe baza unei scurgeri de combustibil gazos lichefiat ce corespunde extinderii avariei provocată de spectrul de sarcină menționat în 6.4.12.2.6, după detectarea inițială a unei scurgeri primare. O considerare deosebită trebuie acordată evaporării de lichid, ratei de scurgere, capacității de pompare și altor factori relevanți.

6.4.5.3 Detectarea scurgerilor de lichid cerută poate fi efectuată cu ajutorul senzorilor de lichid sau printr-o utilizare eficientă a sistemelor de control a presiunii și a temperaturii sau de detectare a gazelor, sau prin orice combinație a acestora.

6.4.5.4 Pentru tancurile independente, a căror formă geometrică nu prezintă locuri evidente pentru colectarea combustibilului scurs, bariera secundară parțială trebuie să îndeplinească, de asemenea, și cerințele sale de exploatare la un unghi static nominal de bandare.

6.4.6 Elemente de susținere

6.4.6.1 Tancurile de combustibil gazos lichefiat trebuie să fie susținute de corpul navei astfel încât să se

evite orice mișcare a tancului sub efectul sarcinilor statice și dinamice definite la 6.4.9.2 până la 6.4.9.5, după caz, permițând însă contracția și dilatarea tancului sub efectul variațiilor de temperatură și al deformațiilor corpului navei, fără a se induce tensiuni suplimentare în tanc și corpul navei.

6.4.6.2 La tancurile independente trebuie să fie prevăzute sisteme antiflotație. Acestea trebuie să poată rezista la sarcinile definite la 6.4.9.5.2 fără să apară vreo deformare plastică care ar putea produce o avariere a structurii corpului navei.

6.4.6.3 Suportii și dispozitivele de susținere trebuie să reziste la sarcinile indicate la 6.4.9.3.3.8 și 6.4.9.5, dar aceste sarcini nu trebuie să fie combinate între ele sau cu sarcinile induse de val.

6.4.7 *Structură și echipament asociate*

6.4.7.1 Sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să fie proiectate pentru a rezista la sarcinile impuse de structura și echipamentul asociate. Acestea includ suportii pentru pompe, domurile pentru combustibil gazos lichefiat, pompele și tubulatura de combustibil gazos lichefiat, pompele și tubulatura de drenare, tubulatura pentru azot, capacele de acces, scările, trecerile de tubulaturi, indicatoarele de nivel al lichidului, indicatoarele independente de alarmă de nivel, duzele de pulverizare și sistemele de aparatură de măsură (cum ar fi manometre, indicatori de temperatură și extensometre).

6.4.8 *Izolație termică*

6.4.8.1 Izolația termică trebuie să fie prevăzută, dacă se cere, pentru a proteja corpul navei împotriva temperaturilor situate sub valorile admisibile (a se vedea 6.4.13.1.1) și pentru a limita fluxul de căldură, în tanc, la nivelurile care pot fi menținute de instalația de control a presiunii și temperaturii prevăzută la 6.9.

6.4.9 *Sarcini de calcul*

6.4.9.1 *Generalități*

6.4.9.1.1 Această secțiune indică sarcinile de calcul care trebuie să fie luate în considerare în legătură cu regulile de la 6.4.10 până la 6.4.12. Aceasta include categoriile de sarcini (permanente, de exploatare, de mediu și datorate accidentelor) și descrierea sarcinilor.

6.4.9.1.2 Măsura în care aceste sarcini trebuie să fie luate în considerare depinde de tipul de tanc și acest lucru este încă complet detaliat în următoarele paragrafe.

6.4.9.1.3 Tancurile, împreună cu elementele lor de susținere și alte elemente de fixare, trebuie să fie proiectate ținând seama de combinațiile corespunzătoare ale sarcinilor indicate mai jos.

6.4.9.2 *Sarcini permanente*

6.4.9.2.1 Sarcini gravitaționale

Greutatea tancului, izolația termică, sarcinile exercitate de suportii pompelor și alte accesorii trebuie să fie luate în considerare.

6.4.9.2.2 Sarcini externe permanente

Sarcinile gravitaționale ale structurilor și echipamentului care acționează din exterior asupra tancului trebuie să fie luate în considerare.

6.4.9.3 *Sarcini de exploatare*

6.4.9.3.1 Sarcinile care rezultă în urma utilizării operaționale a instalațiilor tancului trebuie să fie clasificate ca și sarcini de exploatare.

6.4.9.3.2 Toate sarcinile de exploatare care sunt esențiale pentru asigurarea integrității instalațiilor tancului, în toate condițiile de proiectare, trebuie să fie luate în considerare.

6.4.9.3.3 La definirea sarcinilor de exploatare trebuie să se ia în considerare cel puțin efectele următoarelor criterii, după caz:

- a) presiunea internă
- b) presiunea externă
- c) sarcini induse termic
- d) vibrații
- e) sarcini de interacțiune
- f) sarcini aferente construcției și instalării
- g) sarcini de încercare
- h) sarcini cauzate de înclinarea statică
- i) greutatea combustibilului gazos lichefiat
- j) sarcini datorate mișcării lichidelor (lovituri de berbec)
- k) impactul vântului, impactul valurilor și efectul de mare verde asupra tancurilor instalate pe puntea deschisă.

6.4.9.3.3.1 Presiunea internă

- .1 În toate cazurile, inclusiv 6.4.9.3.3.1.2, P_0 nu trebuie să fie mai mică decât MARVS.
- .2 Pentru tancurile de combustibil gazos lichefiat la care nu există nici un control al temperaturii și unde presiunea combustibilului gazos lichefiat este dictată numai de temperatura mediului ambiant, P_0 nu trebuie să fie mai mică decât presiunea efectivă a vaporilor de combustibil gazos lichefiat la o temperatură de 45°C, cu excepția următoarelor condiții:
 - .1 Administrația poate accepta valori mai mici pentru temperatura ambiantă în cazul navelor care operează în zonele cu restricții. În caz contrar, pot fi necesare valori mai

ridicate ale temperaturii ambiante.

- .2 Pentru navele care efectuează voiaje cu o durată limitată, P_0 poate fi calculată pe baza creșterii efective a presiunii în timpul voiajului și se poate lua în considerare orice izolație termică a tancului.
- .3 În conformitate cu cerințele speciale ale Administrației și cu limitările indicate la 6.4.15, pentru diferite tipuri de tancuri, o presiune a vaporilor P_h mai mare decât P_0 poate fi acceptată în condițiile locale specifice (port sau alte locații), atunci când sarcinile dinamice sunt reduse.
- .4 Presiunea utilizată pentru determinarea presiunii interne trebuie să fie:
 - .1 $(P_{gd})_{max}$ este presiunea aferentă a lichidelor determinată prin utilizarea accelerațiilor de calcul maxime.
 - .2 $(P_{gdlocal})_{max}$ este presiunea aferentă a lichidelor determinată prin utilizarea accelerațiilor locale specifice.
 - .3 P_{eq} trebuie să fie mai mare decât P_{eq1} și P_{eq2} calculate după cum urmează:

$$P_{eq1} = P_0 + (P_{gd})_{max} \text{ (MPa); și}$$

$$P_{eq2} = P_h + (P_{gdlocal})_{max} \text{ (MPa)}$$

- .5 Presiunile interne ale lichidelor sunt acele presiuni generate de accelerația rezultată din centrul de greutate al combustibilului gazos lichefiat datorită mișcărilor navei, așa cum se indică la 6.4.9.4.1.1. Valoarea presiunii interne a lichidului P_{gd} , care rezultă din efectele combinate ale accelerațiilor gravitaționale și accelerațiilor dinamice, trebuie calculată după cum urmează:

$$P_{gd} = a_\beta z_\beta (\rho / (1,02 \times 10^5)) \text{ (MPa)},$$

unde:

a_β = accelerația adimensională (și anume raportată la accelerația gravitațională), care rezultă din sarcinile gravitaționale și dinamice, într-o direcție arbitrară β (a se vedea figura 6.4.1).

Pentru tancurile de dimensiuni mari, se va utiliza un elipsoid de accelerații, care ia în considerare accelerațiile transversale, verticale și longitudinale.

z_β = cea mai mare înălțime a lichidului (m) deasupra punctului în care presiunea va fi determinată prin măsurare de la peretele tancului în direcția β (a se vedea figura 6.4.2).

Domurile tancului, considerate că fac parte din volumul total acceptat al tancului, trebuie să fie luate în considerare în cazul în care se determină z_β ,

numai dacă volumul total al domurilor tancurilor V_d nu depășește următoarea valoare obținută prin formula:

$$V_d = V_t \left(\frac{100 - FL}{FL} \right)$$

unde:

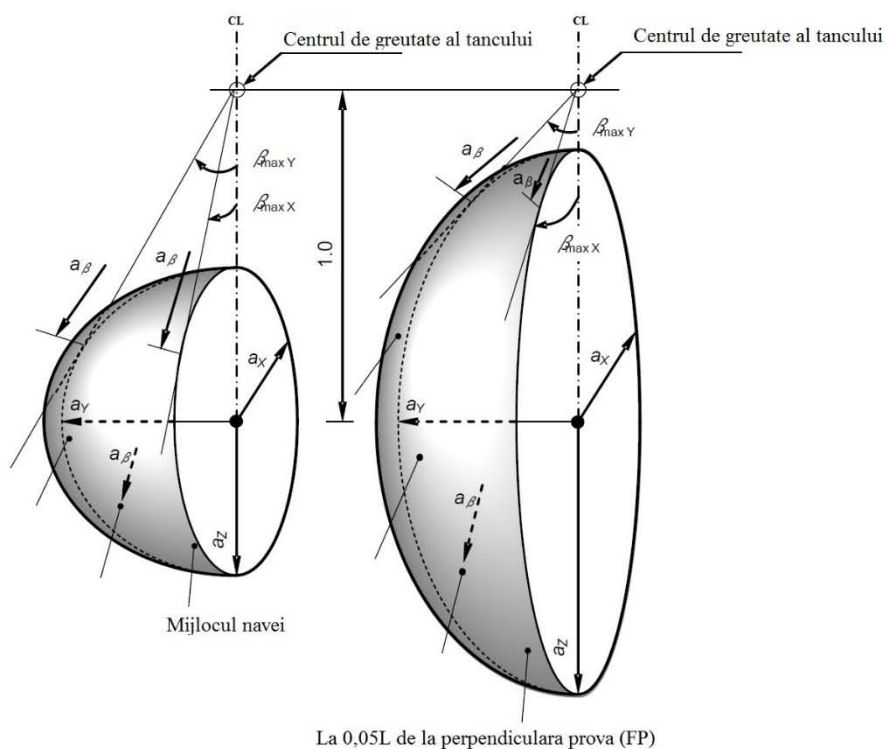
V_t = volumul tancului fără domuri; și

FL = limita de umplere conform 6.8.

ρ = densitatea maximă a combustibilului gazos lichefiat (kg/m^3) la temperatura

de calcul.

Direcția care indică valoarea maximă $(P_{gd})_{max}$ sau $(P_{gd \text{ local}})_{max}$ trebuie luată în considerare. În cazul în care componentele accelerației pe trei direcții trebuie să fie luate în considerare, un elipsoid trebuie să fie utilizat în locul elipsei din figura 6.4.1. Formula de mai sus se va aplica numai tancurilor pline.



- a_β = accelerația care rezultă (static și dinamic) în direcție β arbitrară
- a_x = componenta longitudinală a accelerației
- a_y = componenta transversală a accelerației
- a_z = componenta verticală a accelerației (se face referire la 6.4.9.4.1.1)

Figura 6.4.1 – Elipsoid de accelerații

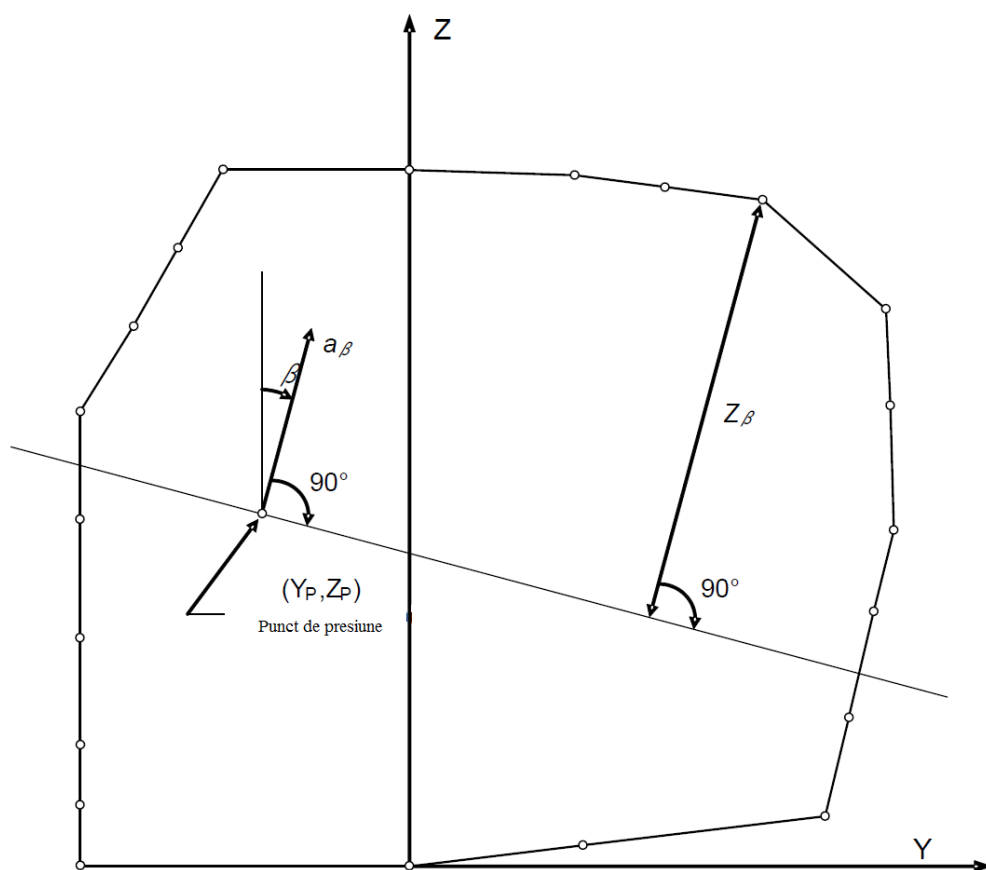


Figura 6.4.2 – Determinarea coloanelor de presiune internă

6.4.9.3.3.2 Presiunea externă

Sarcinile din presiunea externă de calcul trebuie să se bazeze pe diferența dintre presiunea internă minimă și presiunea externă maximă la care orice parte a tancului poate fi supusă simultan.

6.4.9.3.3.3 Sarcini induse termic

6.4.9.3.3.3.1 În cazul tancurilor destinate combustibilului gazos lichefiat cu temperaturi mai mici de -55°C , trebuie să se ia în considerare sarcinile tranzitorii induse termic care apar în timpul perioadelor de răcire.

6.4.9.3.3.3.2 Sarcinile permanente induse termic trebuie să fie luate în considerare în cazul sistemelor pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat la care concepția suporturilor sau a accesoriilor și temperatura de exploatare poate duce la solicitări termice semnificative (a se vedea paragraful 6.9.2).

6.4.9.3.3.4 Vibrații

Trebuie să ia în considerare efectele potențial nocive ale vibrațiilor asupra sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat.

6.4.9.3.3.5 Sarcini de interacțiune

Trebuie să ia în considerare componenta statică a sarcinilor care rezultă din interacțiunea între sistemul pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat și structura corpului navei, precum și sarcinile datorate structurii și echipamentului asociate.

6.4.9.3.3.6 Sarcini asociate construcției și instalării

Trebuie să ia în considerare sarcinile sau condițiile corespunzătoare construcției și instalării, ca de exemplu ridicarea.

6.4.9.3.3.7 Sarcini de încercare

Trebuie să ia în considerare sarcinile corespunzătoare încercării sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat așa cum s-a indicat la 16.5.

6.4.9.3.3.8 Sarcini cauzate de înclinarea statică

Trebuie să ia în considerare sarcinile corespunzătoare celui mai defavorabil unghi static de înclinare din intervalul cuprins între 0^0 și 30^0 .

6.4.9.3.3.9 Alte sarcini

Trebuie să ia în considerare alte sarcini care nu sunt prevăzute în mod special, dar care ar putea avea un efect asupra sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat.

6.4.9.4 *Sarcini de mediu*

6.4.9.4.1 Sarcinile de mediu sunt definite ca și sarcini care se exercită asupra sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat, care sunt produse de mediul înconjurător și care nu se clasifică ca și sarcini permanente, sarcini de exploatare sau sarcini datorate accidentelor.

6.4.9.4.1.1 Sarcini datorate mișcărilor navei

Pentru a determina sarcinile dinamice trebuie să țină seama de repartizarea pe termen lung a mișcărilor navei pe mare agitată, la care va fi supusă nava pe parcursul duratei sale de exploatare. Se poate ține cont de reducerea sarcinilor dinamice datorate necesității reducerii vitezei și schimbării direcției. Mișcările navei trebuie să includă oscilațiile longitudinale, laterale, de tangaj, de rulu, oscilația în jurul axei verticale și oscilația verticală. Accelerațiile care acționează asupra tancurilor trebuie să fie estimate la centrul lor de greutate și să includă următoarele componente:

- .1 accelerația verticală: accelerație datorată oscilațiilor verticale, de tangaj și, eventual, de rulu (perpendicular pe planul de bază al navei);
- .2 accelerația transversală: accelerație datorată oscilațiilor laterale, de rotație în jurul axei verticale și de rulu și componentei gravitației la înclinarea datorată ruliului; și
- .3 accelerația longitudinală: accelerație datorată oscilațiilor longitudinale și de tangaj și componentei gravitației la înclinarea datorată tangajului.

Metodele de a anticipa accelerațiile datorate mișcărilor navei trebuie să fie propuse și aprobate de către

Administrație⁹.

Navele destinate unei exploatare restricționate pot face obiectul unei examinări speciale.

6.4.9.4.1.2 Sarcini dinamice de interacțiune

Trebuie să ia în considerare componenta dinamică a sarcinilor care rezultă din interacțiunea dintre sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat și structura corpului navei, inclusiv sarcinile datorate structurilor și echipamentelor asociate.

6.4.9.4.1.3 Sarcini datorate mișcărilor lichidului (lovituri de berbec)

Sarcinile datorate mișcărilor lichidului care se exercită asupra unui sistem pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat și asupra componentelor sale interne trebuie să fie luate în considerare pentru ansamblul nivelurilor de umplere prevăzute.

6.4.9.4.1.4 Sarcini datorate zăpezii și gheții

Zăpada și gheața trebuie să fie luate în considerare, dacă este cazul.

6.4.9.4.1.5 Sarcini datorate navigației prin ghețuri

Sarcinile datorate navigației prin ghețuri trebuie să fie luate în considerare în cazul navelor destinate acestei exploatare.

6.4.9.4.1.6 Sarcini datorate pătrunderii apei mării pe punte

Trebuie să fie luate în considerare sarcinile datorate pătrunderii apei mării pe punte.

6.4.9.4.1.7 Sarcini datorate vântului

Trebuie să fie luate în considerare sarcinile produse de vânt, dacă este cazul.

6.4.9.5 *Sarcini datorate accidentelor*

Sarcinile datorate accidentelor sunt definite ca și sarcini care se exercită asupra unui sistem pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat și asupra elementelor sale de susținere în condiții anormale și neprevăzute.

6.4.9.5.1 Sarcini de coliziune

Sarcinile de coliziune sunt definite ca și sarcini care se exercită asupra unui sistem pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat aflat în condiția de încărcare completă cu o forță de inerție „a” pe direcția înainte și „a/2” pe direcția înapoi, unde „g” este accelerația gravitațională.

⁹ Se face referire la secțiunea 4.28.2.1 din Codul IGC cu privire la formulele recomandate pentru componentele accelerației.

Lungimea navei (L)	Accelerația de calcul (a)
$L > 100 \text{ m}$	0,5 g
$60 < L \leq 100 \text{ m}$	$\left(2 - \frac{3(L - 60)}{80}\right) g$
$L \leq 60 \text{ m}$	2g

O examinare specială se va acorda navelor cu număr Froude (F_n) $> 0,4$.

6.4.9.5.2 Sarcini datorate inundării navei

În cazul tancurilor independente, sarcina creată de flotabilitatea unui tanc gol complet inundat trebuie să fie luată în considerare la proiectarea sistemului portant antiflotație și structurii de susținere, atât în ceea ce privește structura adiacentă a corpului navei cât și structura tancului.

6.4.10 *Integritatea structurală*

6.4.10.1 *Generalități*

6.4.10.1.1 Proiectarea structurii trebuie să fie astfel încât tancurile să aibă o capacitate adecvată pentru a susține toate încărcăturile relevante în limita corespunzătoare de siguranță. Aceasta trebuie să țină seama de posibilitatea de deformare plastică, flambaj, oboseală și pierderea etanșeității la lichide și gaze.

6.4.10.1.2 Integritatea structurală a sistemelor pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să fie demonstrată prin conformitatea cu regulile de la 6.4.15, în funcție de tipul pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat.

6.4.10.1.3 Pentru alte tipuri de sisteme pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat care au o proiectare nouă sau care diferă în mod semnificativ de acelea prevăzute la 6.4.15, integritatea structurii trebuie să fie demonstrată prin conformitatea cu regulile de la 6.4.16.

6.4.11 *Analiza structurală*

6.4.11.1 *Analiză*

6.4.11.1.1 Analizele în etapa de proiectare trebuie să se bazeze pe principiile acceptate de statică, dinamică și rezistență a materialelor.

6.4.11.1.2 Se pot utiliza metode sau analize simplificate pentru calculul efectelor sarcinilor, cu condiția ca acestea să fie conservative. Încercările efectuate pe model pot fi utilizate în combinație cu calculele teoretice sau în locul acestora. În cazul în care metodele teoretice nu sunt adecvate pentru încercare, pot fi necesare încercări pe model sau la scară completă.

6.4.11.1.3 Atunci când sunt determinate răspunsurile la sarcinile dinamice, efectul dinamic trebuie să fie luat în considerare în cazul în care el poate afecta integritatea structurii.

6.4.11.2 *Ipoteze de încărcare*

6.4.11.2.1 Pentru fiecare locație sau parte din sistemul pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat ce va fi luată în considerare și pentru fiecare posibilă situație de avarie ce va fi analizată, trebuie să fie

luate în considerare toate combinațiile relevante ale sarcinilor care pot acționa simultan.

6.4.11.2.2 Trebuie să fie luate în considerare cele mai nefavorabile ipoteze din toate etapele relevante din timpul construcției, manipulării, încercării și exploatarei.

6.4.11.2.3 Dacă tensiunile statice și dinamice sunt calculate separat și dacă alte metode de calcul nu sunt justificate, tensiunile totale trebuie să fie calculate conform următoarelor formule:

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \sigma_{x,st} \pm \sqrt{\sum (\sigma_{x,dyn})^2} \\ \sigma_y &= \sigma_{y,st} \pm \sqrt{\sum (\sigma_{y,dyn})^2} \\ \sigma_z &= \sigma_{z,st} \pm \sqrt{\sum (\sigma_{z,dyn})^2} \\ \tau_{xy} &= \tau_{xy,st} \pm \sqrt{\sum (\tau_{xy,dyn})^2} \\ \tau_{xz} &= \tau_{xz,st} \pm \sqrt{\sum (\tau_{xz,dyn})^2} \\ \tau_{yz} &= \tau_{yz,st} \pm \sqrt{\sum (\tau_{yz,dyn})^2}\end{aligned}$$

unde:

$\sigma_{x,st}$, $\sigma_{y,st}$, $\sigma_{z,st}$, $\tau_{xy,st}$, $\tau_{xz,st}$ și $\tau_{yz,st}$ sunt tensiuni statice; și
 $\sigma_{x,dyn}$, $\sigma_{y,dyn}$, $\sigma_{z,dyn}$, $\tau_{xy,dyn}$, $\tau_{xz,dyn}$ și $\tau_{yz,dyn}$ sunt tensiuni dinamice,

fiecare tensiune dintre acestea trebuie să fie determinată în mod separat pornind de la componentele accelerației și de la componentele de deformare a corpului navei datorită încovoierii și torsiunii.

6.4.12 Condiții de proiectare

Toate modurilor de defectare relevante trebuie să fie luate în considerare la proiectare pentru toate scenariile de sarcini relevante și condiții prevăzute considerate. Condițiile de calcul sunt indicate în partea anterioară a acestui capitol, și scenariile de sarcini sunt prevăzute la 6.4.11.2.

6.4.12.1 Condiția prevăzută finală

6.4.12.1.1 Rezistența structurii poate fi determinată prin încercare sau prin analiză, ținând cont de proprietățile elastice și plastice ale materialelor, printr-o analiză simplificată a proprietăților elastice liniare sau prin intermediul regulilor prezentului Cod:

- .1 deformarea plastică și flambajul trebuie să fie luate în considerare;
- .2 analiza trebuie să se bazeze pe valorile caracteristice ale sarcinii după cum urmează:

sarcini permanente	valori previzibile
sarcini de exploatare	valori specificate
sarcini de mediu	pentru sarcinile de val: cea mai probabilă sarcină corespunzătoare a 10^8 întâlniri cu valul;
- .3 în scopul evaluării rezistenței ultime, se aplică următorii parametri ai materialelor:

- .1 R_e = limita minimă de curgere specifică la temperatura ambiantă (N/mm^2). Dacă pe curba tensiune-deformare nu apare un domeniu de curgere, se consideră ca limită de curgere tensiunea la care alungirea este de 0,2%.
- .2 R_m = rezistența minimă de rupere la tracțiune specifică la temperatura ambiantă (N/mm^2).

Pentru îmbinările sudate, în cazul în care sudurile neechilibrate sunt inevitabile, și anume în cazul în care metalul de adaos pentru sudură are o rezistență de rupere la tracțiune mai mică decât metalul de bază, ca de exemplu cazul unor aliaje de aluminiu, se vor utiliza valorile corespunzătoare R_e și R_m , pentru suduri, după aplicarea unui eventual tratament termic. În acest caz, rezistența de rupere la tracțiune transversală a sudurii nu va fi mai mică decât limita de curgere efectivă a metalului de bază. Dacă acest lucru nu poate fi realizat, structurile sudate care sunt fabricate din aceste materiale nu trebuie să fie incluse în sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat.

Proprietățile mai sus menționate trebuie să corespundă proprietăților mecanice minime specifice ale materialului, inclusiv metalul de adaos pentru sudură așa cum a fost fabricat. Sub rezerva unei examinări speciale de către Administrație, se poate ține cont de limita de curgere și rezistența de rupere la tracțiune mai ridicate la temperatură scăzută.

- .4 Tensiunea echivalentă σ_c (von Mises, Huber) trebuie să fie determinată prin formula:

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x\sigma_y - \sigma_x\sigma_z - \sigma_y\sigma_z + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)}$$

unde:

σ_x =	tensiunea totală normală în direcția x;
σ_y =	tensiunea totală normală în direcția y;
σ_z =	tensiunea totală normală în direcția z;
τ_{xy} =	tensiunea totală la forfecare în planul x-y;
τ_{xz} =	tensiunea totală la forfecare în planul x-z; și
τ_{yz} =	tensiunea totală la forfecare în planul y-z.

Valorile de mai sus trebuie calculate conform regulilor de la 6.4.11.2.3.

- .5 Tensiunile admisibile pentru materiale altele decât acelea prevăzute la 7.4 trebuie să facă obiectul aprobării de către Administrație, pentru fiecare caz.
- .6 Tensiunile pot fi limitate ulterior după analiza comportamentului la oboseală, analiza propagării fisurilor și criteriile de stabilitate.

6.4.12.2 Condiții de proiectare privind comportamentul la oboseală

- .1 Condiția de proiectare privind comportamentul la oboseală este condiția de proiectare cu privire la acumularea sarcinilor ciclice.

- .2 Dacă se cere o analiză privind comportamentul la oboseală, efectul cumulat al solicitărilor la oboseală trebuie să corespundă următoarei formule:

$$\sum \frac{n_i}{N_i} + \frac{n_{sarcina}}{N_{sarcina}} \leq C_w$$

unde:

n_i	numărul ciclurilor de tensiune la fiecare nivel de tensiune pe durata de viață a tancului;
N_i	numărul ciclurilor până la rupere pentru nivelul de tensiune corespunzător, conform curbei Wohler (S-N);
$n_{sarcină}$	numărul ciclurilor de încărcare și descărcare pe durata de viață a tancului nu va fi mai mic de 1000. Ciclurile de încărcare și descărcare includ un ciclu de presiune complet și ciclu termic complet;
$N_{sarcină}$	numărul ciclurilor până la rupere pentru solicitările la oboseală datorate încărcării și descărcării; și
C_w	rata maximă admisibilă a avariilor acumulate cauzate de oboseală.

Avaria cauzată de oboseală trebuie să se bazeze pe durata de viață previzibilă a tancului, dar să nu fie mai mică de 10^8 întâlniri cu valul.

- .3 În cazul în care este necesar, sistemul pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să fie supus unei analize a comportamentului la oboseală, luând în considerare toate solicitările la oboseală și combinațiile acestora pe durata de viață estimată a sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat. Trebuie să se ia în considerare diferitele condiții de umplere.
- .4 Curbele de calcul S-N utilizate în cadrul acestei analize trebuie să se aplice materialelor și sudurilor, elementelor de construcție, procedurilor de fabricație și situațiilor aplicabile de tensiuni previzibile.

Curbele S-N se bazează pe o probabilitate de 97,6% de supraviețuire corespunzătoare curbelor de medii minus 2 deviații standard a datelor experimentale relevante până la ruperea finală. Utilizarea curbelor S-N derivate într-un mod diferit necesită ajustări ale valorilor acceptabile C_w menționate la 6.4.12.2.7 până la 6.4.12.2.9.

- .5 Analiza trebuie să se bazeze pe valorile caracteristice ale sarcinii după cum urmează:

sarcini permanente	valori estimate
sarcini de exploatare	valori specificate sau istoricul specificat
sarcini de mediu	istoricul valorilor estimate pentru sarcini, dar nu mai puțin de 10^8 cicluri

Dacă spectrele simplificate de sarcini dinamice sunt utilizate pentru estimarea duratei de viață la oboseală, acestea trebuie să facă obiectul unei examinări speciale din partea Administrației.

- .6 În cazul în care dimensiunile barierei secundare sunt reduse, așa cum s-a prevăzut la 6.4.2.3, trebuie să se efectueze analize privind mecanica ruperii la propagarea fisurilor datorate oboselii pentru a determina:
- .1 căile de propagare a fisurilor în structură, dacă este necesar conform regulilor de la 6.4.12.2.7 până la 6.4.12.2.9, după caz;
 - .2 viteza de producere a fisurilor;
 - .3 timpul necesar pentru ca o fisură să se propage și să producă o scurgere din tanc;
 - .4 dimensiunea și forma fisurilor prin grosime; și
 - .5 timpul necesar pentru ca fisurile detectate să ajungă la o stare critică după penetrarea grosimii.

În general, mecanica ruperii se bazează pe date privind extinderea fisurilor luate ca valoare medie la care se adaugă două deviații standard a datelor de încercare. Metodele pentru analiza creșterii fisurii datorită oboselii și mecanica ruperii trebuie să se bazeze pe norme recunoscute.

Atunci când se efectuează analiza propagării fisurilor, aceasta se va baza pe cele mai mari fisuri inițiale care nu se pot detecta prin metoda inspectării, ținând seama de examinarea nedistructivă și criteriile de examinare vizuală admisibile, după caz.

Analiza propagării fisurilor în condițiile specificate la 6.4.12.2.7 poate utiliza repartiția și secvența de sarcini simplificate pe o perioadă de 15 zile. Aceste repartiții pot fi obținute așa cum se indică în figura 6.4.3. Repartiția și secvența de sarcini pentru perioade mai lungi, cum ar fi acelea prevăzute la 6.4.12.2.8 și 6.4.12.2.9, trebuie să fie aprobate de către Administrație.

Sistemele trebuie să respecte regulile de la 6.4.12.2.7 până la 6.4.12.2.9, după caz.

- .7 Pentru avariile care pot fi imediat detectate prin detectarea scurgerilor:

C_w trebuie să fie mai mic sau egal cu 0,5.

Timpul previzibil pentru evoluția avariei, începând din momentul detectării scurgerii până la atingerea stării critice, nu trebuie să fie mai mic de 15 zile, în afară de cazul în care se aplică diferite reglementări pentru navele destinate anumitor voiaje.

- .8 Pentru avariile care nu pot fi detectate prin scurgeri, dar care pot fi imediat detectate cu ocazia efectuării inspecțiilor curente în exploatare:

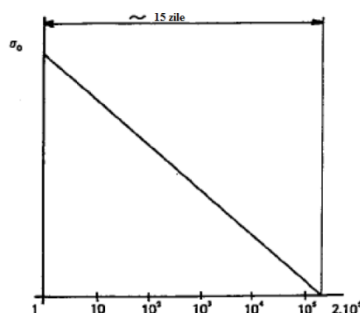
C_w trebuie să fie mai mic sau egal cu 0,5.

Timpul previzibil pentru evoluția avariei, începând din momentul în care cea mai mare fisură ce nu a putut fi detectată prin metodele de inspecție în exploatare și până când aceasta a ajuns la o stare critică, nu trebuie să fie mai mic decât de trei ori intervalul dintre aceste inspecții.

- 9 În anumite locuri ale tancului, în care nu este posibil să se detecteze o avarie efectivă sau o producere a unei fisuri, trebuie să se aplice cel puțin următoarele criterii, mai severe, de acceptare a oboselii:

C_w trebuie să fie mai mic sau egal cu 0,1.

Timpul previzibil pentru evoluția avariei, începând din momentul considerării producerii avariei inițiale și până când aceasta a ajuns la o stare critică, nu trebuie să fie mai mic decât de trei ori durata de viață a tancului.



Cicluri de răspuns

σ_0 = tensiunea maximă cea mai probabilă pe durata de viață a navei

Scara de cicluri de răspuns este logaritmică; valoarea $2,10^5$ este dată ca exemplu de estimare.

Figura 6.4.3 - Repartiția simplificată de sarcini

6.4.12.3 Condiția de proiectare în caz de accident

6.4.12.3.1 Condiția de proiectare în caz de accident este o condiție prevăzută pentru sarcinile accidentale care au o probabilitate de producere extrem de redusă.

6.4.12.3.2 Analiza trebuie să se bazeze pe valorile caracteristice după cum urmează:

Sarcini permanente	Valori previzibile
Sarcini de exploatare	Valori specificate
Sarcini de mediu	Valori specificate
Sarcini datorate accidentelor	Valori specificate sau valori previzibile

Sarcinile indicate la 6.4.9.3.3.8 și 6.4.9.5 nu trebuie să fie combinate unele cu altele și nici cu sarcinile induse de val.

6.4.13 Materiale și construcție

6.4.13.1 Materiale

6.4.13.1.1 Materiale care formează structura navei

6.4.13.1.1.1 Pentru a determina calitatea foilor de tablă și secțiunilor utilizate în structura corpului navei, temperatura trebuie să fie calculată pentru toate tipurile de tancuri. În acest calcul, se vor lua în considerare următoarele ipoteze:

- .1 bariera primară a tuturor tancurilor trebuie să se considere a fi la temperatura combustibilului gazos lichefiat;
- .2 în plus față de dispozițiile de la alineatul .1 de mai sus, dacă se cere o barieră secundară completă sau parțială, aceasta trebuie să se considere a fi la temperatura combustibilului gazos lichefiat la presiunea atmosferică pentru oricare tanc exclusiv;
- .3 în cazul unui serviciu global, temperaturile ambiante trebuie să se considere a fi de 5°C pentru aer și 0°C pentru apa mării. Valori mai mari pot fi acceptate în cazul navelor care operează în zone limitate și, invers, valori mai mici pot fi stabilite de către Administrație pentru navele care operează în zone în care pe timpul iernii sunt previzibile temperaturi scăzute;
- .4 trebuie să se ia în considerare ipoteza condițiilor de aer calm și apă de mare calmă, și anume fără vreo corecție pentru convecția forțată;
- .5 trebuie să se ia în considerare degradarea proprietăților izolației termice pe durata de viață a navei din cauza unor factori cum ar fi îmbătrânirea termică și mecanică, compactarea, mișcările navei și vibrațiile tancului, așa cum s-a definit la 6.4.13.3.6 și 6.4.13.3.7;
- .6 trebuie să se țină seama de efectul de răcire a vaporilor în cazul scurgerilor de combustibil gazos lichefiat, dacă este cazul;
- .7 se poate avea în vedere încălzirea corpului navei în conformitate cu regulile de la 6.4.13.1.1.3, cu condiția ca instalațiile de încălzire să respecte regulile de la 6.4.13.1.1.4;
- .8 nu trebuie să se aibă în vedere alte mijloace de încălzire, cu excepția acelor prevăzute la 6.4.13.1.1.3; și
- .9 pentru elementele care se prind de dublu corp și învelișul exterior al navei, pentru determinarea calității oțelului se poate lua în considerare temperatura medie.

6.4.13.1.1.2 Materialele de la toate celelalte elemente de structură a corpului navei, pentru care temperatura calculată în condițiile de proiectare este sub 0°C , ca urmare a influenței temperaturii combustibilului gazos lichefiat, trebuie de asemenea să corespundă specificațiilor din tabelul 7.5. Aceste reguli se aplică structurii corpului navei care susține tancurile de combustibil gazos lichefiat, învelișului interior al fundului navei, pereților longitudinali, pereților transversali, varangelor, coastelor întărite, stringherelor și tuturor elementelor de osatură care le sunt asociate.

6.4.13.1.1.3 Mijloace de încălzire a materialelor de construcție pot fi utilizate astfel încât să se asigure că temperatura materialului nu scade sub valoarea minimă permisă pentru calitatea materialului specificată în tabelul 7.5. În calculele indicate la 6.4.13.1.1.1, se poate lua în considerare această încălzire în conformitate cu următoarele principii:

- .1 pentru toate elementele de structură transversală a corpului navei;
- .2 pentru elementele de structură longitudinală a corpului navei indicate la 6.4.13.1.1.2 unde sunt specificate temperaturi ambiante mai scăzute, cu condiția ca materialul să rămână adecvat pentru condițiile de temperaturi ambiante de $+5^{\circ}\text{C}$ în aer și de 0°C pentru apa de mare fără ca încălzirea să fie luată în considerare în calcule; și
- .3 ca alternativă la regulile 6.4.13.1.1.3.2, pentru peretele longitudinal situat între tancurile de combustibil gazos lichefiat, se poate lua în considerare încălzirea, cu condiția ca materialul să rămână adecvat pentru o temperatură de calcul minimă de -30°C sau pentru o temperatură cu 30°C mai mică decât aceea determinată la 6.4.13.1.1.1 cu luarea în considerare a încălzirii, luându-se valoarea mai mică dintre acestea. În acest caz, rezistența longitudinală a navei trebuie să respecte regula II-1/3-1 din SOLAS pentru ambele cazuri în care peretele sau pereții se consideră a fi sau a nu fi eficace.

6.4.13.1.1.4 Mijloacele de încălzire indicate la 6.4.13.1.1.3 trebuie să respecte următoarele cerințe:

- .1 sistemul de încălzire trebuie să fie instalat astfel încât, în cazul unei avarii la vreuna din componentele sale, să poată fi menținută o încălzire de rezervă egală cu cel puțin 100% din necesarul teoretic de căldură;
- .2 sistemul de încălzire trebuie să fie considerat ca un auxiliar esențial. Toate componentele electrice de la cel puțin unul din sistemele prevăzute la 6.4.13.1.1.3.1 trebuie să fie alimentate de la o sursă de energie electrică de avarie; și
- .3 proiectarea și construcția sistemului de încălzire trebuie să fie incluse în aprobarea Administrației privind sistemul pentru stocarea mărfii.

6.4.13.2 *Materiale utilizate pentru barierele primare și secundare*

6.4.13.2.1 Materiale metalice utilizate în construcția barierelor primare și secundare, care nu formează corpul navei, trebuie să fie adaptate la sarcinile de calcul la care pot fi supuse și să îndeplinească regulile din tabelul 7.1, 7.2 sau 7.3.

6.4.13.2.2 Materialele utilizate la barierele primare sau secundare, fie metalice sau nemetalice, dar care nu sunt prevăzute în tabelele 7.1, 7.2 și 7.3, pot să fie aprobate de către Administrație luând în considerare sarcinile de calcul la care acestea pot fi supuse, proprietățile lor și utilizarea căreia îi sunt destinate.

6.4.13.2.3 În cazul în care materialele nemetalice¹⁰, inclusiv materialele compozite, sunt utilizate pentru barierele primare sau secundare sau sunt încorporate în aceste bariere, trebuie să fie încercate în ceea ce privește următoarele proprietăți, după caz, pentru a se asigura asupra conformității lor cu exploatarea căreia îi sunt destinate:

- .1 compatibilitate cu combustibilii gazoși lichefiați;
- .2 îmbătrânire;

¹⁰ Se face referire la secțiunea 6.4.16.

- .3 proprietăți mecanice;
- .4 dilatare și contracție termică;
- .5 abraziune;
- .6 coeziune;
- .7 rezistență la vibrații;
- .8 rezistență la foc și la propagarea flăcării; și
- .9 rezistența la ruperea datorată oboselii și propagării fisurii.

6.4.13.2.4 Proprietățile de mai sus trebuie să fie verificate, după caz, pentru intervalul dintre temperatura maximă prevăzută în exploatare și temperatura de 5⁰C sub temperatura minimă de calcul, dar nu mai puțin de -196⁰C.

6.4.13.2.5 În cazul în care materialele nemetalice, inclusiv materialele compozite, sunt utilizate pentru barierele primare sau secundare, procedeele de îmbinare trebuie să fie de asemenea încercate, așa cum s-a indicat mai sus.

6.4.13.2.6 Se poate lua în considerare utilizarea la bariera primară și bariera secundară a materialelor care nu sunt rezistente la foc și la propagarea flăcării, cu condiția ca acestea să fie protejate cu un mijloc corespunzător, ca de exemplu un mediu permanent de gaz inert sau cu condiția existenței unei bariere ignifuge.

6.4.13.3 *Izolația termică și alte materiale utilizate în sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat*

6.4.13.3.1 Izolația termică portantă și alte materiale utilizate în sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să fie adaptate la sarcinile de calcul.

6.4.13.3.2 Izolația termică și alte materiale utilizate în sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să aibă următoarele caracteristici, după caz, pentru a se asigura că sunt adecvate pentru exploatarea căreia îi sunt destinate:

- .1 compatibilitate cu combustibilul gazos lichefiat;
- .2 solubilitate în combustibilul gazos lichefiat;
- .3 absorbție a combustibilului gazos lichefiat;
- .4 contracție;
- .5 îmbătrânire;
- .6 procentaj de celule închise;

- .7 densitate;
- .8 proprietăți mecanice, în măsura în care acestea sunt supuse efectelor combustibilului gazos lichefiat și a altor efecte de încărcare, la dilatarea și contracția termică;
- .9 abraziune;
- .10 coeziune;
- .11 conductivitatea termică;
- .12 rezistența la vibrații;
- .13 rezistența la foc și la propagarea flăcării; și
- .14 rezistența la oboseală și la propagarea fisurii.

6.4.13.3.3 Proprietățile de mai sus trebuie să fie verificate, după caz, pentru intervalul dintre temperatura maximă prevăzută în exploatare și temperatura de 5°C sub temperatura minimă de calcul, dar nu mai puțin de -196°C .

6.4.13.3.4 Datorită amplasării sau condițiilor de mediu, materialele pentru izolare termică trebuie să aibă proprietăți corespunzătoare de rezistență la foc și la propagarea flăcării și trebuie să fie protejate în mod adecvat împotriva penetrării de către vaporii de apă și împotriva deteriorării mecanice. În cazul în care izolația termică este situată pe puntea deschisă sau deasupra acesteia, precum și în dreptul deschiderilor capacelor de tanc, aceasta trebuie să aibă caracteristici adecvate de rezistență la foc, în conformitate cu o normă recunoscută sau să fie acoperită cu un material care are caracteristici reduse de propagare a flăcării și care formează o etanșare eficientă aprobată împotriva vaporilor.

6.4.13.3.5 Izolația termică, care nu respectă normele recunoscute privind rezistența la foc, poate fi utilizată în spațiile de magazie destinate stocării combustibilului, care nu sunt menținute permanent în atmosferă inertă, cu condiția ca suprafețele sale să fie acoperite cu un material care are caracteristici reduse de propagare a flăcării și care formează o etanșare eficientă aprobată împotriva vaporilor.

6.4.13.3.6 Încercarea la conductivitatea termică a izolației termice trebuie să fie efectuată pe eșantioane cu vechime corespunzătoare.

6.4.13.3.7 În cazul în care se utilizează izolație termică sub formă de pulbere sau granule, trebuie să fie luate măsuri pentru a reduce compactarea în cadrul exploatării și pentru a menține conductivitatea termică cerută, precum și pentru a preveni orice creștere excesivă a presiunii în sistemul pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat.

6.4.14 Metode de construcție

6.4.14.1 Proiectarea îmbinărilor sudate

6.4.14.1.1 Toate îmbinările sudate ale pereților tancurilor independente trebuie să fie de tip sudură cap la cap, cu pătrundere completă. Numai în cazul conexiunii dintre dom și înveliș, se pot utiliza suduri în formă de T cu pătrundere completă, în funcție de rezultatele încercărilor efectuate la aprobarea procedurii

de sudare. De asemenea, cu excepția micilor deschideri în domuri, sudurile ștuțurilor trebuie să fie în general proiectate cu pătrundere completă.

6.4.14.1.2 Detaliile privitoare la îmbinările sudate de la tancurile independente de tip C și la barierele primare etanșe la lichid de la tancurile independente de tip B construite, în general, cu suprafețe curbe trebuie să fie după cum urmează:

- .1 Toate îmbinările longitudinale și circulare trebuie să fie suduri de tip cap la cap, cu pătrundere completă, sub formă de X sau V. Sudurile cap la cap, cu pătrundere completă, trebuie să se obțină prin sudarea celor două capete sau utilizându-se inele de susținere. Dacă sunt folosite inele de susținere, acestea trebuie să fie îndepărtate, cu excepția acelor de la recipientele foarte mici pentru procesare, sub presiune ¹¹. Alte prelucrări ale marginilor pot fi permise, în conformitate cu rezultatele încercărilor executate la aprobarea procedurii de sudare. Pentru îmbinările peretelui tancului la un perete longitudinal de la tancurile bilobale de tip C se pot accepta suduri sub formă de T cu pătrundere completă;
- .2 Prelucrarea prin polizare a îmbinărilor dintre corpul recipientului sub presiune și domuri și dintre domuri și armăturile corespunzătoare trebuie să fie proiectată în conformitate cu o normă acceptată de către Administrație. Toate sudurile care îmbină ștuțuri, domuri sau alte elemente de penetrare a recipientului, precum și toate sudurile care leagă flanșele de recipient sau ștuțuri trebuie să fie suduri cu pătrundere completă.

6.4.14.2 *Proiectarea privind lipirea și alte metode de îmbinare*

6.4.14.2.1 Proiectarea îmbinărilor care trebuie să fie lipite (sau îmbinate prin alte metode cu excepția sudurii) trebuie să țină seama de caracteristicile de rezistență ale procesului de îmbinare.

6.4.15 *Tipuri de tancuri*

6.4.15.1 *Tancuri independente de tip A*

6.4.15.1.1 Principiul de proiectare

6.4.15.1.1.1 Tancurile independente de tip A sunt tancuri a căror proiectare este bazată în primul rând pe procedurile clasice de analiză a structurii navei în conformitate cu cerințele Administrației. Dacă aceste tancuri sunt construite mai ales cu suprafețe plane, presiunea de calcul a vaporilor P_0 trebuie să fie mai mică de 0,07 MPa.

6.4.15.1.1.2 O barieră secundară completă trebuie să fie prevăzută conform regulilor de la 6.4.3. Barierea secundară trebuie să fie proiectată în conformitate cu regulile de la 6.4.4.

6.4.15.1.2 Analiză structurală

¹¹ În cazul tancurilor izolate de vid, care nu sunt echipate cu o gură de vizitare, îmbinările longitudinale și circulare trebuie să îndeplinească cerințele de mai sus, cu excepția cazului pentru îmbinarea de montaj a învelișului exterior, care poate fi o sudură unilaterală cu inele de susținere.

6.4.15.1.2.1 O analiză structurală trebuie să fie efectuată luând în considerare presiunea internă indicată la 6.4.9.3.3.1 și sarcinile de interacțiune cu sistemul portant și de fixare, precum și cu o parte rezonabilă a corpului navei.

6.4.15.1.2.2 Pentru elementele, cum ar fi elementele structuri portante, care de altfel nu fac obiectul regulilor din acest Cod, tensiunile trebuie determinate prin calcule directe, ținând cont de sarcinile menționate la 6.4.9.2 până la 6.4.9.5, în măsura în care ele sunt aplicabile, și de deformările navei în dreptul structurilor portante.

6.4.15.1.2.3 Tancurile cu suportii lor trebuie să fie proiectate pentru sarcinile datorate accidentelor conform regulilor de la 6.4.9.5. Aceste sarcini nu trebuie să fie combinate între ele sau cu sarcinile de mediu.

6.4.15.1.3 Condiții de proiectare privind rezistența ultimă

6.4.15.1.3.1 În cazul tancurilor construite, în principal, cu suprafețe plane, tensiunile nominale de membrană la elementele primare și secundare (elemente de rigidizare, coaste întărite, stingheri, grinzi) atunci când se calculează prin metode analitice convenționale nu trebuie să depășească cea mai mică valoare dintre $R_m/2,66$ sau $R_e/1,33$ pentru oțeluri cu nichel, oțeluri cu carbon-mangan, oțeluri austenitice și aliaje de aluminiu, unde R_m și R_e sunt definite la 6.4.12.1.1.3. Totuși, în cazul în care se efectuează calcule detaliate pentru elementele primare, tensiunea echivalentă σ_e , așa cum s-a definit la 6.4.12.1.1.4, poate fi crescută la o valoare mai mare decât aceea indicată mai sus, până la o valoare acceptabilă de către Administrație. Calculele trebuie să ia în considerare efectele la încovoiere, forfecare, deformare axială și torsiune, precum și efectele forțelor de interacțiune dintre corpul navei/tancurile de combustibil gazos lichefiat datorate deformării dublu fundului navei și fundurilor tancurilor de combustibil gazos lichefiat.

6.4.15.1.3.2 Dimensionarea pereților de separație ai tancului trebuie să îndeplinească cel puțin cerințele Administrației, care se aplică diptancurilor, ținând seama de presiunea internă, așa cum s-a indicat la 6.4.9.3.3.1, și de orice adaos de coroziune prevăzut la 6.4.1.7.

6.4.15.1.3.3 Structura tancului de combustibil gazos lichefiat trebuie să fie examinată cu privire la eventuale semne de flambaj.

6.4.15.1.4 Condiții de proiectare în caz de accident

6.4.15.1.4.1 Tancurile și suportii lor trebuie să fie proiectate pentru sarcini datorate accidentelor și condițiile de proiectare indicate la 6.4.9.5 și 6.4.1.6.3, după caz.

6.4.15.1.4.2 Atunci când este supusă sarcinilor datorate accidentelor, așa cum s-a indicat la 6.4.9.5, tensiunea trebuie să îndeplinească criteriile indicate la 6.4.15.1.3, modificată după caz, ținând seama de probabilitatea cea mai mică de aplicare a acestora.

6.4.15.2 *Tancuri independente de tip B*

6.4.15.2.1 Principiul de proiectare

6.4.15.2.1.1 Tancurile independente de tip B sunt tancuri proiectate pe baza încercărilor pe model, instrumentelor analitice fine și a metodelor de analiză pentru a determina nivelurile tensiunilor, durata de viață la oboseală și caracteristicile de propagare a fisurilor. În cazul în care aceste tancuri sunt construite,

în principal, cu suprafețe plane (tancuri prismatice), presiunea de calcul a vaporilor P_0 trebuie să fie mai mică de 0,07 MPa.

6.4.15.2.1.2 O barieră secundară parțială, cu un sistem de protecție împotriva scurgerilor trebuie să fie prevăzut conform regulilor de la 6.4.3. Acest sistem de protecție împotriva scurgerilor minore trebuie să fie proiectat în conformitate cu regulile de la 6.4.5.

6.4.15.2.2 Analiza structurală

6.4.15.2.2.1 Efectele tuturor sarcinilor statice și dinamice trebuie să fie luate în considerare pentru a stabili dacă structura este corespunzătoare în ceea ce privește:

- .1 deformarea plastică;
- .2 flambajul;
- .3 ruperea la oboseală; și
- .4 propagarea fisurilor.

Se va efectua o analiză prin metoda elementelor finite sau prin alte metode echivalente și o analiză a mecanicii ruperii sau o analiză echivalentă.

6.4.15.2.2.2 Trebuie să fie efectuată o analiză tridimensională pentru a evalua nivelurile de tensiune, inclusiv interacțiunile cu corpul navei. Modelul utilizat pentru această analiză trebuie să includă tancul de combustibil gazos lichefiat împreună cu sistemul său de susținere și de fixare, precum și o parte rezonabilă a corpului navei.

6.4.15.2.2.3 Trebuie să fie efectuată o analiză completă a accelerațiilor și mișcărilor unei anumite nave pe valuri neregulate și a răspunsului navei și tancurilor sale de combustibil gazos lichefiat la aceste forțe și mișcări, cu excepția cazului în care există date disponibile de la nave similare.

6.4.15.2.3 Condiții de proiectare ultime

6.4.15.2.3.1 Deformarea plastică

În cazul tancurilor independente de tip B, formate în principal din suprafețele de revoluție, tensiunile admisibile nu trebuie să depășească:

$$\begin{array}{rcl}
 \sigma_m & \leq & f \\
 \sigma_L & \leq & 1,5 f \\
 \sigma_b & \leq & 1,5F \\
 \sigma_L + \sigma_b & \leq & 1,5F \\
 \sigma_m + \sigma_b & \leq & 1,5F \\
 \sigma_m + \sigma_b + \sigma_q & \leq & 3,0F \\
 \sigma_L + \sigma_b + \sigma_q & \leq & 3,0F
 \end{array}$$

unde:

- σ_m = tensiune primară generală echivalentă de membrană;
 σ_L = tensiune primară locală echivalentă de membrană;
 σ_b = tensiune primară echivalentă la încovoiere;
 σ_g = tensiune secundară echivalentă;
 f = (R_m/A) sau (R_e/B) , luându-se valoarea mai mică dintre aceste două valori;
 și
 F = (R_m/C) sau (R_e/D) , luându-se valoarea mai mică dintre aceste două valori,

cu R_m și R_e , așa cum s-au definit la 6.4.12.1.1.3. Referitor la tensiunile σ_m , σ_L , σ_g și σ_b , definirea categoriilor de tensiuni se face la 6.4.15.2.3.6.

Valorile A și B trebuie să aibă cel puțin următoarele valori minime:

	Oțeluri cu nichel și oțeluri cu carbon mangan	Oțel austenitic	Aliaje de aluminiu
A	3	3,5	4
B	2	1,6	1,5
C	3	3	3
D	1,5	1,5	1,5

Cifrele de mai sus pot fi modificate, ținând seama de condițiile de proiectare luate în considerare cu acordul Administrației. În cazul tancurilor independente de tip B, construite în principal cu suprafețe plane, tensiunile echivalente admisibile de membrană, utilizate în analiză prin metoda elementelor finite nu trebuie să depășească:

- .1 în cazul oțelurilor cu nichel și a oțelurilor cu carbon-mangan, valoarea mai mică dintre $R_m/2$ sau $R_e/1,2$;
- .2 în cazul oțelurilor austenitice, valoarea mai mică dintre $R_m/2,5$ sau $R_e/1,2$; și
- .3 în cazul aliajelor de aluminiu, valoarea mai mică dintre $R_m/2,5$ sau $R_e/1,2$.

Cifrele de mai sus pot fi modificate luând în considerare localizarea tensiunii, metodele de analiză a tensiunii și condițiile de proiectare, considerate în acord cu Administrația.

Grosimea plăcii de rigidizare și dimensiunile acesteia nu trebuie să fie mai mici decât acelea necesare pentru tancurile independente de tip A.

6.4.15.2.3.2 Flambaj

Analiza stabilității la flambaj a tancurilor de combustibil gazos lichefiat supuse presiunii externe și altor sarcini care produc tensiuni de compresiune trebuie să fie efectuată în conformitate cu normele recunoscute. Metoda trebuie să țină seama în mod corespunzător de diferența dintre tensiunile teoretice și tensiunile reale de flambaj care rezultă din abaterile de aliniere a suprafețelor, deoarece acestea nu sunt drepte sau plate, din ovalitate și din devierea de la forma circulară pe o anumită lungime de arc sau coardă, după caz.

6.4.15.2.3.3 Condiții de proiectare privind comportamentul la oboseală

6.4.15.2.3.3.1 Evaluarea situației privind comportamentul la oboseală și la propagarea fisurilor trebuie să fie efectuată conform regulilor de la 6.4.12.2. Criteriile de acceptare trebuie să îndeplinească regulile de la 6.4.12.2.7, 6.4.12.2.8 sau 6.4.12.2.9, în funcție de detectabilitatea avariei.

6.4.15.2.3.3.2 Analiza privind comportamentul la oboseală trebuie să ia în considerare toleranțele de construcție.

6.4.15.2.3.3.3 Dacă Administrația consideră necesar, încercările pe model pot fi necesare pentru a determina factorii de concentrare a tensiunilor și durata de viață la oboseală a elementelor structurale.

6.4.15.2.3.4 Condiții de proiectare în caz de accident

6.4.15.2.3.4.1 Tancurile și suportii lor trebuie să fie proiectate la sarcini datorate accidentelor și la condițiile de proiectare, așa cum se indică la 6.4.9.5 și 6.4.1.6.3, după caz.

6.4.15.2.3.4.2 Atunci când este supusă sarcinilor datorate accidentelor în conformitate cu prevederile de la 6.4.9.5, tensiunea trebuie să îndeplinească criteriile indicate la 6.4.15.2.3, modificată după caz, ținând seama de probabilitatea cea mai mică de aplicare a acestora.

6.4.15.2.3.5 Marcare

Toate marcările recipientelor sub presiune trebuie să fie efectuate printr-o metodă care nu produce creșteri inadmisibile de tensiune locală.

6.4.15.2.3.6 Categoriile de tensiuni

În scopul evaluării tensiunilor, în prezenta secțiune sunt definite categoriile de tensiuni după cum urmează.

- .1 *Tensiune normală* este componenta tensiunii normale perpendiculară pe planul de referință.
- .2 *Tensiunea de membrană* este componenta tensiunii normale care este repartizată în mod uniform și care este egală cu valoarea medie a tensiunii de-a lungul grosimii secțiunii considerate.
- .3 *Tensiune la încovoiere* este tensiunea variabilă de-a lungul grosimii secțiunii considerate, după deducerea tensiunii de membrană.
- .4 *Tensiune la forfecare* este componenta tensiunii care acționează în planul de referință.
- .5 *Tensiune primară* este tensiunea produsă de sarcina impusă și care este necesară pentru a echilibra forțele și momentele exterioare. Caracteristica fundamentală a unei tensiuni primare este aceea că aceasta nu este autolimitativă. Tensiunile primare care depășesc în mod considerabil limita de elasticitate au ca rezultat producerea avariei sau cel puțin producerea unor deformări importante.

- .6 *Tensiune primară generală de membrană* este tensiunea primară de membrană care este repartizată în structură astfel încât să nu se producă nici o redistribuire a sarcinii apărută ca urmare a deformării permanente.
- .7 *Tensiune primară locală de membrană* apare atunci când o tensiune de membrană produsă de presiune sau alte sarcini mecanice și asociată cu un efect primar sau un efect de discontinuitate produce o distorsiune excesivă în transferul sarcinilor la alte părți ale structurii. Această tensiune este considerată ca și tensiune primară locală de membrană chiar dacă ea prezintă anumite caracteristici ale unei tensiuni secundare. O zonă de tensiune poate fi considerată locală dacă:

$$S_1 \leq 0,5 \sqrt{Rt}$$

și

$$S_2 \geq 2,5 \sqrt{Rt} ,$$

unde:

S_1	=	distanța în direcția meridiană pe care tensiunea echivalentă depășește 1,1 f;
S_2	=	distanța în direcția meridiană spre o altă zonă în care limitele tensiunii generale primare de membrană sunt depășite,
R	=	raza medie a recipientului;
t	=	grosimea peretelui recipientului la amplasamentul în care limita tensiunii primare generale de membrană este depășită; și
f	=	tensiunea primară generală admisibilă de membrană.

.8 *Tensiune secundară* este tensiunea normală sau tensiunea de forfecare care rezultă din constrângerile părților adiacente sau din autofixarea structurii. Caracteristica de bază a unei tensiuni secundare este faptul că aceasta este autolimitativă. O deformare locală și distorsiunile minime pot îndeplini condițiile care să producă tensiunea respectivă.

6.4.15.3 *Tancuri independente de tip C*

6.4.15.3.1 Principiul de proiectare

6.4.15.3.1.1 Principiul de proiectare pentru tancurile independente de tip C se bazează pe criteriile aplicabile recipientelor sub presiune, modificate pentru a include mecanica ruperii și criteriile de propagare a fisurilor. Presiunea de calcul minimă definită la 6.4.15.3.1.2 este utilizată pentru a se asigura că tensiunea dinamică este suficient de scăzută pentru ca o avarie inițială la suprafață să nu se propage pe mai mult de jumătate din grosimea peretelui pe parcursul duratei de viață a tancului.

6.4.15.3.1.2 Presiunea de calcul a vaporilor nu trebuie să fie mai mică de:

$$P_0 = 0,2 + AC(\rho_r)^{1,5} \quad (\text{MPa})$$

unde:

$$A = 0.00185 \left(\frac{\sigma_m}{\Delta\sigma_A} \right)^2$$

cu:

σ_m = tensiunea primară de calcul de membrană;
 $\Delta\sigma_A$ = tensiunea dinamică admisibilă de membrană (amplitudine dublă la nivelul de probabilitate $Q=10^{-8}$) și egală cu:

- 55 N/mm² pentru oțeluri feritice-perlitice, martensitice și austenitice;
- 25 N/mm² pentru aliaje de aluminiu (5083-O);

C = o dimensiune caracteristică a tancului corespunde celei mai mari valori dintre următoarele trei valori:

h , $0,75b$ sau $0,45l$,

cu:

h = înălțimea tancului (dimensiunea luată în direcția verticală a navei) (m);
 b = lățimea tancului (dimensiunea luată în direcția transversală a navei) (m);
 l = lungimea tancului (dimensiunea luată în direcția longitudinală a navei) (m);

ρ_r = densitatea relativă a mărfii ($\rho_r = 1$ pentru apă dulce) la temperatura de calcul.

6.4.15.3.2 Grosimea pereților

6.4.15.3.2.1 Referitor la grosimea pereților trebuie să se aplice următoarele:

- 1 pentru recipientele sub presiune, grosimea calculată în conformitate cu regulile de la 6.4.15.3.2.4 trebuie să fie considerată ca grosime minimă, după fasonare, fără nicio toleranță negativă;
- .2 pentru recipientele sub presiune, grosimea minimă a pereților și fundului, inclusiv adaosul de coroziune, după fasonare, nu trebuie să fie mai mică de 5 mm pentru oțelurile cu carbon-mangan și oțelurile cu nichel, de 3 mm pentru oțelurile austenitice sau de 7 mm pentru aliajele de aluminiu; și
- .3 coeficientul de rezistență a îmbinărilor sudate ce va fi utilizat în calculul efectuat conform regulilor de la 6.4.15.3.2.4 trebuie să fie de 0,95 atunci când se efectuează inspecția și încercarea nedistructivă prevăzute la 16.3.6.4. Această valoare se poate mări până la 1,0 dacă se iau în considerare alte elemente, cum ar fi materialul utilizat, tipul de îmbinări, metoda de sudare și tipul de încărcare. Pentru recipientele sub presiune de proces, Administrația poate accepta examinări nedistructive parțiale, dar acestea trebuie să corespundă cel puțin condițiilor prevăzute la 16.3.6.4, în funcție de factori, cum ar fi materialele utilizate, temperatura de calcul, intervalul de temperatură în care materialul are ductilitatea nulă pe timpul fasonării, tipul de îmbinare și metoda de sudare. Totuși, în acest caz, trebuie să se adopte un coeficient de rezistență care să

nu fie mai mare de 0,85. Pentru materialele speciale, coeficienții menționați mai sus trebuie să fie reduși în funcție de proprietățile mecanice specifice ale îmbinării sudate.

6.4.15.3.2.2 Presiunea de calcul a lichidului, indicată la 6.4.9.3.3.1, trebuie să fie luată în considerare la calculul presiunii interne.

6.4.15.3.2.3 Presiunea externă de calcul P_e , utilizată pentru verificarea flambajului la recipientele sub presiune, nu trebuie să fie mai mică decât valoarea obținută din următoarea formulă:

$$P_e = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (\text{MPa}),$$

unde:

P_1 = presiunea de reglare a supapelor de siguranță pentru vacuum. Pentru recipientele care nu sunt dotate cu supape de siguranță pentru vacuum, P_1 trebuie să facă obiectul unei examinări speciale, dar, în general, nu trebuie să fie mai mică de 0,025 MPa;

P_2 = presiunea de reglare a supapelor de siguranță la presiune (PRV) pentru spațiile complet închise care conțin recipiente sub presiune sau părți ale recipientelor sub presiune; în celelalte cazuri $P_2 = 0$;

P_3 = sarcini de compresiune exercitate asupra peretelui datorate greutatei și contractării izolației termice, greutatei peretelui, inclusiv adaosul de coroziune și diverse alte presiuni externe la care poate fi supus recipientul sub presiune. Aceste sarcini includ greutatea domurilor, greutatea suporturilor și a tubulaturilor, efectul produsului atunci când recipientul este parțial umplut, accelerațiile și deformarea corpului, dar fără a se limita la acestea. În plus, trebuie să se țină cont de efectul local al presiunii externe sau interne sau al ambelor presiuni; și

P_4 = presiunea externă datorată coloanei de apă pentru recipientele sub presiune sau părți ale recipientelor sub presiune de pe punțile descoperite; în alte cazuri $P_4 = 0$.

6.4.15.3.2.4 Eșantionarea pe baza presiunii interne trebuie să fie calculată după cum urmează:

Trebuie să fie determinată grosimea și forma părților din recipientele sub presiune, inclusiv flanșe, supuse unei presiuni interne, așa cum se prevede la 6.4.9.3.3.1. În toate cazurile, aceste calcule trebuie să se bazeze pe o teorie acceptată privind proiectarea recipientelor sub presiune. Deschiderile în părți din recipientele sub presiune care sunt supuse la presiune trebuie să fie rigidizate în conformitate cu norme recunoscute acceptabile pentru Administrație.

6.4.15.3.2.5 Analiza tensiunii luând în considerare forțele statice și dinamice trebuie să fi realizată după cum urmează:

- .1 eșantionarea recipientelor sub presiune trebuie să fie determinată în conformitate cu regulile de la 6.4.15.3.2.1 până la 6.4.15.3.2.4 și 6.4.15.3.3;
- .2 trebuie să fie efectuate calculele pentru sarcinile și tensiunile în dreptul suporturilor și al îmbinării dintre perete și suport. După caz, se vor utiliza sarcinile indicate la 6.4.9.2

până la 6.4.9.5, după caz. Tensiunile în dreptul suporturilor trebuie să corespundă unei norme recunoscute acceptabile pentru Administrație. În cazuri speciale, Administrația poate cere o analiză a comportamentului la oboseală; și

- .3 dacă se cere de către Administrație, tensiunile secundare și tensiunile termice trebuie să fie analizate în mod special.

6.4.15.3.3 Condiții de proiectare ultime

6.4.15.3.3.1 Deformarea plastică

În cazul tancurilor independente de tip C, tensiunile admisibile nu trebuie să depășească:

$$\begin{aligned}\sigma_m &\leq f \\ \sigma_L &\leq 1,5 f \\ \sigma_b &\leq 1,5 f \\ \sigma_L + \sigma_b &\leq 1,5 f \\ \sigma_m + \sigma_b &\leq 1,5 f \\ \sigma_m + \sigma_b + \sigma_g &\leq 3,0 f \\ \sigma_L + \sigma_b + \sigma_g &\leq 3,0 f,\end{aligned}$$

unde:

$$\begin{aligned}\sigma_m &= \text{tensiune primară generală echivalentă de membrană;} \\ \sigma_L &= \text{tensiune primară locală echivalentă de membrană;} \\ \sigma_b &= \text{tensiune primară echivalentă la încovoiere;} \\ \sigma_g &= \text{tensiune secundară echivalentă;} \\ f &= (R_m / A) \text{ sau } (R_e / B), \text{ luându-se valoarea mai mică dintre aceste două} \\ &\quad \text{valori; și}\end{aligned}$$

cu R_m și R_e așa cum s-au definit la 6.4.12.1.1.3. Referitor la tensiunile σ_m , σ_L , σ_b și σ_g , definirea categoriilor de tensiuni se face la 6.4.15.2.3.6. Valorile A și B trebuie să aibă cel puțin următoarele valori minime:

	Oțeluri cu nichel și oțeluri cu carbon mangan	Oțeluri austenitice	Aliaje de aluminiu
A	3	3,5	4
B	1,5	1,5	1,5

6.4.15.3.3.2 Criteriile de flambare trebuie să fie următoarele:

Grosimea și forma recipientelor sub presiune supuse la o presiune externă și la alte sarcini, care induc tensiuni de compresiune trebuie să se bazeze pe calcule care utilizează o teorie acceptată în mod general cu privire la flambarea recipientelor sub presiune și trebuie să țină seama în mod corespunzător de diferența dintre tensiunile teoretice și tensiunile reale de flambare care rezultă din abaterile de aliniere a tablelor, din ovalitate și din devierea de la forma circulară pe o anumită lungime de arc sau coardă.

6.4.15.3.4 Condiții de proiectare privind comportamentul la oboseală

6.4.15.3.4.1 În cazul tancurilor independente de tip C, unde temperatura combustibilului gazos lichefiat la presiunea atmosferică este mai mică de -55°C , Administrația poate cere verificarea suplimentară în scopul stabilirii conformității lor cu 6.4.15.3.1.1 referitor la tensiunea statică și dinamică, în funcție de dimensiunea tancului, configurația tancului și dispunerea suporturilor săi și a accesoriilor sale.

6.4.15.3.4.2 În cazul tancurilor izolate de vid, o atenție deosebită trebuie acordată rezistenței la oboseală în cadrul proiectării suporturilor și, de asemenea, să se țină seama de posibilitățile de inspecție limitate între pereții interior și exterior.

6.4.15.3.5 Condiții de proiectare în caz de accident

6.4.15.3.5.1 Tancurile și suportii lor trebuie să fie proiectate la sarcinile datorate accidentelor și la condițiile de proiectare indicate la 6.4.9.5 și 6.4.1.6.3, după caz.

6.4.15.3.5.2 Atunci când este supusă sarcinilor datorate unui accident în conformitate cu regulile de la 6.4.9.5, tensiunea trebuie să îndeplinească criteriile de acceptare indicate la 6.4.15.3.3.1, modificate după caz, ținând seama de probabilitatea cea mai mică de aplicare a acestora.

6.4.15.3.6 Marcare

Marcarea cerută pentru recipientele sub presiune trebuie să se efectueze printr-o metodă care nu produce creșteri neacceptabile de tensiune locală.

6.4.15.4 *Tancuri cu membrană*

6.4.15.4.1 Principii de proiectare

6.4.15.4.1.1 Sistemele pentru stocare cu membrană sunt proiectate astfel încât dilatățile și contracțiile termice sau de altă natură să fie compensate fără riscuri suplimentare de pierdere a etanșeității membranei.

6.4.15.4.1.2 O abordare sistematică, bazată pe analiză și încercare, trebuie să fie utilizată pentru a demonstra faptul că sistemul își îndeplinește funcția care îi este destinată luând în considerare evenimentele identificate în exploatare conform regulilor de la 6.4.15.4.2.1.

6.4.15.4.1.3 Trebuie să fie prevăzută o barieră secundară completă așa cum se prevede la 6.4.3. Barierea secundară trebuie să fie proiectată conform regulilor de la 6.4.4.

6.4.15.4.1.4 Presiunea de calcul a vaporilor P_0 nu trebuie să depășească în mod normal 0,025 MPa. Totuși, dacă dimensiunile corpului sunt majorate în mod corespunzător și dacă se ține cont, după caz, de rezistența suporturilor izolației termice, P_0 se poate mări la o valoare mai mare, dar mai mică de 0,070 MPa.

6.4.15.4.1.5 Definiția tancurilor cu membrană nu exclude concepțiile cum ar fi acelea la care sunt utilizate membrane nemetalice sau la care membranele sunt incluse sau încorporate în izolația termică.

6.4.15.4.1.6 Grosimea membranelor nu trebuie să depășească în mod normal 10 mm.

6.4.15.4.1.7 Circulația gazului inert prin spațiul cu izolație primară și spațiul cu izolație secundară, în conformitate cu regulile de la 6.11.1, trebuie să fie suficientă pentru a permite detectarea gazelor prin mijloace eficiente.

6.4.15.4.2 Considerații privind proiectarea

6.4.15.4.2.1 Trebuie să fie evaluate posibilele incidente care, pe durata de viață a membranelor, ar putea duce la pierderea etanșeității acestora la fluide. Acestea includ, dar nu se limitează numai la ele:

- .1 evenimente planificate finale:
 - .1 ruperea la tracțiune a membranelor;
 - .2 colapsul total al izolației termice;
 - .3 îmbătrânirea datorată tensiunilor termice;
 - .4 pierderea legăturii între izolația termică și structura corpului;
 - .5 pierderea legăturii membranelor cu sistemul de izolație termică;
 - .6 integritatea structurală a elementelor de structură interne și a structurilor lor asociate de susținere; și
 - .7 avaria structurii de susținere a corpului.
- .2 evenimente planificate datorate oboselii:
 - .1 oboseala membranelor, inclusiv a îmbinărilor și al elementelor de fixare la structura corpului;
 - .2 fisurările izolației termice datorită oboselii;
 - .3 oboseala elementelor de structură interne și a structurilor lor asociate de susținere; și
 - .4 fisurările corpului interior care antrenează pătrunderea apei de balast.
- .3 evenimente planificate datorate accidentelor:
 - .1 deteriorări mecanice accidentale (de exemplu, obiecte căzute în interiorul tancului în timpul exploatarei);
 - .2 suprapresurizarea accidentală a spațiilor cu izolație termică;
 - .3 vacuum accidental în tanc; și
 - .4 pătrunderea apei prin structura internă a corpului.

Nu sunt acceptate concepțiile în care un singur eveniment intern poate produce avarii simultane sau succesive la ambele membrane.

6.4.15.4.2 Proprietățile fizice (mecanice, termice, chimice etc.) pe care trebuie să le aibă materialele utilizate la construcția sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să fie stabilite în timpul desfășurării proiectării în conformitate cu regulile de la 6.4.15.4.1.2.

6.4.15.4.3 Sarcini și combinații de sarcini

Trebuie să se acorde o atenție deosebită posibilității de pierdere a integrității tancului datorită efectului unei suprapresiuni în spațiul dintre bariere, a unui posibil vacuum în tancul de combustibil gazos lichefiat, a mișcării lichidului, a vibrațiilor corpului navei sau datorită oricărei combinații dintre aceste evenimente.

6.4.15.4.4 Analize structurale

6.4.15.4.4.1 Trebuie să se efectueze analize structurale și/sau încercarea în scopul determinării rezistenței ultime și a evaluării comportamentului la oboseală a sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat și a structurilor aferente, precum și a echipamentelor indicate la 6.4.7. Analiza structurală trebuie să asigure datele cerute pentru a evalua fiecare mod de avariere care a fost identificată ca fiind critică pentru sistemul pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat.

6.4.15.4.4.2 Analizele structurale ale corpului trebuie să ia în considerare presiunea internă indicată la 6.4.9.3.3.1. O atenție deosebită trebuie să fie acordată deformărilor corpului navei și compatibilității lor cu membrana și izolația termică aferentă.

6.4.15.4.4.3 Analizele indicate la 6.4.15.4.4.1 și la 6.4.15.4.4.2 trebuie să se bazeze pe anumite mișcări, accelerații și răspunsuri ale navelor și sistemelor pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat.

6.4.15.4.5 Condiții planificate finale

6.4.15.4.5.1 Rezistența structurală a tuturor componentelor, subsistemelor sau ansamblurilor esențiale trebuie să fie stabilită în conformitate cu 6.4.15.4.1.2, pentru condițiile curente de exploatare.

6.4.15.4.5.2 Alegerea criteriilor de acceptare a rezistenței pentru modurile de avarie a sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat, a elementelor sale de fixare de structura corpului și a elementelor structurii interne ale tancului trebuie să reflecte consecințele asociate modului de avarie considerat.

6.4.15.4.5.3 Dimensionarea structurii interne a corpului trebuie să respecte cerințele pentru diptancuri, ținând seama de presiunea internă indicată la 6.4.9.3.3.1 și de cerințele corespunzătoare indicate la 6.4.9.4.1.3 pentru mișcările lichidului (lovituri de berbec).

6.4.15.4.6 Condiții planificate privind oboseala

6.4.15.4.6.1 Analiza privind oboseala trebuie să fie efectuată pentru elementele de structură din interiorul tancului, și anume suportii pentru pompe, precum și pentru părți ale membranelor și elementele de fixare ale suportilor pentru pompe la care supravegherea continuă nu permite detectarea în mod sigur a apariției unei avarii.

6.4.15.4.6.2 Calculele privind oboseala trebuie să fie efectuate în conformitate cu regulile de la 6.4.12.2, cerințele corespunzătoare depinzând de:

- .1 importanța elementelor de construcție pentru integritatea structurală; și
- .2 disponibilitatea pentru inspecție.

6.4.15.4.6.3 În cazul elementelor de construcție pentru care se poate demonstra prin încercări și/sau analize că o fisură nu se va dezvolta astfel încât să producă o avarie simultană sau succesivă a două membrane, valoarea C_w trebuie să fie mai mică sau egală cu 0,5.

6.4.15.4.6.4 Elementele de structură supuse inspecției periodice, și în care o fisură neglijabilă datorată oboselii poate evolua cauzând avaria simultană sau succesivă a două membrane, trebuie să îndeplinească regulile privind oboseala și mecanica ruperii prevăzute la 6.4.12.2.8.

6.4.15.4.6.5 Elementele de structură la care nu este posibil accesul pentru a efectua o inspecție curentă, și în care o fisură datorată oboselii poate evolua fără nicio avertizare cauzând avaria simultană sau succesivă a două membrane, trebuie să îndeplinească cerințele privind comportamentul la oboseală și mecanica ruperii prevăzute la 6.4.12.2.9.

6.4.15.4.7 Condiții planificate accidentale

6.4.15.4.7.1 Sistemul pentru stocare și structura de susținere a corpului trebuie să fie proiectate pentru sarcinile datorate accidentelor specificate la 6.4.9.5. Aceste sarcini nu trebuie să fie combinate unele cu altele sau cu sarcinile de mediu.

6.4.15.4.7.2 Trebuie să se stabilească scenarii suplimentare privind accidentele relevante care trebuie să fie luate în considerare pe baza unei analize a riscurilor. O atenție deosebită trebuie acordată dispozitivelor de fixare din interiorul tancurilor.

6.4.16 Proiectarea stărilor limită pentru concepții noi

6.4.16.1 Sistemele pentru stocarea combustibilului care au o configurație nouă, ce nu pot fi proiectate conform regulilor secțiunii 6.4.15 trebuie să fie proiectate în conformitate cu regulile din această secțiune și de la 6.4.1 până la 6.4.14, după caz. Proiectarea sistemului pentru stocarea combustibilului în conformitate cu regulile acestei secțiuni trebuie să se bazeze pe principiile proiectării stărilor limită care este o metodă de proiectare structurală ce poate fi aplicată concepțiilor existente sau noi. Această abordare mai generală permite menținerea unui nivel de siguranță similar cu acela obținut pentru sistemele pentru stocare existente, care au fost proiectate în conformitate cu 6.4.15.

6.4.16.2.1 Proiectarea stărilor limită este o metodă sistematică de evaluare în care fiecare element de structură este evaluat referitor la posibilele moduri de avarie care pot fi întâlnite în condițiile de proiectare indicate la 6.4.1.6. O stare limită poate fi definită ca o stare dincolo de care structura, sau partea din structură, nu mai satisface regulile.

6.4.16.2.2 Pentru fiecare mod de avarie poate fi relevantă una sau mai multe stări limită. Prin considerarea tuturor stărilor limită relevante, sarcina limită pentru elementul de structură este considerată a fi sarcina limită minimă rezultată din toate condițiile limită relevante. Stările limită se împart în următoarele trei categorii:

- .1 Stările limită ultime (ULS), care corespund valorii maxime a capacității portante sau, în unele cazuri, solicitării sau deformării maxime aplicabile în condiții intacte (nedeteriorate).
- .2 Stările limită la oboseală (FLS), care corespund degradării datorate efectului de încărcare care variază în timp (ciclic).
- .3 Stările limită accidentale (ALS), care sunt legate de capacitatea unei structuri de a rezista situațiilor accidentale.

6.4.16.3 Procedura și parametrii corespunzători de proiectare aplicabili la proiectarea stărilor limită trebuie să respecte Normele pentru utilizarea metodelor de calcul a stării limită în cazul proiectării sistemelor cu configurație nouă pentru stocarea combustibilului (Norma LSD), așa cum se prevede în Partea A-1.

6.5 Reguli pentru tancurile mobile pentru combustibil gazos lichefiat

6.5.1 Proiectarea tancului trebuie să îndeplinească regulile de la 6.4.15.3. Proiectarea suporturilor tancului (cadrul containerului sau șasiul camionului) trebuie să fie adaptată utilizării prevăzută.

6.5.2 Tancurile mobile pentru combustibil trebuie să fie amplasate în zone specifice care sunt prevăzute cu:

- .1 protecție mecanică a tancurilor în funcție de locație și operațiunile cu marfa;
- .2 dacă sunt amplasate pe puntea deschisă: un dispozitiv de protecție împotriva scurgerilor și o instalație de pulverizare a apei pentru răcire; și
- .3 dacă sunt amplasate într-un spațiu închis: spațiul trebuie să fie considerat ca un spațiu care conține racorduri ale tancului.

6.5.3 Tancurile mobile pentru combustibil trebuie să fie fixate pe punte atunci când sunt racordate la sistemele navei. Instalarea suporturilor și fixarea tancurilor trebuie să fie proiectate pentru cele mai mari înclinări statice și dinamice prevăzute, precum și la valorile maxime previzibile ale accelerației, ținând seama de caracteristicile navei și poziția tancurilor.

6.5.4 Este necesar să se ia în considerare rezistența tancurilor mobile pentru combustibil și efectul lor asupra stabilității navei.

6.5.5 Conectările la instalația cu tubulaturi de combustibil a navei trebuie să fie făcute prin furtunuri flexibile aprobate sau prin alte mijloace adecvate proiectate pentru a oferi o flexibilitate suficientă.

6.5.6 Trebuie să existe un dispozitiv pentru a limita cantitatea de combustibil deversat în caz de deconectare accidentală sau de rupere a conectărilor care nu sunt permanente.

6.5.7 Dispozitivul de limitare a presiunii a tancurilor mobile trebuie să fie conectat la o instalație fixă de aerisire.

6.5.8 Sistemele de control și monitorizare pentru tancurile mobile de combustibil trebuie să fie integrate în sistemul de control și monitorizare al navelor. Dispozitivul de siguranță pentru tancurile mobile de combustibil trebuie să fie încorporat în acela al navei (de exemplu, sisteme de închidere pentru valvulele tancului, dispozitive de detectare a scurgerilor de lichid/gaz).

6.5.9 Accesul în siguranță la conectările tancului în scopul inspectării și întreținerii trebuie să fie asigurat.

6.5.10 După conectarea la sistemul de tubulaturi de combustibil al navei,

- .1 cu excepția dispozitivului de decompresiune prevăzut la 6.5.6, fiecare tanc mobil trebuie să poată fi izolat în orice moment;
- .2 izolarea unuia din tancuri nu trebuie să împiedice disponibilitatea altor tancuri mobile;
- .3 tancul nu trebuie să depășească limitele sale de umplere indicate la 6.8.

6.6 Reguli pentru stocarea combustibilului gazos natural comprimat (CNG)

6.6.1 Tancurile utilizate pentru stocarea CNG trebuie să fie certificate și aprobate de către Administrație.

6.6.2 Tancurile utilizate pentru combustibilul CNG trebuie să fie echipate cu supape de siguranță la presiune, al căror punct de reglare este mai mic decât presiunea de proiectare a tancului și al căror ieșiri sunt situate conform regulilor de la 6.7.2.7 și 6.2.7.8.

6.6.3 Trebuie să existe mijloace adecvate pentru a depresuriza tancul în cazul în care un incendiu l-ar putea afecta.

6.6.4 În mod normal nu se acceptă stocarea CNG în spații închise, dar aceasta se poate permite după o examinare specială și aprobare de către Administrație cu condiția îndeplinirii următoarelor cerințe, suplimentar față de acelea prevăzute la 6.3.4 până la 6.3.6:

- .1 sunt prevăzute mijloace adecvate pentru a depresuriza și inertiza tancul în cazul în care un incendiu l-ar putea afecta;
- .2 toate suprafețele din interiorul spațiilor închise utilizate pentru a stoca CNG sunt prevăzute cu protecție termică adecvată împotriva oricărei scurgeri de gaz la mare presiune și condensului care rezultă, cu excepția cazului în care pereții sunt proiectați pentru a rezista la cele mai scăzute temperaturi care ar putea provoca o scurgere a gazului expansionat; și
- .3 instalația fixă de stingere a incendiului este instalată în spațiile închise utilizate pentru stocarea CNG. O atenție deosebită trebuie să fie acordată stingerii jeturilor de flăcări.

6.7 Reguli pentru dispozitivul de limitare a presiunii

6.7.1 Generalități

6.7.1.1 Toate tancurile utilizate pentru stocarea combustibilului trebuie să fie prevăzute cu un dispozitiv de limitare a presiunii corespunzător proiectării sistemului pentru stocarea combustibilului și a combustibilului ce urmează a fi transportat. Spațiile de magazie pentru stocarea combustibilului, spațiile dintre bariere, spațiile care conțin racordurile tancului și coferdamurile tancului, care pot fi supuse la presiuni mai mari decât presiunea lor de calcul, trebuie, de asemenea, să fie prevăzute cu un dispozitiv de limitare a presiunii. Sistemele de reglare a presiunii specificate la 6.9 trebuie să fie independente de dispozitivele de limitare a presiunii.

6.7.1.2 Tancurile utilizate pentru stocarea combustibilului, care pot fi supuse presiunilor externe mai mari decât presiunea lor de calcul, trebuie să fie prevăzute cu dispozitive de protecție cu vacuum.

6.7.2 Dispozitive de limitare a presiunii la tancurile cu combustibil gazos lichefiat

6.7.2.1 Dacă posibilitatea de scurgere a combustibilului în spațiul vid al unui tanc izolat prin vid nu poate fi exclusă, spațiul vid trebuie să fie protejat printr-un dispozitiv de limitare a presiunii care trebuie să fie racordat la un sistem de aerisire atunci când tancurile sunt situate sub punte. Pe o punte deschisă, evacuarea directă în atmosferă poate fi acceptată de către Administrație, cu condiția ca tancurile să nu depășească dimensiunile unui container de 40ft și gazul degajat să nu poată pătrunde în zone sigure.

6.7.2.2 Tancurile utilizate pentru combustibil gazos lichefiat trebuie să fie prevăzute cu cel puțin două supape de siguranță pentru reducerea presiunii, care să permită închiderea uneia dintre ele în cazul unei defectări sau scurgeri.

6.7.2.3 Spațiile dintre bariere trebuie să fie prevăzute cu dispozitive de limitare a presiunii¹². Pentru sistemele cu membrane, proiectantul trebuie să demonstreze dimensionarea adecvată a dispozitivelor de limitare a presiunii din spațiile dintre bariere.

6.7.2.4 Supapele de siguranță la presiune nu trebuie să fie reglate la o presiune mai mare decât presiunea vaporilor care a fost utilizată la proiectarea tancului. Supapele, al căror debit nu va depăși 50% din debitul total de depresurizare, pot fi reglate la o presiune de până la 5% peste MARVS pentru a permite deschiderea treptată și reducerea la minimum a degajării inutile de vapori.

6.7.2.5 Următoarele cerințe cu privire la temperatură se aplică supapelor de siguranță la presiune de la dispozitivelor de limitare a presiunii:

- .1 supapele de siguranță la presiune de la tancurile de combustibil cu o temperatură de calcul sub 0°C trebuie să fie proiectate și amplasate astfel încât să se prevină scoaterea lor din funcțiune datorită formării gheții;
- .2 efectele formării gheții datorită temperaturilor ambiante trebuie să fie luate în considerare la construcția și amplasarea supapelor de siguranță la presiune;

¹² Se face referire la Interpretarea unificată GC9 a IACS din 1988 intitulată „Recomandări pentru dimensionarea dispozitivelor de limitare a presiunii în cazul spațiilor dintre bariere”.

- .3 supapele de siguranță la presiune trebuie să fie executate din materiale al căror punct de topire este mai mare de 925⁰C. Materialele cu un punct de topire mai scăzut pot fi acceptate pentru utilizare la părțile interne și la etanșări cu condiția ca ele să nu aibă impact asupra funcționării de siguranță a supapei; și
- .4 sistemele de senzori și conductele de evacuare ale supapelor de siguranță pilotate, trebuie să fie de o construcție robustă, adecvată pentru a împiedica avariarea.

6.7.2.6 În cazul defectării unei supape de siguranță pentru reducerea presiunii instalată pe un tanc de combustibil, trebuie să fie disponibil un mijloc sigur de izolare de urgență:

- .1 proceduri trebuie să fie prevăzute și incluse în manualul de exploatare (a se vedea capitolul 18);
- .2 aceste proceduri trebuie să permită izolarea numai a unei singure supape de siguranță pentru reducerea presiunii, instalată pe tancul utilizat pentru combustibil gazos lichefiat; dispozitive de blocare trebuie să fie prevăzute în acest scop; și
- .3 izolarea supapei de siguranță la presiune trebuie să fie efectuată sub supravegherea comandantului navei. Această operațiune trebuie să fie consemnată în jurnalul de bord al navei și o inscripție trebuie să fie afișată pe supapa de siguranță la presiune.

6.7.2.7 Fiecare supapă de siguranță pentru reducerea presiunii montată pe un tanc de combustibil gazos lichefiat trebuie să fie racordată la o instalație de aerisire care trebuie să fie:

- .1 construită astfel încât evacuarea gazului să nu fie împiedicată și normal să fie dirijată vertical, în sens ascendent, înspre ieșire;
- .2 amplasată astfel încât să se minimizeze posibilitatea pătrunderii apei sau zăpezii în instalația de aerisire; și
- .3 amplasată astfel încât înălțimea ieșirilor de degajare în mod normal nu trebuie să fie mai mică de B/3 sau 6 m, luându-se valoarea mai mare dintre acestea, deasupra punții expuse la intemperii și la 6 m deasupra zonelor de lucru și pasarelelor de trecere. Totuși înălțimea coloanei de degajare ar putea fi limitată la o valoare mai mică conform cerințelor speciale ale Administrației.

6.7.2.8 Evacuarea supapelor de siguranță la presiune trebuie să fie, în mod normal, situate la o distanță cel puțin egală cu 10 m de la cea mai apropiată:

- .1 priză de aer, evacuare de aer sau deschidere care conduce la încăperile de locuit, încăperile de serviciu și la posturile de comandă sau la alte zone nepericuloase; și
- .2 deschideri de extracție de la instalațiile de mașini.

6.7.2.9 Toate celelalte ieșiri de degajare pentru combustibilul gazos, trebuie de asemenea amplasate în conformitate cu regulile de la 6.7.2.7 și 6.7.2.8. Trebuie să fie prevăzute mijloace pentru prevenirea debordării de lichid de la ieșirile de degajare a gazului datorită presiunii hidrostatice din interiorul spațiilor la care sunt conectate.

6.7.2.10 În circuitele de degajare trebuie să fie prevăzute mijloace de drenare a lichidului din locurile în care acesta se poate acumula. Supapele de siguranță la presiune și tubulaturile trebuie să fie dispuse astfel încât lichidul să nu se poată acumula, în nici un caz, în interiorul sau în apropierea acestor supape de siguranță.

6.7.2.11 Ecrane de protecție adecvate, cu ochiuri nu mai mari de 13 mm, trebuie să fie instalate la orificiile de degajare pentru a împiedica pătrunderea obiectelor străine, dar fără a afecta curgerea.

6.7.2.12 Toate circuitele de degajare trebuie să fie proiectate și instalate astfel încât să nu fie afectate de variațiile de temperatură la care pot fi supuse, de forțele de curgere sau de mișcările navei.

6.7.2.13 Supapele de siguranță la presiune trebuie să fie racordate în partea cea mai de sus a tancului de combustibil. Supapele de siguranță la presiune trebuie să fie situate pe tancurile de combustibil astfel încât ele să rămână în faza de vapori la limita de umplere (FL), așa cum s-a definit la 6.8, la un unghi de bandare de 15^0 și o asietă de $0,015L$, unde L este definit la 2.2.25.

6.7.3 *Dimensionarea dispozitivului de limitare a presiunii*

6.7.3.1 *Dimensionarea supapelor de siguranță la presiune*

6.7.3.1.1 Debitul tuturor supapelor de siguranță la presiune de la fiecare tanc de combustibil gazos lichefiat, trebuie să permită, fără ca presiunea din tanc să crească mai mult de 20% peste MARVS, evacuarea celei mai mari dintre cantitățile de mai jos:

- .1 debitul maxim al instalației de inertizarea a tancului de combustibil gazos lichefiat, dacă presiunea de serviciu maximă a instalației de inertizarea a tancului de combustibil gazos lichefiat depășește MARVS-ul tancurilor de combustibil gazos lichefiat; sau
- .2 vaporii produși ca urmare a unei expuneri la foc, calculați cu ajutorul următoarei formule:

$$Q = FGA^{0,82} \quad (\text{m}^3/\text{s}),$$

unde:

Q = debitul minim cerut pentru evacuarea aerului în condiții standard de 273,15 grade Kelvin (K) și 0,1013 MPa;

F = factor de expunere la foc pentru diferite tipuri de combustibil gazos lichefiat:

$F = 1,0$ pentru tancuri fără izolație situate pe punte;

$F = 0,5$ pentru tancuri situate deasupra punții, când izolație este aprobată de către Administrație. (Aprobarea trebuie să se bazeze pe utilizarea unui material ignifugat, pe conductibilitatea termică a izolației și pe stabilitatea sa în cazul expunerii la foc);

$F = 0,5$ pentru tancuri independente, fără izolație, situate în magazii;

$F = 0,2$ pentru tancuri independente cu izolație, situate în magazii (sau tancuri independente fără izolație, situate în magazii izolate);

$F = 0,1$ pentru tancuri independente cu izolație, situate în magazii inertizate (sau tancurile independente fără izolație, situate în magazii izolate, inertizate); și

$F = 0,1$ pentru tancuri cu membrană.

Pentru tancurile independente care pătrund parțial prin punțile expuse la intemperii, factorul de expunere la foc trebuie să fie determinat în funcție de extinderea suprafețelor situate deasupra punții și sub punte.

$G =$ factor pentru gaz conform formulei:

$$G = \frac{12.4}{LD} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

în care:

$T =$ temperatura în grade Kelvin (K) în condiții de acumulare, și anume 120 % din presiunea la care supapa de siguranță este reglată;

$L =$ căldura latentă de vaporizare a lichidului în condiții de acumulare, exprimată în kJ/kg,

$D =$ o constantă bazată pe relația căldurii specifice k , care este calculată după cum urmează:

$$D = \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

unde:

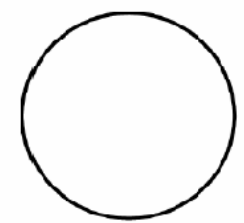
$k =$ coeficient pentru căldura specifică în condiții de acumulare, a căruia valoare se situează între 1,0 și 2,2. Dacă valoarea lui k nu este cunoscută, atunci trebuie să se considere că $D = 0,606$;

$Z =$ coeficient de compresibilitate a gazelor în condiții de acumulare, dacă valoarea lui Z nu este cunoscută, trebuie să se considere că $Z = 1,0$;

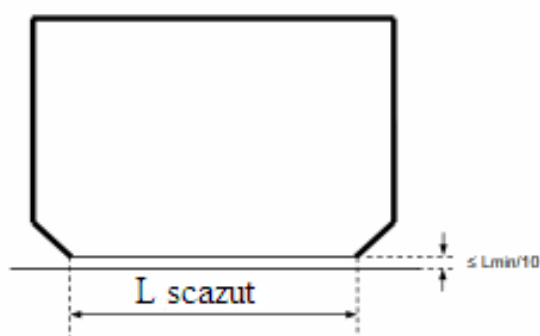
$M =$ masa moleculară a produsului.

Factorul de gaz a fiecărui combustibil gazos lichefiat ce va fi transportat trebuie să fie determinat și valoarea cea mai mare trebuie să fie utilizată pentru dimensionarea supapelor de siguranță la presiune.

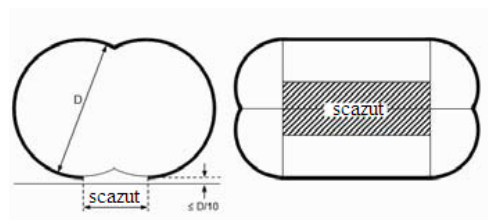
$A =$ aria suprafeței exterioare a tancului (m^2), pentru diferite tipuri de tancuri, așa cum se indică în figura 6.7.1.



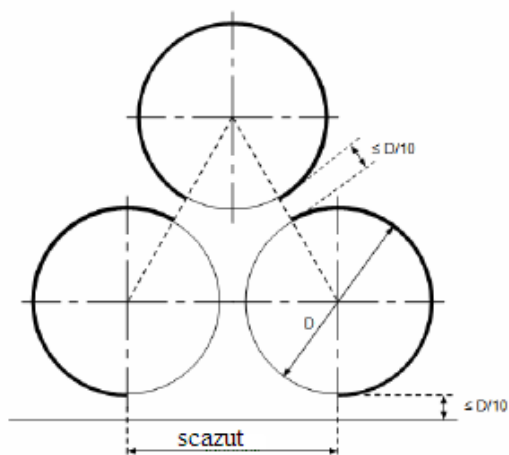
Tancuri cilindrice cu fețe în formă sferică, emisferică sau semi-
elipsoidală
sau tancuri sferice



Tancuri prismatice



Tancuri bilobale



Dispunerea tancurilor cilindrice longitudinale

Figura 6.7.1

6.7.3.1.2 În cazul tancurilor izolate prin vid situate în spațiile de magazie pentru stocarea combustibilului și în cazul tancurilor din spațiile de magazie pentru stocarea combustibilului separate de potențialele sarcini termice prin coferdamuri sau înconjurate de spațiile navei fără potențiale sarcini termice, se aplică următoarele :

Dacă supapele de siguranță la presiune trebuie să fie dimensionate pentru sarcini termice, valorile factorilor de expunere la foc pot fi reduse după cum urmează:

de la $F = 0,5$ la $F = 0,25$

de la $F = 0,2$ la $F = 0,1$

Coeficientul minim de expunere la foc este $F = 0,1$

6.7.3.1.3 Debitul masic al aerului cerut în condițiile de acumulare este calculat după următoarea formulă:

$$M_{\text{aer}} = Q * \rho_{\text{aer}} \text{ (kg/s)},$$

unde:

densitatea aerului (ρ_{aer}) = 1,293 kg/m³ (aer la 273,15 K, 0,1013 MPa).

6.7.3.2 *Dimensionarea instalației cu tubulaturi de aerisire*

6.7.3.2.1 Pierderile de presiune, în sensul ascendent și descendent al supapelor de siguranță la presiune, trebuie să fie luate în considerare, în cazul determinării dimensiunii lor pentru a îndeplini cerințele cu privire la debit prevăzute la 6.7.3.1.

6.7.3.2.2 *Pierderile de presiune în sens ascendent*

- .1 scăderea presiunii în conductele de aerisire între tanc și orificiul de admisie al supapei de siguranță la presiune, nu trebuie să depășească 3% din presiunea de reglare a supapei la debitul calculat, în conformitate cu 6.7.3.1 ;
- .2 supapele de siguranță la presiune pilotate nu trebuie să fie afectate de pierderile de presiune la intrarea în tubulatură atunci când pilotul detectează direct din domul tancului; și
- .3 pierderile de presiune, în conductele echipate cu piloți acționați de la distanță, trebuie să se ia în considerare pentru supapele de fluid de tip pilotat.

6.7.3.2.3 *Pierderi de presiune în sens descendent*

- .1 În cazul în care există colectoare de degajare și orificii de degajare comune, calculele trebuie să includă debitul de la toate supapele de siguranță la presiune instalate.
- .2 Acumularea de contra presiune în tubulaturile de aerisire, între supapa de siguranță la presiune și locul de degajare în atmosferă, inclusiv toate conexiunile tubulaturii de aerisire de legătură la alte tancuri, nu trebuie să depășească următoarele valori:

- .1 pentru supapele de siguranță la presiune neechilibrate: 10% din MARVS;
- .2 pentru supapele de siguranță la presiune echilibrate: 30% din MARVS; și
- .3 pentru supapele de siguranță la presiune pilotate: 50% din MARVS.

Alte valori prevăzute de fabricantul supapelor de siguranță la presiune pot fi acceptate.

6.7.3.2.4 Pentru a asigura funcționarea stabilă a supapelor de siguranță la presiune, presiunea de evacuare nu trebuie să fie mai mică decât suma pierderilor de presiune la orificiul de admisie și 0,02 MARVS la debitul nominal.

6.8 Reguli pentru limita de încărcare pentru tancurile de combustibil gazos lichefiat

6.8.1 Tancurile pentru stocarea gazului lichefiat nu trebuie să fie umplute mai mult decât un volum echivalent de 98% din volum la temperatura de referință, așa cum se indică la 2.2.36.

O curbă a limitei de încărcare pentru temperaturile reale de încărcare de combustibil trebuie să fie determinată după următoarea formulă:

$$LL = FL \frac{\rho_R}{\rho_L}$$

unde:

LL = limita de încărcare, așa cum s-a definit la 2.2.27, exprimată ca procent;

FL = limita de umplere, așa cum s-a definit la 2.2.16 exprimată ca procent, aici 98%;

ρ_R = densitatea relativă a combustibilului la temperatura de referință; și

ρ_L = densitatea relativă a combustibilului la temperatura de încărcare.

6.8.2 În cazul în care izolația și amplasarea tancului sunt de așa natură încât este foarte puțin probabil ca un incendiu exterior să provoace încălzirea conținutului tancului, se poate accepta, după o examinare specială, o limită de încărcare mai mare decât limita calculată utilizând temperatura de referință, dar fără să depășească 95%. De asemenea, această prevedere este valabilă și în cazul în care este instalat un al doilea dispozitiv de menținere a presiunii (a se vedea 6.9). Totuși, în cazul în care presiunea poate fi doar menținută/controlată de consumatorii de combustibil, trebuie să fie folosită limita de încărcare calculată conform regulilor de la 6.8.1.

6.9 Reguli pentru menținerea condițiilor pentru stocarea combustibilului

6.9.1 Controlul temperaturii și presiunii tancului

6.9.1.1 Cu excepția tancurilor de combustibil gazos lichefiat, proiectate să reziste la presiunea efectivă totală a vaporilor de combustibil în condițiile limitelor superioare ale temperaturilor ambiante de

calcul, presiunea și temperatura combustibilului gazos lichefiat trebuie să fie menținute în permanență în domeniul de calcul utilizând una din următoarele metode acceptabile pentru Administrație:

- .1 reliefierea vaporilor;
- .2 oxidarea termică a vaporilor;
- .3 acumularea de presiune; și
- .4 răcirea combustibilului gazos lichefiat.

Metoda aleasă trebuie să poată menține presiunea în tanc sub presiunea de reglare a supapelor de siguranță ale tancului timp de 15 zile, presupunând că tancul este complet plin la presiunea de exploatare normală și că nava este în stare de repaos, și anume producerea de energie este utilizată numai pentru sarcina interioară.

6.9.1.2 Nu se acceptă degajarea de vapori de combustibil pentru a menține tancul sub presiune, cu excepția situațiilor de urgență.

6.9.2 Proiectarea sistemului

6.9.2.1 Pentru o exploatare la nivel mondial, limitele superioare ale temperaturii ambiante de calcul trebuie să fie de 32⁰C pentru apa mării și 45⁰C pentru aer. Pentru exploatare în zone deosebit de calde sau reci, aceste temperaturi de calcul pot fi mărite sau scăzute conform cerințelor Administrației.

6.9.2.2 Capacitatea totală a sistemului trebuie să fie astfel încât să fie posibilă efectuarea controlului presiunii, în limitele condițiilor de calcul, fără degajare în atmosferă.

6.9.3 Instalații de reliefiere

6.9.3.1 Instalația de reliefiere trebuie să fie proiectată și calculată conform regulilor de la 6.9.3.2. De asemenea, instalația trebuie să fie dimensionată suficient pentru cazurile de consum redus sau fără consum.

6.9.3.2 Instalația de reliefiere poate fi dispusă într-unul din următoarele moduri:

- .1 o instalație directă în care vaporii de combustibil sunt comprimați, condensați și returnați în tancurile de combustibil;
- .2 o instalație indirectă, în care combustibilul sau vaporii de combustibil sunt răciți sau condensați cu un agent frigorific, fără a fi comprimați;
- .3 o instalație mixtă, în care vaporii de combustibil sunt comprimați și condensați într-un schimbător de căldură pentru combustibil/agent frigorific și readuși în tancurile de combustibil; și
- .4 dacă instalația de reliefiere produce un flux de deșeuri care conține metan în timpul operațiunilor de control al presiunii, în limitele condițiilor de calcul, atunci trebuie, în

măsura în care este practic posibil, ca aceste deșeuri de gaze să fie evacuate, fără a fi degajate în atmosferă.

6.9.4 *Instalații de oxidare termică*

6.9.4.1 Oxidarea termică se poate face fie prin consumul de vapori, conform normelor pentru consumatori indicate în acest Cod, fie într-o unitate destinată arderii gazelor (GCU). Trebuie să se demonstreze că capacitatea instalației de oxidare este suficientă pentru a consuma cantitatea cerută de vapori. În acest sens, trebuie luate în considerare perioadele în care viteza este redusă și/sau nu există consum pentru propulsie sau alte servicii de la bordul navei.

6.9.5 *Compatibilitate*

6.9.5.1 Agenții frigorifici sau auxiliari utilizați pentru refrigerarea sau răcirea combustibilului trebuie să fie compatibili cu combustibilul cu care pot veni în contact (fără a provoca reacție periculoasă sau a elibera produse extrem de corozive). În plus, în cazul în care se folosesc mai mulți agenți frigorifici, aceștia trebuie să fie compatibili între ei.

6.9.6 *Disponibilitatea instalațiilor*

6.9.6.1 Disponibilitatea instalației și a serviciilor sale de securitate trebuie să fie astfel încât, în cazul unei singure defecțiuni (a unei componente mecanice mobile sau a unui element al sistemelor de comandă), presiunea și temperatura tancurilor de combustibil pot fi menținute de către un alt serviciu/instalație.

6.9.6.2 Schimbătoarele de căldură care sunt necesare doar pentru menținerea presiunii și temperaturii tancurilor de combustibil în limitele de calcul trebuie să aibă un schimbător de căldură de rezervă, cu excepția cazului în care acestea au un exces de capacitate de 25% din cea mai mare capacitate prevăzută pentru controlul presiunii și a cazului în care acestea pot fi reparate la bord fără resurse externe.

6.10 Reguli pentru controlul atmosferei în interiorul sistemului pentru stocarea combustibilului

6.10.1 Trebuie să se prevadă o instalație cu tubulaturi care să permită degazarea în siguranță a fiecărui tanc de combustibil, precum și umplerea în siguranță după efectuarea unei degazări. Instalația trebuie să fie amenajată astfel încât să se minimizeze posibilitatea formării pungilor de gaz sau de aer după schimbarea atmosferei.

6.10.2 Instalația trebuie să fie proiectată astfel încât să se reducă posibilitatea formării unui amestec inflamabil în tancul de combustibil, în orice moment al derulării operațiunilor de schimbare a atmosferei acestuia utilizând un mediu de inertizare ca etapă intermediară.

6.10.3 Pentru fiecare tanc de combustibil trebuie să fie prevăzute puncte de prelevare a eșantioanelor de gaz pentru a permite monitorizarea operațiunilor de schimbare a atmosferei.

6.10.4 Gazul inert utilizat pentru degazarea tancurilor de combustibil poate proveni de la o sursă externă navei.

6.11 Reguli pentru controlul atmosferei în interiorul spațiilor de magazie destinate stocării combustibilului (sisteme pentru stocarea combustibilului altele decât tancurile independente de tip C)

6.11.1 Spațiile dintre bariere și spațiile de magazie pentru stocarea combustibilului aferente sistemelor pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat care necesită bariere secundare complete sau parțiale trebuie să fie inertizate cu ajutorul unui gaz inert uscat corespunzător și să fie menținute în această stare cu ajutorul unui gaz de rezervă furnizat de o instalație de producere a gazului inert de la bordul navei sau cu ajutorul unei rezerve de gaz inert de la bordul navei, care trebuie să fie suficientă pentru un consum normal de cel puțin 30 de zile. Perioade mai scurte pot fi luate în considerare de către Administrație în funcție de exploatarea navei.

6.11.2 Ca alternativă, spațiile menționate la 6.11.1, care necesită doar o barieră secundară parțială, pot să fie umplute cu aer uscat, cu condiția ca nava să dispună de o rezervă de gaz inert suficientă sau să fie echipată cu un generator de gaz inert suficient pentru a inertiza cel mai mare dintre aceste spații și cu condiția ca dispunerea spațiilor și instalațiilor respective de detectare a vaporilor, împreună cu posibilitatea de debitare a instalațiilor de inertizare, să asigure că orice scurgere din tancurile de combustibil gazos lichefiat va fi rapid detectată și că inertizarea a fost efectuată înainte de dezvoltarea unei situații periculoase. Trebuie să se prevadă echipamentul necesar pentru a furniza o cantitate suficientă de aer uscat cu o calitate corespunzătoare pentru a se respecta cerința prevăzută.

6.12 Reguli pentru controlul mediului din spațiile care înconjoară tancurile independente de tip C

6.12.1 Spațiile din jurul tancurilor de combustibil gazos lichefiat trebuie să fie umplute cu aer uscat corespunzător și trebuie să fie menținute în această stare cu ajutorul aerului uscat produs de un aparat adecvat de uscare a aerului. Această prevedere se aplică numai tancurilor de combustibil gazos lichefiat la care condensul și formarea de gheață datorate suprafețelor reci constituie o problemă.

6.13 Reguli pentru inertizarea

6.13.1 Trebuie să fie prevăzute dispozitive pentru a preveni returul vaporilor de combustibil în instalația de gaz inert conform indicațiilor de mai jos.

6.13.2 Pentru a împiedica returul gazelor inflamabile într-o zonă nepericuloasă, sistemul de alimentare cu gaz inert trebuie să fie prevăzut cu două supape de închidere dispuse în serie și separate printr-o valvă de aerisire (dispozitiv de izolare dublă și de purjare). În plus, o valvă de oprire retur, care se poate închide, trebuie să fie instalată între dispozitivul de izolare dublă și de purjare și instalația de combustibil. Aceste valvule trebuie să fie amplasate în afara spațiilor nepericuloase.

6.13.3 În cazul în care racordurile la instalația cu tubulaturi de combustibil nu sunt permanente, două valvule de oprire retur pot înlocui supapele cerute la 6.13.2.

6.13.4 Dispozitivele prevăzute trebuie să fie astfel încât fiecare spațiu inertizat să poată fi izolat și să se prevadă regulatoare și supape de siguranță etc. necesare pentru controlul presiunii în aceste spații.

6.13.5 Dacă gazul inert este furnizat în mod continuu în spațiile de izolare ca parte a instalației de detectare a scurgerilor, trebuie să fie asigurate mijloace pentru a monitoriza cantitatea de gaz furnizat în fiecare spațiu.

6.14 Reguli pentru producerea și stocarea gazului inert la bordul navei

6.14.1 Echipamentul trebuie să poată produce gaz inert a cărui concentrație de oxigen să nu depășească în nici un moment 5% din volumul de gaz. Un aparat de măsurare cu indicarea continuă a concentrației de oxigen trebuie să fie instalat pe instalația de alimentare cu gaz inert și să fie dotat cu un sistem de alarmă, reglată la maximum 5% conținut de oxigen în volumul de gaz.

6.14.2 O instalație de gaz inert trebuie să fie dotată cu reglatoare de presiune și cu dispozitive de supraveghere corespunzătoare sistemului pentru stocarea combustibilului.

6.14.3 Atunci când un generator de azot sau unitățile de depozitare a azotului sunt instalate într-un compartiment separat, situat în exteriorul compartimentului de mașini, compartimentul separat trebuie să fie echipat cu un dispozitiv independent de ventilare mecanică prin extracție, care asigură cel puțin șase schimburi de aer pe oră. Trebuie să fie instalată o alarmă care indică un nivel scăzut de oxigen.

6.14.4 Tubulatura de azot trebuie să traverseze numai spații bine ventilate. În spații închise, ele trebuie:

- să fie complet sudate;
- să aibă doar un număr minim de racorduri prin flanșă necesare pentru instalarea valvulelor; și
- să aibă cele mai scurte trasee posibile.

7 MATERIALE ȘI PROIECTARE GENERALĂ PENTRU INSTALAȚII CU TUBULATURI

7.1 Scop

7.1.1 Scopul acestui capitol este să asigure manipularea în siguranță a combustibilului, în toate condițiile de exploatare, pentru reducerea la minimum a riscului asupra navei, echipajului și a mediului, ținând seama de natura produselor în cauză.

7.2 Cerințe de exploatare

7.2.1 Acest capitol se referă la cerințele de exploatare de la 3.2.1, 3.2.5, 3.2.6, 3.2.8, 3.2.9 și 3.2.10. În mod special se aplică următoarele reguli:

7.2.1.1 Tubulatura de combustibil trebuie să poată rezista la expansiunea termică sau contracția produsă de temperaturile extreme ale combustibilului, fără a suferi un prejudiciu important.

7.2.1.2 Trebuie să ia măsuri pentru a proteja tubulatura, circuitele și componentele de la conducte, precum și tancurile de combustibil împotriva tensiunilor excesive datorate schimbărilor de temperatură și împotriva mișcărilor tancului de combustibil și structurii corpului.

7.2.1.3 Dacă combustibilul gazos are componente mai grele care pot condensa în sistem, trebuie să se prevadă mijloace pentru a evacua lichidul în condiții de siguranță.

7.2.1.4 Conductele cu o temperatură scăzută trebuie să fie izolate termic de structura adiacentă a corpului, atunci când este necesar, pentru a preveni scăderea temperaturii corpului sub temperatura de calcul a materialului corpului.

7.3 Reguli pentru proiectarea generală a tubulaturilor

7.3.1 Generalități

7.3.1.1 Tubulaturile de combustibil și toate celelalte tubulaturi necesare pentru desfășurarea în condiții de siguranță și fiabilitate a operațiunilor și întreținerii trebuie să fie marcate culorat în conformitate cu un standard cel puțin echivalent cu acela acceptabil de Organizație¹³.

7.3.1.2 În cazul în care tancurile sau tubulaturile sunt separate de structura navei prin izolație termică, trebuie să fie luate măsuri pentru legarea electrică la structura navei, atât a tubulaturii cât și a tancurilor. Toate îmbinările de tubulatură cu garnituri și racordurile pentru furtunuri trebuie să fie cu împământare.

7.3.1.3 Toate circuitele de tubulaturi sau componentele lor, care pot fi izolate atunci când sunt complet umplute cu lichid, trebuie să fie protejate cu supape de siguranță.

7.3.1.4 Tubulatura care poate conține combustibil cu temperatură scăzută, trebuie să fie izolată termic, în scopul reducerii la minimum a condensului.

7.3.1.5 Tubulaturile, altele decât tubulatura și cablurile de alimentare cu combustibil, pot fi amplasate în tubulatura sau conducta cu pereți dubli cu condiția ca ele să nu creeze nicio sursă de aprindere sau să compromită integritatea tubulaturii sau conductei cu pereți dubli. Tubulatura sau conducta cu pereți dubli trebuie să conțină doar tubulatura sau cablurile necesare pentru exploatare.

7.3.2 Grosimea pereților

7.3.2.1 Grosimea minimă a pereților țevelor trebuie să fie calculată după cum urmează:

$$t = (t_0 + b + c) / (1 - a/100) \quad (\text{mm})$$

unde:

t_0 = grosimea teoretică, calculată după cum urmează:

$$t_0 = P D / (2,0 K e + P) \quad (\text{mm})$$

în care:

P = presiunea de calcul (MPa) indicată la 7.3.3;

D = diametrul exterior (mm);

K = tensiunea admisibilă (N/mm^2) indicată la 7.3.4; și

¹³ Se face referire la norma EN ISO 14726:2008 intitulată „Nave și tehnologie navală” – Culori pentru identificarea conținutului instalațiilor cu tubulaturi.

e = coeficientul de eficiență egal cu 1,0 pentru țevile trase și pentru țevile sudate longitudinal sau elicoidal, livrate de producători autorizați pentru țevi sudate, care sunt considerate echivalente țevelor trase, în cazul în care se efectuează o examinare nedistructivă a sudurilor conform normelor recunoscute. În celelalte cazuri, un coeficient de eficiență, mai mic decât 1,0, în conformitate cu normele recunoscute, poate fi necesar în funcție de procesul de fabricație;

b = toleranța la îndoire (mm). Valoarea lui b trebuie aleasă astfel încât tensiunea calculată la îndoirea țevii, datorită doar presiunii interne, nu trebuie să depășească tensiunea admisibilă. Dacă această justificare nu este dată, b trebuie să fie calculat astfel:

$$b = D t_0 / 2,5 r \text{ (mm)},$$

în care:

r = raza medie de îndoire (mm);

c = adaos de coroziune (mm). Dacă se prevede posibilitatea unei coroziuni sau eroziuni, grosimea peretelui țevii trebuie să fie majorată peste valoarea cerută de alte cerințe de calcul. Acest adaos de coroziune trebuie să fie în funcție de durata de viață prevăzută pentru țeavă; și

a = toleranța negativă pentru grosime în timpul procesului de fabricație (%).

7.3.2.2 Grosimea minimă absolută a peretelui trebuie să respecte o normă acceptabilă pentru Administrație.

7.3.3 *Condiție de proiectare*

7.3.3.1 Valoarea mai mare din următoarele condiții de proiectare trebuie să fie utilizată pentru tubulatură, sistemul de tubulatură și componente după caz:^{14, 15}

- .1 pentru sistemele sau componentele care pot fi separate de supapele lor de siguranță și care conțin numai vapori tot timpul, presiunea de vapori la o temperatură de 45⁰ C, presupunând o condiție inițială de vapori saturați în sistem, la temperatura și presiunea de funcționare; sau
- .2 MARVS-ul tancurilor de combustibil și sistemelor de procesare a combustibilului; sau
- .3 presiunea de reglare a supapei de siguranță asociată pompei sau compresorului; sau

¹⁴ În ceea ce privește condiția de proiectare prevăzută în 7.3.3.1.1, Administrația poate accepta valori mai mici pentru temperatura mediului ambiant în cazul navelor care operează în zonele restricționate. Invers, pot fi necesare valori mai mari ale temperaturii mediului ambiant.

¹⁵ În cazul navelor care efectuează voiaje cu durată limitată, P_0 poate fi calculat pe baza creșterii efective a presiunii în timpul voiajului și poate fi luată în considerare orice izolare termică a tancului. Se face referire la *Aplicarea amendamentelor la codurile pentru navele destinate transportului de gaz referitor la limitele de încărcare a tancurilor de tip C (documentul SIGTTO / IACS)*.

- .4 presiunea totală maximă a coloanei de încărcare sau descărcare a sistemului de tubulaturi de combustibil; sau
- .5 presiunea de reglare a supapei de siguranță de la un sistem de tubulatură.

7.3.3.2 Tubulatura, sistemele de tubulatură și componentele lor, trebuie să aibă o presiune minimă de calcul de 1,0 MPa, cu excepția conductelor cu capete deschise, în care nu trebuie să fie mai mică de 0,5 MPa.

7.3.4 *Tensiuni admisibile*

7.3.4.1 Pentru țevile confecționate din oțel, inclusiv oțel inoxidabil, tensiunea admisibilă ce va fi utilizată în formula de calcul a grosimii peretelui prevăzută la 7.3.2.1, este cea mai mică dintre următoarele valori:

$$R_m / 2,7 \text{ sau } R_e / 1,8$$

unde:

R_m = rezistența minimă specifică de rupere la tracțiune la temperatura ambiantă (N/mm²);
și

R_e = limita de elasticitate minimă specifică la temperatura ambiantă (N/mm²). Dacă pe curba tensiune-deformare nu apare limita de elasticitate definită se aplică limita de elasticitate la 0,2%.

7.3.4.2 Dacă este necesar pentru rezistența mecanică să se prevină avaria, colapsul, încovoierea excesivă sau flambajul excesiv al țevelor, care ar putea rezulta din sarcinile suplimentare, grosimea peretelui trebuie să fie majorată peste aceea prevăzută la 7.3.2 sau, dacă acest lucru este imposibil de realizat în practică sau ar putea cauza tensiuni locale excesive, aceste sarcini trebuie să fie reduse, eliminate sau să se asigure protecție împotriva lor prin utilizarea altor metode de proiectare. Aceste sarcini suplimentare se pot datora structurilor portante, deformărilor navei, presiunii exercitate de lichid în timpul operațiunilor de transfer, greutateii supapelor suspendate, reacțiunilor la racordurile brațului de încărcare sau altor elemente.

7.3.4.3 În cazul țevelor din alte materiale decât oțelul, tensiunea admisibilă este supusă examinării de către Administrație.

7.3.4.4 Instalațiile cu tubulaturi de combustibil de înaltă presiune trebuie să aibă o rezistență constructivă suficientă. Această rezistență trebuie să fie confirmată prin efectuarea analizei tensiunilor luând în considerare următoarele aspecte:

- .1 tensiuni datorate greutateii sistemelor de tubulaturi;
- .2 sarcini de accelerație dacă sunt semnificative; și
- .3 presiunea internă și sarcinile datorate încovoierii în arc și contraarc a navei.

7.3.4.5 Dacă temperatura de calcul este mai mică sau egală cu -110°C, trebuie să se efectueze o analiză completă a tensiunilor pentru fiecare tronson al instalației cu tubulaturi, ținând cont de toate

tensiunile datorate greutateii țevelor, inclusiv acelea datorate accelerației, dacă ele sunt semnificative, presiunii interne, contracției termice și sarcinilor datorate încovoierii în arc și contraarc a corpului navei.

7.3.5 *Flexibilitatea tubulaturii*

7.3.5.1 Amplasarea și montarea tubulaturii de combustibil trebuie să asigure flexibilitatea necesară pentru menținerea integrității instalației cu tubulaturi în situații efective de exploatare, ținând seama de riscurile de oboseală.

7.3.6 *Fabricarea tubulaturii și pieselor de îmbinare*

7.3.6.1 Flanșele, valvulele și alte fittinguri trebuie să corespundă unei norme acceptabilă pentru Administrație, ținând seama de presiunea de calcul indicată la 7.3.3.1. Pentru îmbinările cu burduf și compensatoarele de dilatație utilizate la exploatarea cu vapori, poate fi acceptată o presiune minimă de calcul mai mică decât cea definită la 7.3.3.1.

7.3.6.2 Toate valvulele și compensatoarele de dilatație utilizate la sistemele de combustibil de înaltă presiune trebuie să fie aprobate conform unei norme acceptabile pentru Administrație.

7.3.6.3 Instalațiile cu tubulaturi trebuie să fie asamblate prin sudură cu un minim de racorduri cu flanșe. Garniturile trebuie să fie protejate împotriva exploziei.

7.3.6.4 Fabricarea tubulaturilor și pieselor de asamblare trebuie să respecte următoarele:

7.3.6.4.1 Racorduri directe

- .1 Îmbinările sudate cap la cap cu pătrundere completă la rădăcină pot fi utilizate la toate cazurile. Pentru temperaturi de calcul mai mici de -10^0 C, sudurile cap la cap trebuie să fie duble (pe ambele părți) sau să fie de un tip echivalent unei suduri duble cap la cap. În acest scop, se poate utiliza un inel de susținere, un suport fuzibil sau o pernă de gaz inert pentru primul strat. Pentru presiuni de calcul mai mari de 1,0 MPa și temperaturi de calcul mai mici sau egale cu -10^0 C, inelele de susținere trebuie să fie îndepărtate;
- .2 Îmbinările glisante sudate cu mufe și sudura aferentă, având dimensiunile în conformitate cu normele recunoscute, trebuie să fie utilizate numai la tubulaturi pentru aparate de măsurare și tubulaturi cu capăt deschis al căror diametru exterior este mai mic sau egal cu 50 mm și temperaturi de calcul care nu sunt mai mici de -55^0 C.
- .3 Cuplările filetate, care respectă normele recunoscute, trebuie să fie utilizate numai pentru traseele de tubulaturi auxiliare și tubulaturile pentru instrumente cu diametre exterioare mai mici sau egale cu 25 mm.

7.3.6.4.2 *Racorduri cu flanșe*

- .1 Flanșele din racordurile cu flanșă trebuie să fie flanșe de tip cu gât sudat, cu mufe sudate sau plate; și
- .2 Pentru toate tubulaturile, cu excepția acelor cu capăt deschis, se aplică următoarele restricții:

- .1 Pentru temperaturi de calcul mai mici de -55°C , trebuie să fie utilizate numai flanșe de tip cu gât sudat; și
- .2 La temperaturi de calcul mai mici de -10°C , flanșele pentru sudură de tip cu mufe sudate nu trebuie să fie utilizate la dimensiuni nominale de peste 100 mm și flanșele pentru sudură de tip plate nu trebuie să fie utilizate la dimensiuni nominale de peste 50 mm.

7.3.6.4.3 *Compensatoare de dilatație*

În cazul în care sunt prevăzute îmbinări cu burdufuri și compensatoare de dilatație, conform regulilor de la 7.3.6.1, se aplică următoarele cerințe:

- .1 dacă este necesar, burdufurile trebuie să fie protejate contra înghețului;
- .2 nu trebuie să fie utilizate îmbinări glisante, cu excepția acelor din interiorul tancurilor pentru stocarea combustibilului gazos; și
- .3 în general, burdufurile nu trebuie să fie amplasate în încăperi închise.

7.3.6.4.4 Alte racorduri

Racordurile țevelor trebuie să fie asamblate în conformitate cu regulile de la 7.3.6.4.1 până la 7.3.6.4.3, dar în cazuri excepționale Administrația poate lua în considerare dispozitive alternative.

7.4 Reguli pentru materiale

7.4.1 *Materiale metalice*

7.4.1.1 Materialele utilizate la instalațiile pentru stocarea combustibilului și instalațiile cu tubulaturi trebuie să respecte reglementările minime indicate în tabelele de mai jos:

- .1 Tabelul 7.1: Table, țevi (cu sau fără cordoane de sudură), profile și piese forjate pentru tancuri de combustibil și recipiente sub presiune pentru procesare cu temperaturi de calcul care nu sunt mai mici de 0°C .
- .2 Tabelul 7.2: Table, profile și piese forjate pentru tancuri de combustibil, bariere secundare și recipiente sub presiune pentru procesare cu temperaturi de calcul sub 0°C , dar până la -55°C .
- .3 Tabelul 7.3: Table, profile și piese forjate pentru tancuri de combustibil, bariere secundare și recipiente sub presiune pentru procesare cu temperaturi de calcul sub -55°C , dar nu mai mici de -165°C .
- .4 Tabelul 7.4: Țevi (cu sau fără cordoane de sudură), piese forjate și piese turnate pentru tubulaturi de combustibil și pentru procesare cu temperaturi de calcul sub 0°C , dar nu mai mici de -165°C .
- .5 Tabelul 7.5: Table și profile pentru elementele de construcție ale corpului navei prevăzute la 6.4.13.1.1.2.

Tabelul 7.1

TABLE, TEVI (CU SAU FARA CORDOANE DE SUDURA) ^{1,2} , PROFILE ȘI PIESE FORJATE PENTRU TANCURI DE COMBUSTIBIL ȘI RECIPIENTE SUB PRESIUNE PENTRU PROCESARE LA TEMPERATURI DE CALCUL CARE NU SUNT MAI MICI DE 0 ⁰ C		
COMPOZIȚIE CHIMICĂ ȘI TRATAMENT TERMIC		
◆ Oțel carbon-mangan		
◆ Oțel cu granulație fină complet calmat		
◆ Adaosuri mici de elemente de aliere, cu acordul Administrației		
◆ Limitele de compoziție trebuie să fie aprobate de către Administrație		
◆ Normalizare sau călire și revenire ⁴		
REGULI REFERITOARE LA ÎNCERCAREA DE TRACȚIUNE ȘI DE REZILIENȚĂ (ȘOC)		
Frecvența de prelevare a epruvetelor		
◆ Table	Încercare pentru fiecare „bucată”	
◆ Profile și piese forjate	Încercare pentru fiecare „lot”	
Caracteristici mecanice		
◆ Caracteristici la tracțiune	Limită minimă de curgere specificată fără să depășească 410 N/mm ^{2,5}	
Reziliență (încercare pe epruvete Charpy cu creștătură în V)		
◆ Table	Epruvete transversale de încercare. Valoarea minimă a energiei medii (KV): 27 J	
◆ Profile și piese forjate	Epruvete longitudinale de încercare. Valoarea minimă a energiei medii (KV): 41 J	
◆ Temperatură de încercare	Grosimea t (mm)	Temperatură de încercare (°C)
	t < 20	0
	20 < t ≤ 40 ³	-20
Note		
1 Pentru țevile fără cordon de sudură și alte elemente, se aplică uzanțele normale. Utilizarea de țevi sudate longitudinal sau elicoidal trebuie să fie aprobată în mod special de către Administrație.		
2 Efectuarea încercărilor la șoc pe epruvete Charpy cu creștătură în V nu se cere pentru țevi.		
3 În general, regulile din acest tabel se aplică grosimilor de material de până la 40 mm. Propunerile pentru grosimi mai mari trebuie să fie aprobate de către Administrație.		
4 O procedură de laminare controlată sau un tratament termo-mecanic controlat (TMCP) se poate utiliza ca alternativă.		
5 Materialele a căror valoare minimă specificată a limitei de elasticitate depășește 410 N/mm ² pot fi aprobate de către Administrație. În cazul acestor materiale, trebuie să se acorde o atenție deosebită durității sudurii și zonelor influențate termic la cald.		

Tabelul 7.2

TABLE, PROFILE SI PIESE FORJATE ¹ PENTRU TANCURI DE COMBUSTIBIL, BARIERE SECUNDARE ȘI RECIPIENTE SUB PRESIUNE PENTRU PROCESARE LA TEMPERATURI DE CALCUL SUB 0 ⁰ C, DAR PANĂ LA -55 ⁰ C Grosime maximă 25 mm ²					
COMPOZIȚIE CHIMICĂ ȘI TRATAMENT TERMIC					
◆ Oțel carbon-mangan					
◆ Oțel cu granulație fină, tratat cu aluminiu, complet calmat					
◆ Compoziție chimică (analiză pe conexiune)					
C	Mn	Si	S	P	
0,16%max ³	0,7 – 1,60%	0,1 – 0,50%	0,025% max	0,025% max	
Elemente de adaos facultative: în general, aliajele și elementele de finisare a granulației trebuie să corespundă următoarelor specificații:					
Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	V
0,8% max	0,25% max	0,08% max	0,35% max	0,05% max	0,1% max
V					
Conținut total de Al 0,020% min. (Acid solubil 0,015% min)					
◆ Normalizare sau călire și revenire ⁴					
REGULI REFERITOARE LA ÎNCERCAREA DE TRACȚIUNE ȘI DE REZILIENȚĂ (ȘOC)					
Frecvența de prelevare a epruvetelor					
◆ Table			Încercare pentru fiecare „bucată”		
◆ Profile și piese forjate			Încercare pentru fiecare „lot”		
Caracteristici mecanice					
◆ Caracteristici de rezistență la tracțiune			Limită minimă de curgere specificată fără să depășească 410 N/mm ^{2,5}		
Reziliență (încercare pe epruvete Charpy cu creștătură în V)					
◆ Table			Epruvete transversale de încercare. Valoarea minimă a energiei medii (KV): 27 J		
◆ Profile și piese forjate			Epruvete longitudinale de încercare. Valoarea minimă a energiei medii (KV): 41 J		
◆ Temperatura de încercare			5 ⁰ C sub temperatura de calcul sau -20 ⁰ C, luându-se valoarea mai mică dintre acestea		
Note					
1 Regulile referitoare la încercarea pe epruvete Charpy cu creștătură în V și acelea privind compoziția chimică aplicabile pieselor forjate pot face obiectul unei examinări speciale efectuate de către Administrație.					
2 Pentru materiale cu o grosime mai mare de 25 mm, încercările Charpy pe epruvete cu creștătură în V trebuie să fie efectuate după cum urmează:					
Grosimea materialului (mm)		Temperatura de încercare (°C)			
25 < t ≤ 30		10 ⁰ sub temperatura de calcul sau -20 ⁰ , luându-se valoarea mai mică dintre acestea			
30 < t ≤ 35		15 ⁰ sub temperatura de calcul sau -20 ⁰ , luându-se valoarea mai mică dintre acestea			
35 < t < 40		20 ⁰ sub temperatura de calcul			

40 < t	Temperatura aprobată de către Administrație
Valoarea energiei la rupere trebuie să corespundă regulilor din tabel pentru tipul corespunzător de epruvetă de încercare.	
Materialele pentru tancurile și părțile tancurilor care au făcut obiectul unei tratament termic complet de reducere a tensiunilor după sudare pot fi încercate la o temperatură cu 5 ⁰ C sub temperatura de calcul sau la -20 ⁰ C, luându-se valoarea mai mică dintre acestea.	
Pentru întărituri și alte elemente care au fost supuse unui tratament termic de detensionare, temperatura de încercare trebuie să fie aceeași cu aceea prevăzută pentru grosimea peretelui tancului adiacent.	
3	Sub rezerva unei aprobări speciale din partea Administrației, conținutul de carbon poate fi majorat la maxim 0,18% cu condiția ca temperatura de calcul să nu fie mai mică de -40 ⁰ C.
4	Un procedeu de laminare controlat sau un tratament termo-mecanic controlat (TMCP) poate fi utilizat ca alternativă.
5	Materialele a căror valoare minimă specificată a limitei de elasticitate depășește 410 N/mm ² pot fi aprobate de către Administrație. În cazul acestor materiale, trebuie să se acorde o atenție deosebită durității sudurii și zonelor influențate termic la cald.
Recomandare:	
În cazul materialelor cu o grosime mai mare de 25 mm, la care temperatura de încercare este mai mică sau egală cu -60 ⁰ C, poate fi necesară utilizarea unor oțeluri care au fost supuse unui tratament special sau a unor oțeluri corespunzătoare din tabelul 7.3.	

Tabelul 7.3

TABLE, PROFILE SI PIESE FORJATE ¹ PENTRU TANCURI DE COMBUSTIBIL, BARIERE SECUNDARE ȘI RECIPIENTE SUB PRESIUNE PENTRU PROCESARE LA TEMPERATURI DE CALCUL SUB -55 ⁰ C DAR NU MAI MICI DE -165 ⁰ C ² Grosime maximă 25 mm ^{3,4}		
Temperatură minimă de calcul (°C)	Compoziție chimică ⁵ și tratament termic	Temperatură de încercare la șoc (°C)
-60	Oțel cu nichel (1,5%) – normalizare sau normalizare și revenire sau călire și revenire sau TMCP ⁶	-65
-65	Oțel cu nichel (2,25%) - normalizare sau normalizare și revenire sau călire și revenire sau TMCP ^{6,7}	-70
-90	Oțel cu nichel (3,5%) - normalizare sau normalizare și revenire sau călire și revenire sau TMCP ^{6,7}	-95
-105	Oțel cu nichel (5%) - normalizare sau normalizare și revenire sau călire și revenire ^{6,7 și 8}	-110
-165	Oțel cu nichel (9%) - dublă normalizare și revenire sau călire și revenire ⁶	-196
-165	Oțeluri austenitice cum ar fi tipurile 304, 304 L, 316, 316L, 321 și 347 Tratament de austenitizare ⁹	-196
-165	Aliaje de aluminiu, cum ar fi tipul 5083 retopit	Nu se prevede
-165	Aliaj austenitic de fier și nichel (36% nichel). Tratament termic conform specificațiilor aprobate	Nu se prevede
REGULI REFERITOARE LA ÎNCERCAREA DE TRACȚIUNE ȘI DE REZILIENȚĂ (ȘOC)		
Frecvența de prelevare a epruvetelor		
◆ Table	Încercare pentru fiecare „bucată”	
◆ Profile și piese forjate	Încercare pentru fiecare „lot”	
Reziliență (pe epruvete Charpy cu creștătură în V)		
◆ Table	Epruvete transversale de încercare. Valoarea minimă a energiei medii: KV 27 J	
◆ Profile și piese forjate	Epruvete longitudinale de încercare. Valoarea minimă a energiei medii: KV 41 J	
Note		
1 Prevăderea referitoare la încercarea la șoc aplicabilă pieselor forjate utilizate în aplicații critice trebuie să facă obiectul unei examinări speciale efectuate de către Administrație.		
2 Cerințele referitoare la temperaturi de calcul mai mici de -165 ⁰ C trebuie să fie convenite în mod special cu Administrația.		
3 În cazul materialelor care conțin 1,5% nichel, 2,25% nichel, 3,5% nichel și 5% nichel		

și a căror grosime depășește 25 mm, încercările la șoc trebuie să fie efectuate după cum urmează:

Grosimea materialului (mm)	Temperatura de încercare ($^{\circ}\text{C}$)
$25 < t \leq 30$	10°C sub temperatura de calcul
$30 < t \leq 35$	15°C sub temperatura de calcul
$35 < t \leq 40$	20°C sub temperatura de calcul

Valoarea energiei de rupere trebuie să fie în conformitate cu tabelul pentru tipul corespunzător de epruvetă de încercare. Pentru grosimi de material mai mari de 40 mm, valorile pentru epruvetele Charpy cu creștătura în V trebuie să fie supuse unei examinări speciale.

- 4 În cazul oțelurilor cu 9% nichel, a oțelurilor austenitice inoxidabile și aliajelor de aluminiu poate fi utilizată o grosime mai mare de 25 mm.
- 5 Limitele de compoziție chimică trebuie să fie în conformitate cu normele recunoscute.
- 6 Oțeluri cu nichel supuse unui tratament termo-mecanic controlat (TMCP) vor face obiectul aprobării de către Administrație.
- 7 O temperatură de calcul minimă mai mică pentru oțelurile călite și revenite poate fi convenită în mod special cu Administrația.
- 8 Un oțel cu 5% nichel, care a fost supus unui tratament termic special la cald, cum ar fi tratamentul triplu termic la cald al oțelului cu 5% nichel, poate fi utilizat până la o temperatură de -165°C , cu condiția ca încercările la șoc să fie efectuate la -196°C .
- 9 Încercarea la șoc poate fi omisă sub rezerva acordului Administrației.

Tabelul 7.4

ȚEVI (CU SAU FARA CORDOANE DE SUDURA) ¹, PIESE FORJATE ² ȘI PIESE TURNATE ² PENTRU TUBULATURI DE COMBUSTIBIL ȘI DE PROCESARE PENTRU TEMPERATURI DE CALCUL SUB 0°C, DAR PÂNĂ LA -165°C ³ Grosime maximă 25 mm			
Temperatură minimă de calcul (°C)	Compoziție chimică și tratament termic ⁵	Încercare la șoc	
		Temperatură de încercare (°C)	Valoare minimă a energiei medii (KV)
-55	Oțel cu carbon-mangan. Complet calmat - cu elemente de finisare a granulației. Normalizare sau conform specificațiilor convenite ⁶	A se vedea nota 4	27
-65	Oțel cu nichel (2,25%). Normalizare, normalizare și revenire sau călire și revenire ⁶	-70	34
-90	Oțel cu nichel (3,5%). Normalizare, normalizare și revenire sau călire și revenire ⁶	-95	34
-165	Oțel cu nichel (9%) ⁷ Dublă normalizare și revenire sau călire și revenire	-196	41
	Oțeluri austenitice, cum ar fi oțelurile de tip 304, 304L, 316, 316L, 321 și 347. Tratament de austenitizare ⁸ .	-196	41
	Aliaje de aluminiu, cum ar fi tipul 5083 retopit		Nu se prevede
REGULI REFERITOARE LA ÎNCERCAREA DE TRACȚIUNE ȘI DE REZILIENȚĂ (ȘOC)			
Frecvență de prelevare epruvete			
♦ Încercare pentru fiecare „lot”.			
Reziliență (încercare pe epruvete Charpy cu creștătură în V)			
♦ Încercare la șoc: Epruvete de încercare longitudinale			
Note			
1 Utilizarea de țevi sudate longitudinal sau elicoidal trebuie să fie aprobată în mod special de către Administrație.			
2 Regulile referitoare la piesele forjate și la piesele turnate pot face obiectul unei examinări speciale de către Administrație.			
3 Trebuie să se convină în mod special cu Administrația asupra regulilor referitoare la temperaturi de calcul mai mici de -165°C.			
4 Temperatura de încercare trebuie să fie cu 5°C sub temperatura de calcul sau de -20°C, luându-se în considerare valoarea mai mică dintre acestea.			
5 Limitele de compoziție chimică trebuie să fie în conformitate cu normele recunoscute.			

- 6 Se poate conveni în mod special cu Administrația asupra unei temperaturi de calcul mai mici pentru materialele călite și revenite.
- 7 Această compoziție chimică nu este adecvată pentru piesele turnate.
- 8 Încercările la șoc pot fi omise sub rezerva acordului Administrației.

Tabelul 7.5

TABLE ȘI PROFILE PENTRU ELEMENTELE DE CONSTRUCȚIE ALE CORPULUI NAVEI PREVĂZUTE LA PARAGRAFUL 6.4.13.1.2								
Temperatură de calcul minimă a elementelor de construcție ale corpului navei (°C)	Grosime maximă (mm) pentru categoriile de oțel							
	A	B	D	E	AH	DH	EH	FH
0 și peste	Norme recunoscute							
de la 0 la -5	15	25	30	50	25	45	50	50
de la -5 la -10	x	20	25	50	20	40	50	50
de la -10 la -20	x	x	20	50	x	30	50	50
de la -20 la -30	x	x	x	40	x	20	40	50
Sub -30	În conformitate cu tabelul 7.2, cu excepția limitelor de grosime indicate în acest tabel și la nota 2 de mai jos, care nu sunt aplicabile.							
Note „x” înseamnă că nu trebuie utilizată categoria de oțel indicată.								

7.4.1.2 Materialele al căror punct de topire este mai mic de 925°C nu trebuie să fie utilizate la tubulaturile situate în exteriorul tancurilor de combustibil.

7.4.1.3 În cazul tancurilor de CNG, utilizarea materialelor care nu sunt prevăzute mai sus poate face obiectul unei examinări speciale din partea Administrației.

7.4.1.4 Dacă este necesar, peretele țevii sau conductei exterioare, care conține gaz cu presiune înaltă, trebuie să respecte cel puțin normele privind materialele pentru țevile a căror temperatură de exploatare poate scădea până la -55°C, așa cum se indică în tabelul 7.4.

7.4.1.5 Țeava sau conducta exterioară, care înconjoară țeava de combustibil gazos lichefiat, trebuie să respecte cel puțin normele privind materialele pentru țevile a căror temperatură de exploatare poate scădea până la -165°C, așa cum se indică în tabelul 7.4.

8 BUNCHERARE

8.1 Scop

8.1.1 Acest capitol are ca scop să asigure instalații corespunzătoare la bordul navei pentru ca buncherare să se poată efectua fără pericol pentru persoane, mediul înconjurător sau navă.

8.2 Cerințe de exploatare

8.2.1 Acest capitol face referire la cerințele de exploatare de la 3.2.1 până la 3.2.11 și 3.2.13 până la 3.2.17. În mod special, se aplică următoarele cerințe:

8.2.1.1 Instalația cu tubulaturi utilizată pentru transferul combustibilului în tancul pentru stocare trebuie să fie proiectată astfel încât orice scurgere din instalație să nu poată produce pericol pentru persoane, mediu sau navă.

8.3 Reguli pentru stația de buncherare

8.3.1 Generalități

8.3.1.1 Stația de buncherare trebuie să fie amplasată pe puntea deschisă pentru a avea suficientă ventilație naturală. Stațiile de buncherare închise sau semi-inchise trebuie să facă obiectul unei examinări special în cadrul evaluării riscurilor.

8.3.1.2 Racordurile și tubulaturile trebuie să fie amplasate și montate astfel încât în caz de deteriorare a tubulaturii de combustibil, deteriorarea sistemului pentru stocarea combustibilului navei să nu producă o descărcare necontrolată a gazului.

8.3.1.3 Trebuie să se includă prevederi pentru managementul în condiții de siguranță a oricărei deversări de combustibil.

8.3.1.4 Trebuie să fie prevăzute mijloace adecvate pentru a scădea presiunea și a extrage conținutul de lichid din pompele și tubulaturile pentru buncherare. Lichidul va fi descărcat în tancurile de combustibil gazos lichefiat sau în orice alt loc adecvat.

8.3.1.5 În cazul scurgerii de combustibil, structurile înconjurătoare ale corpului navei sau punții nu trebuie să se răcească până la temperaturi inacceptabile.

8.3.1.6 În cazul stațiilor de buncherare CNG, trebuie să se ia în considerare protecția oțelului la temperatură scăzută pentru a determina dacă posibilele scăpări de jeturi de gaz rece pot afecta structura corpului înconjurător.

8.3.2 Furtunurile de combustibil ale navei

8.3.2.1 Furtunurile pentru lichide și vapori utilizate la transferul combustibilului trebuie să fie compatibile cu combustibilul și rezistente la temperatura combustibilului.

8.3.2.2 Furtunurile supuse la presiunea din tanc sau la presiunea de descărcare a pompelor sau a compresoarelor pentru vapori, trebuie să fie dimensionate pentru o presiune de rupere cel puțin egală cu de 5 ori presiunea maximă la care poate fi supus furtunul în timpul efectuării buncherării.

8.4 Reguli pentru manifold

8.4.1 Manifoldul pentru buncherare trebuie să fie proiectat astfel încât să reziste sarcinilor externe în timpul efectuării buncherării. Racordurile la stația de buncherare trebuie să fie de tip deconectat la uscat și echipate suplimentar cu un dispozitiv de siguranță de tip cu închidere de urgență la uscat/cu autoînchidere rapidă. Cuplajele trebuie să fie de un tip standard.

8.5 Reguli pentru instalația de buncherare

8.5.1 Trebuie să se ia măsuri pentru purjarea cu gaz inert a conductelor pentru buncherare combustibil.

8.5.2 Instalația de buncherare trebuie să fie proiectată astfel încât să împiedice degajarea gazului în atmosferă în timpul umplerii tancurilor pentru stocare.

8.5.3 O valvă de închidere acționată manual și o supapă de închidere acționată de la distanță instalate în serie sau o supapă combinată cu acționare manuală și de la distanță trebuie să fie prevăzute la fiecare conductă de buncherare în apropiere de punctul de racordare. Trebuie să fie posibilă acționarea supapei de la distanță din postul de comandă a operațiunilor de buncherare și/sau din altă locație sigură.

8.5.4 Trebuie să fie prevăzute mijloace pentru a drena combustibilul din tubulatura de buncherare după terminarea operațiunilor.

8.5.5 Conductele de buncherare trebuie să fie proiectate astfel încât să fie inertizate și degazate. Atunci când nu sunt utilizate, conductele de buncherare trebuie să nu conțină gaz, cu excepția cazului în care consecințele neefectuării degazării au fost evaluate și aprobate.

8.5.6 În cazul în care conductele de buncherare se intersectează, trebuie să se ia măsurile necesare pentru a le izola astfel încât combustibilul să nu fie transferat din greșeală în bordul navei care nu este folosit pentru buncherare.

8.5.7 Trebuie să fie prevăzută o legătură navă-țărâm (SSL) sau un mijloc echivalent pentru conectarea automată și manuală a dispozitivului de închidere de urgență (ESD) la sursa de buncherare.

8.5.8 În cazul în care nu s-a demonstrat că ar fi necesară o valoare mai mare datorită suprapresiunii, trebuie să se seteze un timp prestabilit calculat în conformitate cu cerințele de la 16.7.3.7 între declanșarea alarmei și închiderea completă a supapei acționată de la distanță indicată la 8.5.3.

9 ALIMENTAREA CONSUMATORILOR CU COMBUSTIBIL

9.1 Scop

Scopul acestui capitol este să asigure distribuirea sigură și fiabilă a combustibilului la consumatori.

9.2 Cerințe de exploatare

Acest capitol face referire la cerințele de exploatare de la 3.2.1 până la 3.2.6, 3.2.8 până la 3.2.11 și 3.2.13 până la 3.2.17. În mod special, se aplică următoarele cerințe:

- .1 instalația de alimentare cu combustibil trebuie să fie proiectată astfel încât consecințele oricărei posibile degajări de combustibil să fie reduse la minimum asigurând accesul în condiții de siguranță pentru exploatare și inspecție;
- .2 instalația cu tubulaturi pentru transferul combustibilului la consumatori trebuie să fie proiectată astfel încât o defectare a unei bariere să nu poată duce la o scurgere din instalație în zona înconjurătoare punând în pericol persoanele de la bord, mediul sau nava; și

- .3 conductele de alimentare cu combustibil din exteriorul încăperilor de mașini trebuie să fie instalate și protejate astfel încât să se minimizeze riscul de rănire a personalului și avarierea navei în caz de scurgere.

9.3 Reguli pentru redundanța alimentării cu combustibil

9.3.1 În cazul instalațiilor cu combustibil unic, sistemul de alimentare cu combustibil trebuie să fie instalat cu redundanță și izolare completă față de tancurile de combustibil pentru consumatori, astfel încât o scurgere la sistemul de alimentare cu combustibil să nu conducă la o pierdere inacceptabilă a puterii.

9.3.2 În cazul instalațiilor cu combustibil unic, combustibilul trebuie să fie stocat în două sau mai multe tancuri. Tancurile trebuie să fie amplasate în compartimente separate.

9.3.3 Numai în cazul tancurilor de tip C, poate fi acceptat un singur tanc, dacă două spații complet separate cu racorduri ale tancului sunt instalate pentru acest singur tanc.

9.4 Reguli pentru funcționarea în siguranță a instalației de alimentare cu gaz

9.4.1 Intrările și ieșirile din tancurile pentru stocarea combustibilului trebuie să fie prevăzute cu valvule situate cât mai aproape posibil de tanc. Valvulele, care trebuie să fie acționate în timpul operării normale¹⁶ și care nu sunt accesibile, trebuie să poată fi acționate de la distanță. Valvulele tancului, indiferent dacă sunt accesibile sau nu, trebuie să funcționeze în mod automat atunci când dispozitivul de siguranță prevăzut la 15.2.2 este declanșat.

9.4.2 Conducta principală de alimentare cu gaz a fiecărui consumator de gaz sau a grupului de consumatori de gaz trebuie să fie echipată cu o valvă de închidere acționată manual și o valvă acționată automat "valvă principală pentru combustibil gazos" dispuse în serie sau cu o valvă de tip combinat cu acționare manuală și automată. Valvulele trebuie să fie situate pe partea conductei care se află în afara încăperii de mașini care conține consumatorii de gaz și trebuie să fie amplasate cât mai aproape posibil de instalația de încălzire a gazului, dacă este cazul. Valvula principală pentru combustibil gazos trebuie să oprească în mod automat alimentarea cu gaz atunci când s-a declanșat dispozitivul de siguranță prevăzut la 15.2.2.

9.4.3 Valvula principală automată pentru combustibil gazos trebuie să fie pusă în funcțiune din locuri sigure situate pe căile de evacuare din interiorul unei încăperi de mașini care conține un consumator de gaz, din postul de comandă mașini, dacă este cazul, din exteriorul încăperii de mașini și de pe puntea de comandă.

9.4.4 Fiecare consumator de gaz trebuie să fie prevăzut cu un ansamblu de valvule cu „dublă blocare și de purjare”. Aceste valvule trebuie să fie dispuse așa cum s-a indicat la alineatele .1 sau .2, astfel încât atunci când sistemul de siguranță prevăzut la 15.2.2 este activat, acesta să declanșeze închiderea automată a valvulelor care sunt dispuse în serie și deschiderea automată a valvulelor de purjare și:

- .1 cele două valvule de închidere trebuie să fie amplasate în serie pe tubulatura de combustibil gazos a echipamentului care consumă gaz. Valvula de purjare trebuie să fie situată pe o tubulatura care asigură efectuarea degajării, într-un loc sigur, în aer liber, a aceluși segment din tubulatura de combustibil gazos situat între cele două supape dispuse în serie; sau

¹⁶ În acest context, funcționarea normală înseamnă alimentarea cu gaz a consumatorilor și în timpul buncherării.

- .2 funcția uneia dintre valvulele de închidere dispuse în serie și a valvulei de purjare să poată fi asigurată de o singură valvă astfel încât alimentarea cu gaz a unității consumatoare să fie blocată și aerisirea deschisă.

9.4.5 Cele două valvule trebuie să fie de tip cu închidere la avarie în timp ce valvula de purjare trebuie să fie de tip cu deschidere după avarie.

9.4.6 Valvulele cu dublă blocare și valvula de purjare trebuie să fie de asemenea utilizate pentru oprirea normală a motorului.

9.4.7 În cazul în care valvula principală pentru combustibil gazos se închide în mod automat, secțiunea completă de alimentare cu gaz situată în aval de valvula cu dublă blocare și de purjare trebuie să fie aerisită în mod automat, ținând seama de fluxul invers de la motor spre conductă.

9.4.8 Trebuie să existe o valvă de închidere, cu control manual, pe conducta de alimentare cu gaz a fiecărui motor, în amonte de valvula cu dublă blocare și de purjare pentru a asigura izolarea sigură în timpul întreținerii motorului.

9.4.9 În cazul instalațiilor cu un singur motor și al instalațiilor cu mai multe motoare unde există o valvă principală pentru fiecare motor, funcțiile valvulei principale de combustibil gazos și a valvulei cu dublă blocare și purjare pot fi combinate.

9.4.10 Pentru fiecare conductă principală de alimentare cu gaz care intră într-o încăpăre de mașini protejată cu un ESD și pentru fiecare conductă de alimentare cu gaz a instalațiilor de înaltă presiune, trebuie să existe o modalitate de a detecta rapid o spărtură a conductei de gaz din compartimentul motoarelor. Dacă spărtura este detectată, atunci trebuie să se închidă automat o valvă¹⁷. Această valvă trebuie să fie amplasată pe partea conductei de alimentare cu gaz situată înainte de a intra în compartimentul mașinilor sau cât mai aproape posibil de punctul de intrare în interiorul compartimentului mașinilor. Acesta poate fi o valvă separată sau o valvă combinată cu alte funcții, de exemplu valvula principală.

9.5 Reguli pentru instalația de distribuție a combustibilului în exteriorul încăperii de mașini

9.5.1 În cazul în care tubulaturile de combustibil trec prin spații închise de pe navă, acestea trebuie să aibă un înveliș de protecție secundar. Acest înveliș de protecție poate fi o conductă ventilată sau un sistem de tubulatură cu pereți dubli. Conducta sau sistemul de tubulatură cu pereți dubli trebuie să aibă o ventilație mecanică sub presiune, care asigură cel puțin 30 schimburi de aer pe oră, și un detector de gaz așa cum se prevede la 15.8. De asemenea, alte soluții care asigură un nivel echivalent de siguranță pot fi acceptate de către Administrație.

9.5.2 Nu este necesar ca cerința de la 9.5.1 să se aplice țevilor de aerisire de combustibil gazos complet sudate care trec prin spații ventilate mecanic.

¹⁷ Valvula trebuie prevăzută cu un mecanism cu întârziere pentru a preveni o oprire din cauza variațiilor temporare de sarcină.

9.6 Reguli pentru alimentarea consumatorilor cu combustibil în încăperile de mașini protejate la gaze

9.6.1 Tubulatura de combustibil în încăperile de mașini trebuie să fie complet protejată cu o conductă sau o țevă cu pereți dubli, care trebuie să îndeplinească una dintre următoarele condiții:

- .1 tubulatura de gaze trebuie să fie formată din țevi cu pereți dubli conținând combustibilul gazos în țevile interioare. Spațiul dintre țevile concentrice trebuie să fie presurizat cu gaz inert la o presiune mai mare decât presiunea combustibilului gazos. Alarmer adecvate trebuie să fie prevăzute pentru a indica orice scădere a presiunii gazului inert între conducte. Dacă țeava interioară conține gaz sub presiune înaltă, sistemul trebuie să fie proiectat astfel încât segmentul de conducte între valvula principală de gaz și motor să fie purjat automat cu gaz inert, atunci când valvula principală de gaz este închisă; sau
- .2 tubulatura de combustibil gazos trebuie să fie instalată în interiorul unei conducte sau țevi aerisite. Spațiul de aer între tubulatura de combustibil gazos și peretele exterior al conductei sau țevii trebuie să fie prevăzut cu un mecanism de ventilație sub presiune capabil să asigure cel puțin 30 schimburi de aer pe oră. Debitul ventilației poate fi redus la 10 schimburi de aer pe oră cu condiția ca să se asigure umplerea automată a conductei cu azot în cazul detectării gazelor. Motoarele ventilatoarelor trebuie să îndeplinească cerințele de protecție împotriva exploziei care se aplică în zona în care acestea sunt instalate. Priza de aerisire trebuie să fie prevăzută cu un ecran de protecție și să fie situată într-un loc în care niciun amestec inflamabil de gaz și aer nu poate fi aprins; sau
- .3 alte soluții care asigură un nivel echivalent de siguranță pot fi, de asemenea, acceptate de către Administrație.

9.6.2 Racordarea tubulaturii de gaz și conductei la valvulele de injecție a gazului trebuie să fie complet acoperită de conductă. Amplasarea acestora trebuie să permită înlocuirea și/sau repararea ușoară a valvulelor de injecție și capacelor cilindrilor. Conducta cu perete dublu este, de asemenea, cerută pentru toate țevile de gaz de pe motor, cu excepția cazului în care gazul este injectat în camera de ardere¹⁸.

9.7 Reguli pentru alimentarea consumatorilor cu combustibil gazos în încăperile de mașini protejate cu ESD

9.7.1 Presiunea din sistemul de alimentare cu combustibil gazos nu trebuie să depășească 1,0 MPa.

9.7.2 Conductele de alimentare cu combustibil gazos trebuie să aibă o presiune de calcul de cel puțin 1,0 MPa.

9.8 Reguli pentru proiectarea tubulaturii exterioare a conductelor ventilate pentru protejarea împotriva scurgerilor de gaze din tubulatura interioară

9.8.1 Presiunea de calcul a țevilor sau conductelor exterioare ale sistemelor de combustibil nu trebuie să fie mai mică decât presiunea maximă de lucru a tubulaturii interioare. Ca alternativă, pentru instalația cu tubulatură de combustibil a căror presiune de lucru este mai mare de 1,0 MPa, presiunea de calcul a

¹⁸ În cazul în care într-un motor de joasă presiune alimentarea cu gaz se face direct prin priza de aer în fiecare cilindru în timpul de admisie a aerului în cilindru, astfel încât o singură avarie nu va duce la scurgeri de combustibil gazos în încăperea de mașini, atunci conducta cu pereți dubli poate fi omisă de pe priza de admisie aer.

conductei sau țevii exterioare nu trebuie să fie mai mică decât presiunea maximă acumulată în spațiul inelar, ținând seama de presiunea maximă locală instantanee în dreptul oricărei spărturi și de dispozitivele de ventilație.

9.8.2 Pentru tubulatura de combustibil de înaltă presiune, presiunea de calcul a conductei trebuie să fie cea mai mare dintre următoarele valori:

- .1 presiunea maximă acumulată: presiunea statică în dreptul spărturii datorată fluxului de gaze din spațiul inelar;
- .2 presiunea maximă instantanee locală în dreptul spărturii: această presiune trebuie considerată ca fiind presiunea critică și se exprimă prin următoarea formulă:

$$p = p_0 \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$$

unde:

p_0 = presiunea maximă de lucru a țevii interioare

k = C_p/C_v căldura specifică la presiune constantă, împărțită la căldura specifică la volum constant

$k = 1,31$ pentru CH_4

Tensiunea de membrană tangențială a unei țevi drepte nu trebuie să depășească rezistența la tracțiune împărțită la 1,5 ($R_m/1,5$) atunci când sunt supuse la presiunile menționate mai sus. Capacitatea de rezistență la presiune a tuturor celorlalte elemente ale tubulaturii trebuie să reflecte același gradul de rezistență ca al țevelor drepte.

Ca alternativă la utilizarea presiunii maxime rezultată din formula de mai sus, poate fi utilizată presiunea maximă stabilită prin efectuarea încercărilor reprezentative. Rapoartele încercărilor trebuie să fie apoi transmise.

9.8.3 Verificarea rezistenței, trebuie să se bazeze pe calcule care indică integritatea conductei sau țevii. În caz contrar, rezistența poate fi verificată prin încercări reprezentative.

9.8.4 Pentru tubulaturile de combustibil cu presiune scăzută, conducta trebuie dimensionată pentru o presiune de calcul care nu este mai mică decât presiunea maximă de lucru a țevelor de combustibil. Conducta trebuie să fie supusă unor încercări la presiune pentru a se demonstra că pot rezista la presiunea maximă prevăzută în caz de spargere a țevii de combustibil.

9.9 Reguli pentru compresoare și pompe

9.9.1 În cazul în care compresoarele sau pompele sunt acționate de o linie axială care trece printr-un perete sau o punte, penetrarea peretelui trebuie să fie de tip etanșă la gaze.

9.9.2 Compresoarele și pompele trebuie să fie adecvate pentru utilizarea căreia îi sunt destinate. Toate echipamentele și mașinile trebuie să fie încercate în mod corespunzător pentru a se asigura că acestea pot

fi utilizate în mediul marin. Următoarele aspecte trebuie să fie avute în vedere, dar fără a se limita la acestea:

- .1 mediul;
- .2 vibrațiile și accelerațiile de la bordul navei;
- .3 efectele tangajului, oscilației în jurul axei verticale și ruliului etc.; și
- .4 compoziția gazului.

9.9.3 Trebuie să fie luate măsuri pentru a se asigura că în nici un caz nu este introdus gaz lichefiat în secțiunea de control al gazului sau în mașinile alimentate cu gaz, cu excepția cazului în care mașinile sunt proiectate să funcționeze cu gaz sub formă lichidă.

9.9.4 Compresoarele și pompele trebuie să fie echipate cu accesorii și instrumente necesare funcționării eficiente și fiabile.

10 PRODUCEREA DE ENERGIE, CARE INCLUDE INSTALAȚIA DE PROPULSIE ȘI ALȚI CONSUMATORI DE GAZ

10.1 Scop

10.1.1 Scopul acestui capitol este să asigure aprovizionarea sigură și fiabilă cu energie mecanică, electrică sau termică.

10.2 Cerințe de exploatare

Acest capitol se referă la cerințele funcționale prevăzute la 3.2.1, 3.2.11, 3.2.13, 3.2.16 și 3.2.17. În mod special, se aplică următoarele:

- .1 sistemul de evacuare trebuie să fie configurat pentru a preveni orice acumulare de combustibil gazos nears;
- .2 dacă nu au fost proiectate pentru a rezista celui mai nefavorabil caz de suprapresiune din cauza scurgerilor de gaz aprinse, componentele motorului sau instalațiile, care conțin sau pot conține un amestec inflamabil de gaz și aer trebuie să fie echipate cu dispozitive adecvate de siguranță la presiune. În funcție de configurația specială a motorului, aceste dispozitive pot include colectoarele de admisie a aerului și spațiile de vidare;
- .3 jetul exploziei trebuie să fie dus departe de locul în care, în mod normal, poate fi prezent personal; și
- .4 toți consumatorii de gaz trebuie să aibă o instalație separată de evacuare.

10.3 Reguli pentru motoarele cu ardere internă de tip cu pistoane

10.3.1 Generalități

10.3.1.1 Instalația de evacuare trebuie să fie echipată cu o ventilație anti-explozie care este suficient dimensionată pentru a preveni presiunile excesive ale exploziei în caz de defectare a aprinderii la unul din cilindrii, urmată de aprinderea gazului nears în instalație.

10.3.1.2 Pentru motoarele unde spațiul de sub piston este conectat direct la carter, trebuie să fie efectuată o analiză detaliată a riscului de acumulare a gazului de combustibil în carter și să se ia în considerare acest fapt la definirea principiilor de securitate ale motorului.

10.3.1.3 Fiecare dintre motoare, altele decât motoarele diesel în doi timpi, trebuie să fie echipat cu instalații de aerisire independente de alte motoare, pentru cartere și colectoare.

10.3.1.4 Atunci când scurgerile de gaz pot avea loc direct în agentul instalației auxiliare (ulei lubrifiant, apă de răcire), un dispozitiv adecvat trebuie să fie instalat după conducta de evacuare de la motor pentru a extrage gazele în scopul prevenirii dispersării acestora. Gazele extrase din mediul instalațiilor auxiliare trebuie să fie evacuate într-un loc sigur în atmosferă.

10.3.1.5 Pentru motoarele cu un sistem de aprindere, înainte de admisia combustibilului gazos, trebuie să fie verificată funcționarea corectă a sistemului de aprindere pe fiecare unitate.

10.3.1.6 Trebuie să fie prevăzute mijloace pentru a monitoriza și a detecta arderea slabă sau lipsa aprinderii. Dacă se detectează o astfel de situație, funcționarea cu combustibil gazos poate continua, cu condiția ca alimentarea cu gaz a cilindrului respectiv să fie oprită și cu condiția ca funcționarea motorului cu un cilindru oprit să fie acceptabilă în ceea ce privește vibrațiile de torsiune.

10.3.1.7 În cazul punerii în funcțiune a motoarelor cu combustibilii reglementați de acest Cod, dacă după deschiderea valvei de alimentare cu combustibil arderea nu a fost detectată de sistemul de monitorizare a motorului într-o anumită perioadă de timp, atunci valvula de alimentare trebuie să se închidă automat. Trebuie să existe mijloace pentru a se asigura că orice amestec de combustibil nears este purjat prin instalația de evacuare.

10.3.2 Reguli pentru motoarele cu alimentare de combustibil mixt

10.3.2.1 În cazul întreruperii alimentării cu combustibil gazos, motoarele trebuie să poată continua să funcționeze numai cu combustibil lichid.

10.3.2.2 Este necesar să se prevadă un sistem automat pentru a trece de la funcționarea cu combustibil gazos la combustibil lichid și vice-versa cu o variație minimă a puterii motorului. Fiabilitatea acceptabilă a instalației trebuie să fie demonstrată prin încercare. În cazul în care există o funcționare instabilă a motoarelor atunci când se aprinde gazul, funcționarea acestuia trebuie să fie comutată automat în modul de alimentare cu combustibil lichid. Acționarea manuală a închiderii instalației de gaz trebuie să fie posibilă în orice situație.

10.3.2.3 În cazul unei opriri normale sau a unei întreruperi de urgență, alimentarea cu combustibil gazos nu trebuie să fie oprită mai târziu decât sursa de aprindere. Nu trebuie să fie posibilă întreruperea sursei de

aprindere fără oprirea, prealabilă sau simultană, a alimentării cu combustibil gazos a fiecărui cilindru sau a întregului motor.

10.3.3 Reguli pentru motoarele cu alimentare numai cu combustibil gazos

În cazul unei opriri normale sau a unei întreruperi de urgență, alimentarea cu combustibil gazos nu trebuie să fie oprită mai târziu decât sursa de aprindere. Nu trebuie să fie posibilă întreruperea sursei de aprindere fără oprirea, prealabilă sau simultană, a alimentării cu combustibil gazos a fiecărui cilindru sau a întregului motor.

10.3.4 Reguli pentru motoarele cu alimentare cu combustibil mixt

10.3.4.1 În cazul întreruperii alimentării cu un combustibil, motoarele trebuie să poată să continue să funcționeze cu un combustibil alternativ, cu o variație minimă a puterii motorului.

10.3.4.2 Este necesar să se prevadă un sistem automat pentru trecerea de la funcționarea cu un combustibil la altul, cu variație minimă a puterii motorului. Fiabilitatea acceptabilă a instalației trebuie să fie demonstrată prin încercare. În cazul în care există o funcționare instabilă a unui motor atunci când se utilizează un anumit combustibil, funcționarea acestuia trebuie să fie comutată automat în modul de alimentare cu alt combustibil. Acționarea manuală trebuie să fie posibilă în orice situație.

	NUMAI GAZ		COMBUSTIBIL DUBLU	COMBUSTIBILI MULTIPLI
MEDIU DE APRINDERE	Scântei	Combustibil pilot	Combustibil pilot	N/A
COMBUSTIBIL PRINCIPAL	Gaz	Gaz	Gaz și/sau combustibil lichid	Gaz și/sau combustibil lichid

10.4 Reguli pentru căldările principale și auxiliare

10.4.1 Fiecare căldare trebuie să aibă o instalație corespunzătoare de tiraj forțat. Un racord de trecere între instalațiile de tiraj forțat ale căldărilor poate fi prevăzut pentru utilizare în caz de urgență cu condiția menținerii funcțiilor de siguranță corespunzătoare.

10.4.2 Camerele de combustie și coșurile de evacuare ale căldărilor trebuie să aibă o configurație corespunzătoare astfel încât să se evite acumularea de combustibil.

10.4.3 Arzătoarele trebuie să fie proiectate pentru a menține arderea stabilă în toate condițiile de ardere.

10.4.4 La căldările principale/de propulsie trebuie să fie instalat un dispozitiv automat pentru a face trecerea de la funcționarea cu combustibil gazos la funcționarea cu combustibil lichid fără a întrerupe arderea căldării.

10.4.5 Injectoarele de gaz și sistemul de control al arzătorului trebuie să fie configurate astfel încât combustibilul gazos să poate fi aprins numai de o flămă stabilă de combustibil lichid, cu excepția cazului în care căldarea și echipamentul de ardere sunt proiectate și aprobate de către Administrație ca să fie aprinse cu combustibil gazos.

10.4.6 Trebuie să fie luate măsuri pentru a se asigura că alimentarea arzătorului cu combustibil gazos este întreruptă automat, cu excepția cazului în care aprinderea satisfăcătoare a fost stabilită și menținută.

10.4.7 Tubulatura de alimentare a fiecărui arzător de gaz trebuie să aibă montată o valvă de închidere manuală.

10.4.8 După stingerea flăcării acestor arzătoare trebuie să se ia măsuri în vederea purjării automate, cu ajutorul gazului inert, a țevelor de alimentare cu gaz a arzătoarelor.

10.4.9 Dispozitivul pentru schimbarea automată a combustibilului prevăzut la 10.4.4 trebuie să fie monitorizat cu ajutorul alarmelor pentru a se asigura că el este disponibil în permanență.

10.4.10 Trebuie să se ia măsuri pentru ca, în cazul stingerii flăcărilor de la toate arzătoarele în funcțiune, camerele de ardere ale căldărilor să fie purjate automat înaintea reaprinderii lor.

10.4.11 Trebuie să se ia măsuri pentru a se permite purjarea manuală a căldărilor.

10.5 Reguli pentru turbinele cu gaz

10.5.1 Cu excepția cazului în care sunt proiectate pentru a rezista la cele mai nefavorabile condiții de suprapresiune din cauza scurgerilor de gaze arse, instalația de evacuare trebuie să fie prevăzută cu dispozitive corespunzătoare de reducere a presiunii, ținând seama de riscul de explozie datorat scurgerilor de gaze. Aceste dispozitive trebuie să degajeze într-un amplasament sigur la gaze, departe de personal.

10.5.2 Turbina cu gaz poate fi instalată într-o încălț etanșă la gaze amplasată în conformitate cu principiul de închidere rapidă al ESD indicat la 5.6 și 9.7; cu toate acestea, o presiune mai mare de 1,0 MPa în tubulatura de alimentare cu gaz poate fi acceptată în interiorul acestei încălț.

10.5.3 Dispozitivele pentru detectarea gazelor și funcțiile lor de închidere trebuie să fie așa cum se prevede pentru încălțerile de mașini protejate cu ESD.

10.5.4 Ventilarea spațiului închis trebuie să fie așa cum este indicat în capitolul 13 pentru încălțerile de mașini protejate cu ESD, dar suplimentar trebuie să fie asigurată redundanță deplină (două ventilatoare cu o capacitate maximală, pe circuite electrice diferite).

10.5.5 Pentru alte turbine decât turbina cu un singur combustibil gazos, trebuie să fie instalat un dispozitiv automat pentru a face trecerea în mod rapid și ușor de la funcționarea cu combustibil gazos la funcționarea cu combustibil lichid și invers, cu o variație minimă a puterii motorului.

10.5.6 Trebuie să fie prevăzute mijloace pentru a monitoriza și a detecta arderea slabă a combustibilului care în timpul funcționării poate conduce combustibilul gazos nears în instalația de evacuare. În acest caz, alimentarea cu combustibil gazos trebuie să fie închisă.

10.5.7 Fiecare turbină trebuie să fie prevăzută cu un dispozitiv automat de închidere la temperaturi mari de evacuare.

11 PROTECȚIA CONTRA INCENDIULUI

11.1 Scop

Scopul acestui capitol este să asigure protecția la incendiu, detectarea și stingerea incendiului la toate componentele sistemului pentru stocarea, condiționarea, transferul și utilizarea gazelor naturale ca și combustibil pentru navă.

11.2 Cerințe de exploatare

Acest capitol face referire la cerințele de exploatare de la 3.2.2, 3.2.4, 3.2.5, 3.2.7, 3.2.12, 3.2.14, 3.2.15 și 3.2.17.

11.3 Reguli pentru protecția contra incendiului

11.3.1 Toate încăperile care conțin echipamente necesare pentru pregătirea combustibilului, cum ar fi pompe, compresoare, schimbătoare de căldură, vaporizatoare și recipiente sub presiune, trebuie să fie considerate ca încăperi de mașini de categoria A pentru protecția contra incendiilor.

11.3.2 Toți pereții de separație din încăperile de locuit, încăperile de serviciu, posturile de comandă, căile de evacuare și încăperile de mașini care dau spre tancurile de combustibil de pe puntea deschisă trebuie să fie protejate cu separații de clasă A-60. Aceste separații de clasă A-60 trebuie să se extindă până la partea inferioară a punții de comandă și toți pereții de separație situați deasupra, inclusiv ferestrele de la puntea de comandă, trebuie să aibă separații de clasă A-0. În plus, tancurile de combustibil trebuie să fie separate de marfă, în conformitate cu cerințele Codului maritim internațional pentru mărfuri periculoase (Codul IMDG), în care tancurile de combustibil sunt considerate ca ambalaje pentru vrac. Pentru a îndeplini cerințele Codului IMDG privind arimarea și separarea, un tanc de combustibil de pe puntea deschisă trebuie să fie considerat ca ambalaj din clasa 2.1.

11.3.3 Spațiul care conține sistemul pentru stocarea combustibilului trebuie să fie separat de încăperile de mașini de categoria A sau de alte încăperi cu risc ridicat de incendiu. Separarea trebuie să se facă prin intermediul unui coferdam de cel puțin 900 mm cu izolație de clasă A-60. La determinarea izolației dintre spațiul care conține sistemul pentru stocarea combustibilului și alte spații cu riscuri mai scăzute de incendiu, sistemul pentru stocarea combustibilului trebuie să fie considerat ca o încăpere de mașini de categoria A, în conformitate cu regulile din regula II-2/9 din SOLAS. Separația dintre spațiile care conțin sisteme pentru stocarea combustibilului trebuie să fie un coferdam de cel puțin 900 mm, sau o separație de clasă A-60. Pentru tancurile de tip C, spațiul de magazie pentru depozitarea combustibilului poate fi considerat un coferdam.

11.3.4 Spațiul de magazie pentru depozitarea combustibilului nu trebuie să fie utilizat pentru mașini sau echipamente ce ar putea reprezenta un risc de incendiu.

11.3.5 Protecția contra incendiului a tubulaturilor de combustibil ce trec prin încăperile ro-ro trebuie să fie examinată în mod special de către Administrație, în funcție de utilizarea și presiunea estimată în aceste tubulaturi.

11.3.6 Stația de buncherare trebuie să fie separată de construcții de tip A-60 înspre încăperile de mașini de categoria A, încăperile de locuit, posturile de comandă și încăperile cu risc ridicat de incendiu, cu

excepția spațiilor cum ar fi tancurile, spațiile goale, încăperile mașinilor auxiliare cu risc mic sau fără risc de incendiu, încăperile sanitare și încăperile similare în care izolația standard poate fi redusă la clasa A-0.

11.3.7 În cazul în care încăperile sunt protejate cu un ESD, acestea trebuie să fie separate printr-un singur perete care trebuie să fie o separație de clasă A-60.

11.4 Reguli pentru tubulatura principală de incendiu

11.4.1 Instalația de pulverizare a apei prevăzută mai jos poate face parte din instalația tubulaturii principale de incendiu cu condiția ca debitul și presiunea de lucru necesare pompei de incendiu să fie suficiente pentru funcționarea simultană atât a numărului prevăzut de hidranți și furtunuri de incendiu cât și a instalației de pulverizare a apei.

11.4.2 În cazul în care tancul/tancurile pentru stocarea combustibilului se află pe o punte deschisă, valvulele de izolare trebuie să fie montate pe tubulatura principală de incendiu pentru a izola secțiunile avariate ale tubulaturii principale de incendiu. Izolarea unei secțiuni a tubulaturii principale de incendiu nu trebuie să împiedice alimentarea cu apă a tubulaturii de incendiu din amonte segmentului izolat.

11.5 Reguli pentru instalația de pulverizare a apei

11.5.1 O instalație de pulverizare a apei trebuie să fie instalată pentru răcire și pentru prevenirea incendiului la părțile expuse ale tancului/tancurilor pentru stocarea combustibilului situate pe puntea deschisă.

11.5.2 Instalația de pulverizare a apei trebuie să protejeze, de asemenea, pereții de separație ai suprastructurilor, compartimentelor compresoarelor, compartimentelor pompelor, posturilor de comandă a operațiunilor cu marfă, posturilor de comandă buncherare, stațiilor de buncherare și a altor rufuri ocupate în mod normal care dau spre tancurile pentru stocare de pe punțile deschise, cu excepția cazului în care tancul este situat la o distanță mai mare sau egală cu 10 m sau mai mult față de pereții de separație.

11.5.3 Instalația trebuie să fie proiectată pentru a proteja toate zonele menționate mai sus cu o rată de aplicare de 10 l/min/m² pentru cele mai mari suprafețe orizontale și 4 l/min/m² pentru suprafețe verticale.

11.5.4 Valvulele de izolare trebuie să fie montate pe tubulatura principală a instalației de pulverizare a apei, la distanțe care nu depășesc 40 m, în scopul izolării segmentelor avariate. Ca alternativă poate fi împărțirea instalației în două sau mai multe secțiuni care pot fi utilizate separat, cu condiția ca comenzile necesare să fie amplasate împreună, într-un loc ușor accesibil, care este puțin probabil să fie inaccesibil în caz de incendiu în zonele protejate.

11.5.5 Debitul pompei instalației de pulverizare a apei trebuie să fie suficient, astfel încât să poată asigura cantitatea de apă necesară pentru a acoperi zona care necesită mai multă apă, așa cum s-a indicat mai sus pentru zonele protejate.

11.5.6 În cazul în care instalația de pulverizare a apei nu face parte din tubulatura principală de incendiu, trebuie să existe un racord la tubulatura principală de incendiu a navei prin intermediul unei valvule de izolare.

11.5.7 Comenzile pentru pornirea de la distanță a pompei de alimentare a instalației de pulverizare a apei și acționarea de la distanță a tuturor valvulelor, închise în mod normal, trebuie să fie amplasate într-un loc ușor accesibil, care este puțin probabil să fie inaccesibil în caz de incendiu în zonele protejate.

11.5.8 Duzele trebuie să aibă un alezaj de un tip aprobat și trebuie să fie dispuse astfel încât să se asigure o distribuire eficientă a apei pe întregul spațiu protejat.

11.6 Reguli pentru instalația de stingere a incendiului cu pulbere chimică uscată

11.6.1 O instalație fixă de stingere a incendiului cu pulbere chimică uscată trebuie să fie instalată în zona stației de buncherare pentru a acoperi toate punctele posibile de scurgere. Debitul acesteia trebuie să fie de cel puțin 3,5 kg/s pe o perioadă de 45 secunde. Instalația trebuie să fie montată astfel încât să poată fi acționată manual fără dificultate dintr-un loc sigur din afara zonei protejate.

11.6.2 Suplimentar față de alte stingătoare de incendiu portabile, care pot fi prevăzute în virtutea altor instrumente IMO, un stingător portabil cu pulbere uscată cu o capacitate de cel puțin 5 kg trebuie să fie amplasat în apropierea stației de buncherare.

11.7 Reguli pentru instalația de detectare a incendiului și de alarmă

11.7.1 O instalație fixă de detectare a incendiului și de alarmă, care respectă regulile Codului pentru instalațiile de protecție contra incendiului, trebuie să fie prevăzută pentru spațiile de magazie pentru depozitarea combustibilului și puțul de ventilație al sistemului pentru stocarea combustibilului situat sub punte, precum și pentru toate alte compartimente ale sistemului de combustibil gazos, în cazul în care nu poate fi exclus riscul de incendiu.

11.7.2 Doar detectoarele de fum nu trebuie să fie considerate mijloace suficiente pentru detectarea rapidă a unui incendiu.

12 PREVENIREA EXPLOZIEI

12.1 Scop

Scopul acestui capitol este să asigure prevenirea exploziilor și limitarea efectelor exploziei.

12.2 Cerințe de exploatare

Acest capitol face referire la cerințele de exploatare de la 3.2.2 până la 3.2.5, 3.2.7, 3.2.8, 3.2.12 până la 3.2.14 și 3.2.17. În mod special, se aplică următoarele cerințe:

Probabilitatea de producere a exploziilor trebuie să fie redusă la un minim:

- .1 prin reducerea numărului de surse de aprindere; și
- .2 prin reducerea probabilității de formare a amestecurilor inflamabile.

12.3 Reguli - Generalități

12.3.1 Zonele cu pericol de pe punțile deschise, sau alte spații care nu sunt prevăzute în acest capitol trebuie să fie stabilite pe baza unei norme recunoscute¹⁹. Echipamentul electric instalat în interiorul acestor zone periculoase trebuie să respecte aceeași normă.

12.3.2 În general, echipamentul electric și cablajul nu trebuie să fie instalate în zone periculoase, cu excepția cazului în care este esențial în scopul exploatarea pe baza unei norme recunoscute²⁰.

12.3.3 Echipamentul electric instalat într-o încăpăre de mașini protejată cu ESD trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- .1 suplimentar față de detectoarele de incendiu și hidrocarburi gazoase și de alarmele de incendiu și gaz, iluminatul și ventilatoarele trebuie să fie de un tip certificat de siguranță pentru o zonă periculoasă de clasa 1; și
- .2 întregul echipament electric dintr-o încăpăre de mașini care conține motoare ce funcționează cu combustibil gazos și nu este certificat pentru o zonă periculoasă de clasa 1 trebuie să fie în mod automat deconectat dacă prin două detectoare sunt detectate concentrații de gaz de peste 40% LEL în încăpărea ce conține consumatori de combustibil gazos.

12.4 Reguli pentru clasificarea zonelor

12.4.1 Clasificarea zonelor este o metodă pentru analiza și clasificarea zonelor în care se pot produce atmosfere explozive de gaz. Obiectul clasificării este permiterea selectării aparaturii electrice ce poate funcționa, în siguranță, în aceste zone.

12.4.2 Pentru a facilita selectarea aparaturii electrice corespunzătoare și proiectarea instalațiilor electrice adecvate, zonele periculoase se clasifică în zona 0, zona 1 și zona 2²¹. A se vedea și 12.5 de mai jos.

12.4.3 Conductele de ventilație trebuie să aibă aceeași clasificare a zonelor ca și spațiile ventilate.

12.5 Zone periculoase

12.5.1 Zona periculoasă de clasa 0

Această zonă include interiorul tancurilor de combustibil, toate tubulaturile pentru reducerea presiunii sau alte instalații de aerisire pentru tancurile de combustibil, țevi și echipamente care conțin combustibil, dar fără a se limita la acestea.

12.5.2 Zona periculoasă de clasa 1²²

¹⁹ Se face referire la norma IEC 60092-502, partea 4.4: Nave cisternă care transportă gaze lichefiate inflamabile, după caz.

²⁰ Se face referire la norma IEC 60092-502: norma IEC 60092-502:1999 Instalații electrice navale – Nave cisternă – Caracteristici speciale și norma IEC 60092-10-1:2008 Atmosfere explozive – Partea 10-1: Clasificarea zonelor – Atmosfere explozive de gaz, conform clasificării zonei.

²¹ Se face referire la normele IEC 60079-10-1: 2008: Atmosfere explozive partea 10-1: Clasificarea zonelor – Atmosfere explozive de gaz și recomandări și exemple informative indicate în publicația IEC 60092-502:1999, Instalații electrice navale – Nave cisternă – Caracteristici speciale pentru navele cisternă.

²² Aparatură de măsură și aparatură electrică instalate în interiorul acestor zone trebuie să fie de un tip corespunzător zonei 1.

Această zonă include, dar fără a se limita:

- .1 spațiile cu racordurile tancului, spațiile de magazie²³ pentru depozitarea combustibilului și spațiile dintre bariere;
- .2 camera pentru pregătirea combustibilului dotată cu ventilație conform regulilor de la 13.6;
- .3 zone de pe puntea deschisă sau spații semiînchise de pe punte situate în limita a 3 m față de fiecare orificiu al tancului de combustibil, tubulatură de ieșire a gazului sau vaporilor²⁴, valvula manifoldului de buncherare, altă valvă de combustibil, flanșele tubulaturii de combustibil, orificiile de ventilație ale camerei pentru pregătirea combustibilului și deschiderile tancului de combustibil pentru degajarea presiunii cu condiția să permită curgerea volumelor mici de amestecuri de gaz sau de vaporii produse de variațiile termice;
- .4 zone de pe puntea deschisă sau spații semiînchise de pe punte situate în limita a 1,5 m față de intrările camerelor pentru pregătirea combustibilului, prizele de aer ale camerei pentru pregătirea combustibilului și alte deschideri în spațiile de clasa 1;
- .5 zone de pe puntea deschisă din interiorul ramelor scurgerilor, din jurul valvulelor manifoldului de buncherare a gazului și la 3 m după acestea, până la o înălțime de 2,4 m deasupra punții;
- .6 spații închise sau semiînchise în care există tubulaturi care conțin combustibil, de exemplu conducte din jurul țevilor de combustibil, stații de buncherare semiînchise;
- .7 încăperea de mașini protejată cu ESD este considerată ca o zonă nepericuloasă, în condiții normale de funcționare, dar trebuie să fie dotată cu echipamentul necesar pentru a putea funcționa după detectarea unei scurgeri gaz, în scopul certificării ca adecvată pentru zona 1;
- .8 o încăpere protejată de o cameră de ecluzare este considerată ca o zonă nepericuloasă, în condiții normale de funcționare, dar trebuie să fie dotată cu echipamentul necesar pentru a funcționa ca urmare a unei pierderi de diferență de presiune între încăperea protejată și zona periculoasă, în scopul certificării ca adecvată pentru zona 1; și
- .9 cu excepția tancurilor de tip C, o zonă mai mică de 2,4 m din cadrul zonei exterioare a unui sistem pentru stocarea combustibilului, în care această zonă este expusă la intemperii.

12.5.3 Zona periculoasă de clasa 2 ²⁵

12.5.3.1 Această zonă include, dar fără a se limita la acestea, zone de 1,5 m din jurul spațiilor semiînchise sau deschise din zona 1.

12.5.3.2 Spațiul care conține capacul fixat cu șuruburi din spațiul cu racordurile tancului.

²³ În mod normal, spațiile de magazie pentru depozitarea combustibilului pentru tancuri de tip C, nu sunt considerate ca zona de clasa 1.

²⁴ Aceste zone sunt, de exemplu, toate zonele situate în limita a 3 m față de gurile tancurilor de combustibil, deschiderile de ulaj sau tubulatura de sondare pentru tancurile de combustibil situate pe puntea deschisă și tubulaturile de ieșire a gazelor sau vaporilor.

²⁵ Instrumentele și aparatura electrică instalate în interiorul acestor zone trebuie să fie de un tip adecvat zonei de clasa 2.

13 VENTILAȚIE

13.1 Scop

Scopul acestui capitol este să asigure ventilația prevăzută pentru funcționarea în condiții de siguranță a mașinilor și echipamentelor alimentate cu gaz.

13.2 Cerințe de exploatare

Acest capitol face referire la cerințele de exploatare de la 3.2.2, 3.2.5, 3.2.8, 3.2.10, 3.2.12 până la 3.2.14 și 3.2.17.

13.3 Reguli - Generalități

13.3.1 Toate conductele utilizate pentru ventilația spațiilor periculoase trebuie să fie separate față de conductele utilizate pentru ventilația spațiilor nepericuloase. Ventilația trebuie să funcționeze în toate condițiile de temperatură și de mediu în care va opera nava.

13.3.2 Motoarele electrice de antrenare a ventilatoarelor nu trebuie să fie amplasate în interiorul conductelor de ventilație a spațiilor periculoase, cu excepția cazului în care sunt certificate pentru aceeași zonă periculoasă ca și spațiul deservit.

13.3.3 Ventilatoarele care deservește spații ce conțin surse de gaz trebuie să fie proiectate în modul indicat mai jos:

- .1 Ventilatoarele nu trebuie să producă o sursă de aprindere a vaporilor în spațiul ventilat sau în instalația de ventilație racordată la acest spațiu. Ventilatoarele și canalele de ventilație, doar acelea din dreptul ventilatoarelor, trebuie să aibă o construcție astfel încât să nu producă scântei, așa cum se indică mai jos:
 - .1 rotoare sau carcase din materiale nemetalice, ținând cont de necesitatea evitării electricității statice;
 - .2 rotoare și carcase din materiale neferoase,
 - .3 rotoare și carcase din oțel austenitic inoxidabil;
 - .4 rotoare din aliaje de aluminiu sau de magneziu și o carcasă din material feros (inclusiv oțel inoxidabil austenitic) pe care este montat un inel cu o grosime adecvată confecționat din materiale neferoase, ținând cont de electricitatea statică și coroziunea între inel și carcasă; sau;
 - .5 orice combinație dintre rotoare și carcase din materiale feroase (inclusiv oțel austenitic inoxidabil) cu o distanță liberă între ele de cel puțin 13 mm.
- .2 În nici un caz, distanța radială între rotor și carcasă nu trebuie să fie mai mică de 0,1 din diametrul arborelui rotorului în dreptul lagărului, dar nu mai puțin de 2 mm. Nu este necesar ca această distanță să fie mai mare de 13 mm.

- .3 Orice combinație dintre un element fix sau rotativ executat dintr-un aliaj de aluminiu sau de magneziu și un element fix sau rotativ executat din material feros, oricare ar fi distanța liberă prevăzută, este considerată ca prezentând un pericol de producere a scânteilor și nu trebuie să fie utilizată în aceste locuri.

13.3.4 Instalațiile de ventilație necesare pentru a evita orice acumulare de gaz trebuie să se compună din ventilatoare independente, fiecare având un debit suficient, cu excepția cazului în care nu se specifică altfel în acest Cod.

13.3.5 Intrările de aer pentru spațiile închise periculoase trebuie să admită aer din zonele care, în absența intrărilor de aer, trebuie să fie nepericuloase. Intrările de aer pentru spațiile închise nepericuloase trebuie să fie făcute din zonele nepericuloase, de la o distanță de cel puțin 1,5 m față de limitele de separație ale oricărei zone periculoase. În cazul în care conducta de aspirație trece printr-un spațiu mult mai periculos, aceasta trebuie să fie etanșă la gaze și să aibă o suprapresiune față de acest spațiu.

13.3.6 Ieșirile aerului din spațiile nepericuloase trebuie să fie amplasate în exteriorul zonelor periculoase.

13.3.7 Ieșirile aerului din spațiile închise periculoase trebuie să fie amplasate într-o zonă deschisă care, în absența ieșirilor în cauză, va prezenta același risc de pericol sau un risc mai mic decât acela din spațiul ventilat.

13.3.8 Debitul necesar al instalației de ventilație se bazează în mod normal pe volumul total al compartimentului. O creștere a debitului de ventilație cerut poate fi necesară pentru compartimentele care au o formă complicată.

13.3.9 Spațiile nepericuloase care au deschideri într-o zonă periculoasă trebuie să fie prevăzute cu o cameră de ecluzare și să fie menținute la o suprapresiune relativă în raport cu zona exterioară periculoasă. Ventilația la suprapresiune trebuie să fie efectuată conform următoarelor condiții:

- .1 În timpul pornirii inițiale sau după o pierdere a ventilației de suprapresiune, înainte de a alimenta o instalație electrică, care nu este de un tip certificat de siguranță pentru spațiu în absența presurizării, trebuie:
 - .1 să se efectueze purjarea (cel puțin cinci schimburi de aer) sau să se confirme prin măsurători că spațiul este nepericulos; și
 - .2 să se presurizeze spațiul.
- .2 Funcționarea ventilației de suprapresiune trebuie să fie monitorizată și în cazul defectării funcționării ventilației de suprapresiune trebuie să fie respectate următoarele cerințe:
 - .1 o alarmă sonoră și vizuală trebuie să fie dată într-un loc cu cart permanent; și
 - .2 în cazul în care suprapresiunea nu poate fi imediat restabilită, este necesar ca instalațiile electrice să fie deconectate, automat sau prin programare, în conformitate cu o normă recunoscută²⁶.

²⁶ Se face referire la norma IEC 60092-502:1999 Instalații electrice navale – Nave cisternă – Caracteristici speciale, tabel 5.

13.3.10 Spațiile nepericuloase care au deschideri într-un spațiu închis periculos trebuie să fie prevăzute cu o cameră de ecluzare și spațiile periculoase trebuie să fie menținute la o presiune relativă mai mică în raport cu spațiul nepericulos. Funcționarea ventilației de extracție în spațiul periculos trebuie să fie monitorizată și în cazul defectării ventilației de extracție:

- .1 o alarmă sonoră și vizuală trebuie să fie dată într-un loc cu cart permanent; și
- .2 în cazul în care depresiunea nu poate fi restabilită imediat, este necesar ca, în spațiile nepericuloase, instalațiile electrice să fie deconectate, automat sau prin programare, în conformitate cu o normă recunoscută.

13.4 Reguli pentru spațiul cu racordurile tancului

13.4.1 Spațiul cu racordurile tancului trebuie să fie prevăzut cu o instalație eficientă de ventilație mecanică forțată, de tip de extracție. Debitul de ventilație trebuie să asigure cel puțin 30 schimburi de aer pe oră. Frecvența schimburilor de aer poate fi redusă dacă sunt instalate alte mijloace adecvate de protecție împotriva exploziilor. Echivalența instalațiilor alternative trebuie să fie demonstrată printr-o evaluare a riscurilor.

13.4.2 Opritoare de incendiu automate de siguranță aprobate trebuie să fie instalate în puțul de ventilație pentru spațiului cu racordurile tancului.

13.5 Reguli pentru încăperile de mașini

13.5.1 Instalația de ventilație pentru încăperile de mașini care conțin consumatori de gaz trebuie să fie independentă de toate celelalte instalații de ventilație.

13.5.2 Încăperile de mașini protejate cu ESD trebuie să aibă ventilație cu o capacitate de cel puțin 30 de schimburi de aer pe oră. Instalația de ventilație trebuie să asigure buna circulație a aerului în toate spațiile și, în mod special, să asigure că formarea oricăror pungi de gaz în compartiment este detectată. Ca alternativă, se acceptă instalații prin care, în condiții normale de funcționare, ventilarea încăperilor de mașini se asigură la cel puțin 15 schimburi de aer pe oră, cu condiția ca, în caz de detectare a gazelor în încăperea de mașini, numărul de schimburi de aer să fie automat crescut la 30 schimburi de aer pe oră.

13.5.3 În cazul încăperilor de mașini protejate cu ESD, instalațiile de ventilație trebuie să asigure redundanța suficientă pentru a asigura un nivel ridicat de ventilație, așa cum s-a definit într-o normă acceptată de către Organizație²⁷.

13.5.4 Numărul și puterea ventilatoarelor pentru compartimentul mașinilor protejat cu ESD și pentru instalațiile de ventilație cu conducte cu pereți dubli din compartimentele mașinilor, sigure la gaz, trebuie să fie astfel încât debitul lor să nu fie redus la mai mult de 50% din debitul total de ventilație în cazul în care un ventilator cu un circuit separat față de tabloul principal sau tabloul de urgență sau un grup de ventilatoare cu un circuit comun la tabloul principal sau tabloul de urgență, nu funcționează.

²⁷ Se face referire la norma IEC 60079-10-1.

13.6 Reguli pentru camera pentru pregătirea combustibilului

13.6.1 Camerele pentru pregătirea combustibilului trebuie să fie prevăzute cu o instalație de ventilație mecanică eficientă, de tipul sub presiune, asigurând un debit de ventilație de cel puțin 30 de schimburi de aer pe oră.

13.6.2 Numărul și puterea ventilatoarelor trebuie să fie astfel încât debitul lor să nu fie redus cu mai mult de 50% în cazul în care un ventilator cu un circuit separat la tabloul principal sau tabloul de urgență sau un grup de ventilatoare cu un circuit comun la tabloul principal sau tabloul de urgență, nu funcționează.

13.6.3 Instalațiile de ventilație din compartimentele pentru pregătirea combustibilului trebuie să funcționeze atunci când pompele sau compresoarele sunt în funcțiune.

13.7 Reguli pentru stația de buncherare

Stațiile de buncherare care nu sunt situate pe o punte deschisă trebuie să fie ventilate în mod corespunzător, astfel încât vaporii eliberați în cursul operațiunilor de buncherare să fie evacuați în afară. Dacă ventilația naturală nu este suficientă, trebuie să fie asigurată ventilație mecanică, în conformitate cu evaluarea de risc impusă de 8.3.1.1.

13.8 Reguli pentru conductele și țevile cu pereți dubli

13.8.1 Conductele și țevile cu pereți dubli care conțin combustibil trebuie să fie echipate cu o instalație eficientă de ventilație mecanică, de tip de extracție, care asigură o capacitate de ventilație de cel puțin 30 de schimburi de aer pe oră. Această prevedere nu se aplică țevelor cu pereți dubli din compartimentul mașinilor, cu condiția respectării cerințelor prevăzute la 9.6.1.1.

13.8.2 Sistemul de ventilație pentru tubulatura cu pereți dubli și pentru spațiile cu unități de valvule de gaz situate în compartimentul mașinilor trebuie să fie independent de toate celelalte instalații de ventilație.

13.8.3 Intrarea de ventilație pentru tubulatura sau conductele cu pereți dubli trebuie să fie întotdeauna situată într-o zonă nepericuloasă, departe de sursele de aprindere. Deschiderea intrării trebuie să fie prevăzută cu plasă de sârmă cu ochiuri adecvate și protejată contra pătrunderii apei.

13.8.4 Capacitatea de ventilație pentru o conductă sau o tubulatură cu pereți dubli poate fi mai mică de 30 schimburi de aer pe oră în cazul în care viteza de curgere de cel puțin 3 m/s este asigurată. Viteza de curgere trebuie să fie calculată pentru conductele de combustibil și alte componente instalate.

14 INSTALAȚII ELECTRICE

14.1 Scop

Scopul acestui capitol este să asigure că instalațiile electrice sunt astfel încât să minimizeze riscul de aprindere în prezența unei atmosfere inflamabile.

14.2 Cerințe de exploatare

Acest capitol face referire la cerințele de exploatare de la 3.2.1, 3.2.2, 3.2.4, 3.2.7, 3.2.8, 3.2.11, 3.2.13 și 3.2.16 până la 3.2.18. În mod special se aplică următoarele cerințe:

Instalațiile pentru producerea și distribuția energiei electrice, precum și instalațiile de comandă aferente trebuie să fie proiectate astfel încât o singură defecțiune să nu aibă ca rezultat pierderea capacității de a menține presiunea tancului de combustibil și temperatura structurii corpului navei în limitele de exploatare normale.

14.3 Reguli - Generalități

14.3.1 Instalațiile electrice trebuie să corespundă unei norme cel puțin echivalentă acelor acceptabile pentru Organizație²⁸.

14.3.2 Echipamentele electrice sau cablurile electrice nu trebuie să fie instalate în zone periculoase, în afară de caz în care sunt esențiale din punct de vedere al funcționării sau întăririi siguranței.

14.3.3 Dacă un echipament electric este instalat în zone periculoase în conformitate cu regulile de la 14.3.2, acest echipament trebuie să fie selectat, instalat și menținut în conformitate cu normele cel puțin echivalente acelor acceptabile pentru Organizație²⁹.

Echipamentul pentru zonele periculoase trebuie să fie evaluat și certificat sau enumerat într-o listă de către o autoritate acreditată pentru încercări sau de către un organism notificat care este recunoscut de Administrație.

14.3.4 Modurile de defectare și efectele unei singure defecțiuni la instalațiile pentru producerea și distribuția energiei electrice, menționate la 14.2, trebuie să fie analizate și documentate cu norme cel puțin echivalente acelor acceptabile pentru Organizație³⁰.

14.3.5 Instalația de iluminat din zonele periculoase trebuie să fie împărțită în cel puțin două circuite derivate. Toate întrerupătoarele și dispozitivele de protecție trebuie să întrerupă toți polii sau fazele și să fie instalate într-o zonă nepericuloasă.

14.3.6 Echipamentele electrice trebuie să fie instalate la bordul navei astfel încât să se asigure legarea la masă fără pericol pentru corpul navei.

14.3.7 Trebuie să se ia măsuri pentru a declanșa o alarmă în caz de nivel scăzut al lichidului și o decuplare în mod automat a motoarelor în caz de nivel scăzut al lichidului. Decuplarea automată, se poate realiza prin detectarea unei presiuni joase de refulare a pompei, unui curent scăzut al motorului sau unui nivel scăzut al lichidului. Această decuplare trebuie să fie semnalizată printr-o alarmă sonoră și vizuală la puntea de comandă, postul de comandă central cu cart permanent sau centrul de siguranță de la bordul navei.

²⁸ Se face referire la seria de norme IEC 60092, după caz.

²⁹ Se face referire la recomandarea publicată de către Comisia Internațională de Electrotehnică, în mod special publicația IEC 60092-502:1999.

³⁰ Se face referire la norma IEC 60812.

14.3.8 Motoarele pompelor de combustibil submersibile și cablurile lor de alimentare pot fi instalate în sistemele pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat. Motoarele pompelor de combustibil trebuie să poată fi izolate de alimentarea lor electrică pe perioada efectuării operațiunilor de degazare.

14.3.9 În cazul spațiilor nepericuloase care au acces de pe punțile deschise periculoase unde accesul este protejat prin camere de ecluzare, echipamentul electric care nu este de tip certificat de siguranță trebuie să fie oprit în caz de pierdere a suprapresiunii în aceste spații.

14.3.10 Echipamentul electric utilizat pentru propulsie, producerea energiei, manevrare, ancorare și acostare, precum și pompele de incendiu de urgență, care sunt situate în spații protejate prin camere de ecluzare, trebuie să fie de un tip certificat de siguranță.

15 INSTALAȚII DE COMANDĂ, SUPRAVEGHERE ȘI SIGURANȚĂ

15.1 Scop

Scopul acestui capitol este să asigure că instalațiile de comandă, supraveghere și siguranță asigură funcționarea eficace și în condiții siguranță a sistemului de alimentare cu gaz, așa cum se prevede în alte capitole din acest Cod.

15.2 Cerințe de exploatare

Acest capitol face referire la cerințele de exploatare de la 3.2.1, 3.2.2, 3.2.11, 3.2.13 până la 3.2.15, 3.2.17 și 3.2.18. În mod special se aplică următoarele cerințe:

- .1 instalațiile de comandă, supraveghere și siguranță a sistemului de alimentare cu gaz trebuie să fie amplasate astfel încât să asigure un debit suficient pentru producerea propulsiei și energiei în cazul unei singure defecțiuni în conformitate cu regulile de la 9.3.1;
- .2 o instalație de siguranță la gaz trebuie să fie proiectată astfel încât să închidă în mod automat sistemul de alimentare cu gaz, în cazul defectării instalațiilor, așa cum s-a indicat în tabelul 1 și în cazul altor defecțiuni care ar putea să evolueze prea repede pentru a permite intervenția manuală;
- .3 în cazul configurațiilor mașinilor protejate cu ESD, instalația de siguranță trebuie să închidă alimentarea cu gaz atunci când există o scurgere de gaze și, suplimentar, să deconecteze toate echipamentele electrice care nu sunt de tip certificat de siguranță din încăperea de mașini;
- .4 funcțiile de siguranță trebuie să fie integrate într-o instalație specială de siguranță la gaz, care este independentă de instalația de comandă a gazului pentru a evita posibilele defecțiuni cu cauze comune. Aceasta include sursa de energie și semnalul de intrare și de ieșire;
- .5 instalațiile de siguranță, inclusiv aparatura de măsurare în teren, trebuie să fie proiectate pentru a evita opriri nedorite, de exemplu din cauza unui detector de gaz defect sau a unei întreruperi de cablu într-o buclă de detectare; și

- .6 dacă două sau mai multe sisteme de alimentare cu gaz trebuie să respecte normele, fiecare sistem trebuie să fie prevăzut cu propriul său set de sisteme independente de comandă și siguranță a gazelor.

15.3 Reguli - Generalități

15.3.1 Instrumente adecvate trebuie să fie instalate pentru a permite citirea locală și de la distanță a parametrilor esențiali în scopul asigurării unui management în siguranță a tuturor echipamentelor care utilizează în întregime combustibilul gazos, inclusiv buncherarea.

15.3.2 O santină, în fiecare spațiu cu racorduri ale tancului a unui tanc independent pentru depozitarea gazelor lichefiate, trebuie să fie echipată cu un indicator de nivel și un senzor de temperatură. Alarma trebuie să fie declanșată în cazul nivelului înalt din santină. Indicatorul de temperatură scăzută trebuie să declanșeze sistemul de siguranță.

15.3.3 Pentru tancurile care nu sunt instalate permanent pe navă, o instalație de supraveghere trebuie să fie asigurată ca și în cazul tancurilor instalate permanent.

15.4 Reguli pentru buncherare și supravegherea tancurilor de combustibil gazos lichefiat

15.4.1 Indicatoare de nivel pentru tancurile de combustibil gazos lichefiat

- .1 Fiecare tanc de combustibil gazos lichefiat trebuie să fie echipat cu unul sau mai multe indicatoare de nivel de lichid dispuse astfel încât să permită în mod constant efectuarea citirii nivelului în cazul în care tancul de combustibil gazos lichefiat este în funcțiune. Indicatorul sau indicatoarele trebuie să fie proiectate pentru a funcționa pe întreg domeniul presiunii de calcul al tancului pentru gaz lichefiate și la temperaturile din domeniul temperaturii de serviciu a combustibilului.
- .2 Atunci când nu există decât un singur indicator de nivel de lichid, acesta trebuie să fie menținut în stare de funcționare fără a fi necesară golirea sau degazarea tancului.
- .3 Indicatoarele de nivel de lichid de la tancurile de combustibil gazos lichefiat pot fi de următoarele tipuri:
 - .1 dispozitive indirecte care determină cantitatea de combustibil prin mijloace cum ar fi cântărirea sau măsurarea cu debitmetrul instalat în interiorul conductei; sau
 - .2 dispozitive de tip închis care nu pătrund în tancul de combustibil gazos lichefiat, cum ar fi dispozitivele care utilizează radioizotopi sau dispozitivele cu ultrasunete;

15.4.2 Controlul preaplinului

- .1 Fiecare tanc de combustibil gazos lichefiat trebuie să fie prevăzut cu o alarmă de nivel maxim de lichid care să funcționeze independent de alte indicatoare ale nivelului de lichid și care să emită un semnal sonor și vizual de avertizare atunci când este declanșată.
- .2 Un senzor suplimentar, care funcționează independent de alarma de nivel maxim de lichid, trebuie să acționeze automat o supapă astfel încât să se evite atât presiunea excesivă a

lichidului în tubulatura de buncherare cât și împiedicarea umplerii în întregime cu lichid a tancului de combustibil gazos lichefiat.

- .3 Trebuie să fie posibilă verificarea amplasării senzorilor în tancul de combustibil gazos lichefiat înainte de punerea lor în funcțiune. Cu prima ocazie de încărcare completă după livrare și la fiecare andocare, verificarea alarmelor de nivel maxim de lichid trebuie să fie efectuată prin creșterea nivelului de combustibil lichid în tancul de combustibil gazos lichefiat pentru a declanșa alarma.
- .4 Toate elementele alarmelor de nivel, inclusiv circuitul electric și senzorul sau senzorii, și alarmele de nivel ridicat și de preaplin trebuie să poată fi verificate în funcțiune. Instalațiile trebuie să fie verificate anterior operațiunilor cu combustibilul în conformitate cu regulile de la 18.4.3.
- .5 În cazul în care sunt prevăzute dispozitive pentru neutralizarea instalației de control al preaplinului, aceste dispozitive trebuie să fie astfel încât să se prevină funcționarea lor inadecvată. Când dispozitivul pentru neutralizare este în stare de funcționare, o indicație vizuală continuă trebuie să fie transmisă la puntea de comandă, postul de comandă central cu cart permanent sau centrul de siguranță de la bordul navei.

15.4.3 Spațiul cu vapori al fiecărui tanc de combustibil gazos lichefiat trebuie să fie prevăzut cu un dispozitiv de măsurare a presiunii cu afișaj direct. Suplimentar, un indicator indirect trebuie să fie prevăzut pe puntea de comandă, în postul de comandă central cu cart permanent sau la centrul de siguranță de la bordul navei.

15.4.4 Indicatoarele de presiune trebuie să fie marcate în mod clar cu presiunea maximă și minimă permisă pentru tancul de combustibil gazos lichefiat.

15.4.5 O alarmă de presiune maximă și, dacă este cerută o protecție contra depresiunii, o alarmă de presiune scăzută trebuie să fie prevăzute pe puntea de comandă și în postul de comandă central cu cart permanent sau la centrul de siguranță de la bordul navei. Alarmerle trebuie să se declanșeze înainte ca presiunile de reglare de la supapele de siguranță să fie atinse.

15.4.6 Fiecare tubulatură de descărcare de la pompa de combustibil și fiecare manifold de combustibil lichid sau sub formă de gaz trebuie să fie prevăzută cu cel puțin un indicator de presiune locală.

15.4.7 Manometre cu afișaj local trebuie să fie prevăzute pentru indicarea presiunii între supapele manifoldului navei și racordurile de cuplare a furtunurilor navei la instalațiile de la țărm.

15.4.8 Spațiile de magazie pentru depozitarea combustibilului și spațiile dintre bariere, care nu au legătură deschisă cu atmosfera, trebuie să fie prevăzute cu manometre.

15.4.9 Cel puțin unul dintre manometrele prevăzute trebuie să poată indica presiunea pe întreg domeniul presiunii de serviciu.

15.4.10 În cazul motoarelor cu pompe submersibile de combustibil și al cablurilor lor de alimentare, trebuie să fie luate măsuri pentru a da alarma în caz de nivel scăzut de lichid și oprirea automată a motoarelor în acest caz. Oprirea automată a motoarelor poate fi realizată prin senzori de detectare a presiunii scăzute a pompei, a unui curent de nivel scăzut la motor sau unui nivel scăzut de lichid. Această

oprire trebuie să fie semnalizată printr-o alarmă sonoră și vizuală la puntea de comandă, în postul de comandă central cu cart permanent sau la centrul de siguranță de la bordul navei.

15.4.11 Cu excepția tancurilor independente de tip C prevăzute cu un sistem de izolație cu vid și o unitate incorporată de descărcare a combustibilului sub presiune, fiecare tanc de combustibil trebuie să fie echipat cu dispozitive de măsurare și indicare a temperaturii combustibilului în cel puțin trei locații, și anume în partea de jos, la mijloc și în partea de sus a tancului, sub nivelul maxim admisibil al lichidului.

15.5 Reguli pentru comanda operațiunilor de buncherare

15.5.1 Comanda operațiunilor de buncherare trebuie să fie posibilă dintr-un loc sigur situat la distanță față de stația de buncherare. În acest loc, trebuie să fie monitorizată presiunea tancului, temperatura tancului, dacă se cere la 15.4.11, și nivelul de gaz din tanc. Supapele cerute la 8.5.3 și 11.5.7, comandate de la distanță, trebuie să poată fi acționate din acest loc. Alarma de preaplin și oprirea automată trebuie să fie de asemenea indicate în acest loc.

15.5.2 În caz de pierdere a ventilației în spațiul din jurul conductelor de alimentare cu combustibil, o alarmă sonoră și vizuală trebuie să fie dată la postul de comandă a operațiunilor de buncherare, a se vedea, de asemenea, cerințele de la 15.8.

15.5.3 În cazul în care gazul este prezent în spațiul din jurul conductelor de alimentare cu combustibil, trebuie să fie prevăzută o alarmă sonoră și vizuală și o oprire de urgență în postul de comandă a operațiunilor de buncherare.

15.6 Reguli pentru supravegherea compresoarelor cu gaz

15.6.1 Compressoarele cu gaz trebuie să fie echipate cu alarme sonore și vizuale, atât pe puntea de comandă cât și în postul de comandă a mașinilor. Alarmerile trebuie să fie declanșate cel puțin în caz de presiune scăzută de intrare a gazului, presiune scăzută de degajare a gazelor, presiune mare de ieșire a gazelor și la pornirea compresorului.

15.6.2 Temperatura trebuie să fie monitorizată pentru presetupa arborilor și lagăre cu semnalizarea automată printr-o alarmă sonoră și vizuală continuă pe puntea de comandă sau în postul central de comandă cu cart permanent.

15.7 Reguli pentru supravegherea motoarelor cu gaz

În plus față de instrumentele prevăzute în partea C din capitolul II-1 din Convenția SOLAS pe puntea de comandă, în postul de comandă a mașinilor și în postul de manevră trebuie să fie instalate indicatoare care semnalează:

- .1 pornirea motorului, în cazul motoarelor alimentate numai cu gaz; sau
- .2 pornirea și modul de funcționare a motorului, în cazul motoarelor alimentate cu combustibil mixt.

15.8 Reguli pentru detectarea gazelor

15.8.1 Detectoarele de gaz instalate permanent trebuie să fie situate în:

- .1 spațiile cu racordurile tancului;
- .2 toate conductele din jurul țevelor de combustibil;
- .3 încăperile de mașini care conțin țevile de gaz, echipamentul de gaz sau consumatorii de gaz;
- .4 compartimentele compresoarelor și camerele pentru pregătirea combustibilului;
- .5 alte spații închise care conțin țevile de combustibil sau alte echipamente de combustibil care nu au manta;
- .6 alte spații închise sau semi-inchise, unde se pot colecta vapori de la combustibil, inclusiv în spațiile dintre bariere și spațiile de magazie pentru depozitarea combustibilului ale tancurilor independente altele decât tancurile de tip C;
- .7 camerele de ecluzare;
- .8 sistemele de încălzire a gazului din tancurile de expansiune;
- .9 camerele motorului asociate cu sistemele de combustibil; și
- .10 orificiile de admisie ale ventilației din încăperile de locuit și încăperile de mașini, dacă este necesar, în funcție de evaluarea riscului, conform regulilor de la 4.2.

15.8.2 În fiecare încăpere de mașini protejată cu ESD, trebuie să fie prevăzute dispozitive redundante de detectare a gazului.

15.8.3 Numărul detectoarelor din fiecare încăpere trebuie să fie luat în considerare ținând seama de mărimea, poziția și ventilarea încăperii.

15.8.4 Echipamentul de detectare trebuie să fie amplasat în locuri unde se poate acumula gaz și la ieșirile ventilației. Analiza dispersiei de gaze sau verificarea fizică a fumului trebuie să fie utilizate pentru a găsi cea mai bună poziționare.

15.8.5 Echipamente de detectare a gazelor trebuie să fie proiectat, instalat și încercat în conformitate cu un standard recunoscut³¹.

15.8.6 O alarmă sonoră și vizuală trebuie să fie declanșată atunci când concentrația de vapori de gaz este de 20% din limita inferioară de explozie (LEL). Dispozitivul de siguranță se declanșează atunci când concentrația este de 40% din LEL la două detectoare (a se vedea nota de subsol de la pagina 1 din Tabelul 1).

15.8.7 În cazul conductelor ventilate, din jurul țevelor de gaze, din încăperea mașinilor care conține motoare alimentate cu gaz, limita de alarmă privind concentrația de vapori de gaz poate fi stabilită la 30% din LEL. Dispozitivul de siguranță trebuie să fie declanșat în cazul în care concentrația atinge 60% din LEL la două detectoare (a se vedea nota de subsol de la pagina 1 din Tabelul 1).

³¹ Se face referire la norma IEC seria 60070-21-1 - „Atmosfere explozive” – Detectoare de gaz – Cerințe privind funcționarea detectoarelor de gaz inflamabil.

15.8.8 Alarmerle sonore și vizuale de la echipamentul de detectare a gazelor trebuie să fie amplasat pe puntea de comandă sau în postul central de comandă cu cart permanent.

15.8.9 Detectarea gazului prevăzută în această secțiune trebuie să se facă în mod continuu și fără întârziere.

15.9 Reguli pentru detectarea incendiului

Măsurile de protecție necesare ce vor fi luate în cazul detectării unui incendiu în încăperea mașinilor care conține motoare alimentate cu gaz și compartimentele care conțin tancurile independente pentru spațiile de magazie pentru stocarea combustibilului sunt prezentate în Tabelul 1 de mai jos.

15.10 Reguli pentru ventilație

15.10.1 Dacă ventilația nu mai are debitul necesar, o alarmă sonoră și vizuală trebuie să fie dată la puntea de comandă, în postul central de comandă cu cart permanent la bord sau la centrul de siguranță de la bordul navei.

15.10.2 În cazul încăperilor de mașini protejate de ESD, dispozitivul de siguranță trebuie să fie declanșat la pierderea ventilației în compartimentul motoarelor.

15.11 Reguli pentru funcțiile de siguranță ale instalațiilor de alimentare cu combustibil

15.11.1 Dacă alimentarea cu combustibil este întreruptă din cauza declanșării unei valvule automate, alimentarea cu combustibil nu trebuie să fie restabilită decât după clarificarea motivelor acestei întreruperi și după luarea măsurilor de precauție necesare. Un afiș vizibil cu instrucțiuni în acest sens trebuie să fie amplasat în postul de comandă a valvulelor de închidere de pe sistemele de alimentare cu combustibil.

15.11.2 În cazul în care datorită încetării alimentării cu combustibil se produc scurgeri de combustibil, alimentarea cu combustibil nu trebuie să fie restabilită decât după ce scurgerile au fost localizate și eliminate. Instrucțiuni în acest sens trebuie să fie afișate în mod vizibil în încăperea mașinilor.

15.11.3 O plăcuță de avertizare sau un panou montat permanent în încăperea de mașini care conține motoare alimentate cu gaz trebuie să indice faptul că se interzice ridicarea greutăților mari, care implică pericol de deteriorare a țevelor de combustibil, atunci când motorul funcționează cu gaz.

15.11.4 Compresoarele, pompele și alimentarea cu combustibil trebuie să fie dispuse astfel încât să poată fi oprite manual de la distanță în caz de urgență din următoarele locații, după caz:

- .1 puntea de comandă;
- .2 postul de comandă a operațiunilor cu marfa;
- .3 centrul de siguranță de la bordul navei;
- .4 postul de comandă mașini;
- .5 postul de comandă a operațiunilor contra incendiului; și

.6 vecinătatea ieșirii din camera pentru pregătirea combustibilului.

Compresorul de gaz trebuie de asemenea să fie instalat pentru oprirea manuală locală în caz de urgență.

Tabel 1: Monitorizarea instalației de alimentare cu gaz a motoarelor

Parametru	Alarmă	Valvă de închidere automată a tancului	Închidere automată a alimentării cu gaz a încăperii de mașini care conține motoare cu gaz	Observații
Detectarea gazelor în spațiul cu racordurile tancului la 20% din LEL	X			
Detectarea gazelor la două detectoare ¹⁾ în spațiul cu racordurile tancului la 40% din LEL (limita inferioară de explozie)	X	X		
Detectarea incendiului în spațiul de magazie pentru stocarea combustibilului	X			
Detectarea incendiului în puțul de ventilație a sistemului de stocare a combustibilului situat sub punte	X			
Nivel înalt al santinei din spațiul cu racordurile tancului	X			
Temperatură scăzută în santina din spațiul cu racordurile tancului	X	X		
Detectarea gazelor în conducta dintre tanc și încăperea de mașini care conține motoare alimentate cu gaz la 20% din LEL	X			
Detectarea gazelor la două detectoare ¹⁾ în conducta dintre tanc și încăperea de mașini care conține motoare alimentate cu gaz la 40% din LEL	X	X ²⁾		
Detectarea gazelor în camera pentru pregătirea combustibilului la 20% din LEL	X			

Parametru	Alarmă	Valvă de închidere automată a tancului	Închidere automată a alimentării cu gaz a încăperii de mașini care conține motoare alimentate cu gaz	Observații
Detectarea gazelor la două detectoare ¹⁾ în camera pentru pregătirea combustibilului la 40% din LEL	X	X ²⁾		
Detectarea gazelor în conducta din interiorul încăperii de mașini care conține motoare alimentate cu gaz la 30% din LEL	X			Dacă există o conductă dublă în încăperea de mașini care conține motoare alimentate cu gaz
Detectarea gazelor la două detectoare ¹⁾ în conducta din interiorul încăperii de mașini care conține motoare alimentate cu gaz la 60% din LEL	X		X ³⁾	Dacă există o conductă dublă în încăperea de mașini care conține motoare alimentate cu gaz
Detectarea gazelor în încăperea de mașini cu protecție ESD care conțin motoare alimentate cu gaz la 20% din LEL	X			
Detectarea gazelor la două detectoare ¹⁾ în încăperea de mașini cu protecție ESD care conține motoare alimentate cu gaz la 40% din LEL	X		X	De asemenea, trebuie deconectat echipamentul electric de protecție necertificat de siguranță în încăperea de mașini care conține motoare alimentate cu gaz
Pierdere ventilației în conducta dintre tanc și încăperea de mașini care conține motoare alimentate cu gaz	X		X ²⁾	
Pierdere ventilației în conducta din încăperea de mașini care conține motoare alimentate cu gaz ⁵⁾	X		X ³⁾	Dacă există o conductă dublă în încăperea de mașini care

				conține motoare alimentate cu gaz
Pierderea ventilației în încăperea de mașini protejată cu ESD care conține motoare alimentate cu gaz	X		X	
Detectarea incendiului în încăperea de mașini care conține motoare alimentate cu gaz	X			
Presiune de gaz anormală în conducta de alimentare cu gaz	X			
Defectarea valvei de control care acționează agentul	X		X ⁴⁾	Mecanism de întârziere dacă este necesar
Oprirea automată a motorului (defectarea motorului)	X		X ⁴⁾	
Oprirea în caz de urgență a motorului prin acționare manuală	X		X	

- 1) Două detectoare de gaz independente situate aproape unul de altul sunt necesare în scopul redundanței. În cazul în care detectorul de gaz este de tip cu monitorizare automată, poate fi permisă instalarea unui singur detector de gaz.
- 2) Dacă tancul alimentează cu gaz mai mult de un motor și diferitele țevi de alimentare sunt complet separate și instalate în conducte separate și cu valvele principale montate în exteriorul conductei, atunci trebuie să fie închisă numai valvula principală de pe țeava de alimentare care duce la conducta în care s-a detectat gaz sau pierderea ventilației.
- 3) Dacă mai mult de un motor este alimentat cu gaz și diferitele conductele de alimentare sunt complet separate și instalate în diferite conducte și valvele principale sunt instalate în afara conductei și în exteriorul încăperii de mașini care conține motoarele alimentate cu combustibil gazos, atunci trebuie să fie închisă numai valvula principală de pe țeava de alimentare care duce la conducta în care s-a detectat existența gazului sau pierderea ventilației.
- 4) Numai valvele de izolare duble și de purjare trebuie să fie închise.
- 5) În cazul în care conducta este protejată cu gaz inert (a se vedea 9.6.1.1), pierderea de presiune a gazului inert trebuie să conducă la aceleași măsuri, așa cum s-a indicat în prezentul tabel.
- 6) Valvele indicate la 9.4.1.

ANEXĂ

**NORMĂ PENTRU UTILIZAREA METODELOR DE CALCUL A STĂRILOR LIMITĂ
ÎN CAZUL PROIECTĂRII SISTEMELOR CU CONFIGURAȚIE NOUĂ PENTRU STOCAREA
COMBUSTIBILULUI**

1 GENERALITĂȚI

1.1 Scopul acestei norme este de a defini procedurile și parametrii de proiectare corespunzători pentru calculul stărilor limită în cazul proiectării sistemelor cu o configurație nouă pentru stocarea combustibilului, în conformitate cu secțiunea 6.4.16.

1.2 Proiectarea stărilor limită este o abordare sistematică, în care fiecare element de structură este evaluat în legătură cu modurile de avarie ce pot fi întâlnite în condițiile de proiectare prevăzute la 6.4.1.6. O stare limită poate fi definită ca o condiție dincolo de care structura, sau o parte dintr-o structură nu mai îndeplinește reglementările.

1.3 Stările limită se împart în următoarele trei categorii:

- .1 Stări limită ultime (ULS), care corespund capacității portante maxime sau, în unele cazuri, solicitării, deformării sau instabilității maxime a structurii, care rezultă în urma flambajului și colapsului plastic, în condiții intacte (fără avarie);
- .2 Stări limită la oboseală (FLS), care corespund degradării datorită efectului încărcării ciclice; și
- .3 Stări limită accidentale (ALS) care sunt legate de capacitatea unei structuri de a rezista în caz de accident.

1.4 Trebuie să se respecte regulile din secțiunea 6.4.1 până la secțiunea 6.4.14, care sunt aplicabile în funcție de concepția sistemului pentru stocarea combustibilului.

2 MODEL DE CALCUL

2.1 Modelul de calcul din prezenta normă se bazează pe principiile de calcul ale coeficienților de sarcină și de rezistență. Principiul fundamental al acestui model îl constituie verificarea că efectele sarcinii de calcul L_d nu depășesc rezistențele de calcul R_d , indiferent de modurile de avarie și de scenariu:

$$L_d \leq R_d$$

O sarcină de calcul F_{dk} se obține prin înmulțirea sarcinii caracteristice cu coeficientul de sarcină corespunzător pentru categoria de sarcină considerată:

$$F_{dk} = \gamma_f \cdot F_k$$

unde:

γ_f este coeficientul de sarcină; și

F_k este sarcina caracteristică conform regulilor de la secțiunea 6.4.9 până la secțiunea 6.4.12.

Efectul sarcinii de calcul L_d (de exemplu tensiuni, deformări, mișcări și vibrații) este cel mai defavorabil efect al sarcinii combinate care rezultă din sarcinile de calcul și poate fi exprimat prin următoarea formulă:

$$L_d = q (F_{d1}, F_{d2}, \dots, F_{dN_s})$$

unde q se referă la relația funcțională dintre sarcina și efectul de sarcină determinată prin analize structurale.

Rezistența de calcul R_d este determinată după cum urmează:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R \cdot \gamma_C}$$

unde:

R_k este rezistența caracteristică; în cazul materialelor prevăzute în Capitolul 7, se poate indica, dar fără a se limita la acestea, limita de curgere minimă specificată, rezistența de rupere la tracțiune minimă specificată, rezistența plastică a secțiunilor transversale, precum și rezistența ultimă la flambaj;

γ_R este coeficientul de rezistență definit ca $\gamma_R = \gamma_m \cdot \gamma_s$;

γ_m este coeficientul de rezistență parțial care ia în considerare distribuția probabilistică a proprietăților materiale (coeficient de material);

γ_s este coeficientul de rezistență parțial care ia în considerare incertitudinile privind capacitatea structurii, cum ar fi calitatea construcției, metoda utilizată pentru a evalua această capacitate, inclusiv gradul de acuratețe al analizei; și

γ_C este coeficientului de clasă de consecințe, care corespunde impactului potențial al avariei privind degajarea de combustibil și posibila vătămare umană.

2.2 Proiectarea sistemului pentru stocarea combustibilului trebuie să ia în considerare consecințele posibile ale avariei. Clasele de consecințe sunt definite în Tabelul 1 pentru a specifica consecințele avariei atunci când modul de avarie este legat de starea limită ultimă, starea limită la oboseală sau starea limită accidentală.

Tabelul 1: Clase de consecințe

Clasa de consecințe	Definiție
Inferioară	Avaria implică degajare minoră de combustibil
Medie	Avaria implică degajare de combustibil și posibila vătămare umană
Superioară	Avaria implică degajare importantă de combustibil și potențial ridicat de vătămare umană/fatalitate

3 ANALIZE NECESARE

3.1 Analizele tridimensionale trebuie să fie efectuate prin metoda elementelor finite pe un model integrat de tanc și de corp al navei, împreună cu suportii de susținere și ancorare, după caz. Toate modurile de avarie trebuie să fie identificate pentru a evita avariile neașteptate. Analize hidrodinamice trebuie să fie efectuate pentru a determina accelerațiile și mișcările specifice navei în valuri neregulate, și răspunsul navei și al sistemelor sale pentru stocarea combustibilului față de aceste forțe și mișcări.

3.2 Analizele stabilității la flambaj a tancurilor de combustibil supuse presiunii externe și altor sarcini care produc tensiuni de compresiune trebuie să fie efectuată în conformitate cu normele recunoscute. Metoda trebuie să țină seama în mod corespunzător de diferența dintre tensiunile teoretice și tensiunile reale de flambaj care rezultă din abaterile de aliniere a tablelor, deoarece acestea nu sunt drepte sau plate, din ovalitate și din devierea de la forma circulară pe o anumită lungime de arc sau coardă, după caz.

3.3 Analiza comportamentului la oboseală și la propagarea fisurilor trebuie să fie efectuată în conformitate cu paragraful 5.1 din această normă.

4 Starea limită ultimă

4.1 Rezistența structurii poate fi stabilită prin încercări sau analize complete care să țină seama de proprietățile elastice și plastice ale materialelor. Limitele de siguranță trebuie să fie adoptate pentru rezistența ultimă prin coeficienți parțiali de siguranță care să ia în calcul contribuția de natură stocastică a sarcinilor și rezistenței (sarcini dinamice, sarcini datorate presiunii, sarcini gravitaționale, rezistența materialului și capacități de flambaj).

4.2 Combinații corespunzătoare de sarcini permanente, sarcini de exploatare și sarcini de mediu, inclusiv sarcini datorate mișcării lichidelor trebuie să fie luate în considerare în cadrul analizei. Cel puțin două combinații de sarcini cu coeficienți parțiali de încărcare, conform Tabelului 2, trebuie să fie utilizate pentru evaluarea stărilor limită ultime.

Tabelul 2: Coeficienți parțiali de sarcină

Combinație de sarcini	Sarcini permanente	Sarcini de exploatare	Sarcini de mediu
'a'	1,1	1,1	0,7
'b'	1,0	1,0	1,3

Coeficienții de sarcină corespunzători sarcinilor permanente și sarcinilor de exploatare din combinația de sarcini 'a' sunt relevanți pentru sarcinile specifice și/sau sarcinile în mod normal controlate, aplicabile sistemelor pentru stocarea combustibilului, cum ar fi presiunea vaporilor, greutatea mărfii, greutatea sistemului însuși etc. Coeficienți de sarcină mai mari pot fi relevanți pentru sarcinile permanente și sarcinile de exploatare în cazul în care variabilitatea inerentă și/sau incertitudinile inerente din modelele de predicție sunt mai mari.

4.3 În cazul sarcinilor datorate mișcării lichidelor, în funcție de fiabilitatea metodei de evaluare, un coeficient de sarcină mai mare poate fi cerut de către Administrație.

4.4 În cazurile în care se consideră că avaria la structura sistemului pentru stocarea combustibilului implică un risc ridicat de vătămare umană și degajare importantă de combustibil, coeficientul de clasă de consecințe trebuie să fie luat ca $\gamma_C = 1,2$. Această valoare poate fi redusă dacă se justifică prin analiza

riscurilor și conform aprobării de către Administrație. Analiza riscurilor trebuie să țină seama de factori, dar fără a se limita la aceștia, care includ existența unei bariere secundare parțiale sau complete pentru a proteja structura corpului navei împotriva scurgerilor și a riscurilor de nivel scăzut asociate combustibilului respectiv. În schimb, valorile mai mari pot fi stabilite de către Administrație, de exemplu pentru nave care transportă combustibil la presiune mai mare sau mai periculos. În toate cazurile, coeficientul de clasă de consecințe nu trebuie să fie mai mic de 1,0.

4.5 Coeficienții de sarcină și de rezistență utilizați trebuie să fie astfel încât nivelul de siguranță să fie echivalent cu acela al sistemelor pentru stocarea combustibilului descris la secțiunile 6.4.2.1 până la 6.4.2.. Aceasta se poate realiza prin stabilirea coeficienților în baza concepțiilor eficace cunoscute.

4.6 Coeficientul de material γ_m trebuie să reflecte, în general, distribuția statistică a proprietăților mecanice ale materialului și trebuie să fie interpretat în combinație cu proprietățile mecanice caracteristice specificate. Pentru materialele definite în capitolul 6, coeficientul de material γ_m poate fi considerat egal cu:

- 1,1 atunci când proprietățile mecanice caracteristice, specificate de către Administrație, reprezintă în general cuantile mai mici de 2,5% în distribuția statistică a proprietăților mecanice; sau
- 1,0 atunci când proprietățile mecanice caracteristice, specificate de către Administrație, reprezintă o cuantilă suficient de mică astfel încât probabilitatea proprietăților mecanice inferioare acelor specificate să fie extrem de redusă și să poată fi neglijată.

4.7 Coeficienții de rezistență parțiali γ_{si} trebuie să fie, în general, stabiliți pe baza incertitudinilor privind capacitatea structurii ținând seama de toleranțele de construcție, calitatea construcției, precizia metodei de analiză aplicată etc.

4.7.1 Pentru proiectarea prevenirii deformării plastice excesive utilizând criteriile stărilor limită indicate la paragraful 4.8 din această normă, coeficienții de rezistență parțiali γ_{si} trebuie să fie considerați egali cu:

$$\gamma_{s1} = 0.76 \cdot \frac{B}{\kappa_1}$$

$$\gamma_{s2} = 0.76 \cdot \frac{D}{\kappa_2}$$

$$\kappa_1 = \text{Min} \left(\frac{R_m}{R_e} \cdot \frac{B}{A}; 1.0 \right)$$

$$\kappa_2 = \text{Min} \left(\frac{R_m}{R_e} \cdot \frac{D}{C}; 1.0 \right)$$

Coeficienții A, B, C și D sunt definiți în secțiunea 6.4.15.2.3.1. R_m și R_e sunt definiți în secțiunea 6.4.12.1.1.3.

Coeficienții de rezistență parțiali indicați mai sus sunt rezultați ai calibrării efectuată pe tancuri independente de tip B convenționale.

4.8 Proiectarea prevenirii deformării plastice excesive

4.8.1 Criteriile de acceptare a tensiunilor indicate mai jos se referă la analizele tensiunilor elastice.

4.8.2 Elementele din sistemele pentru stocarea combustibilului în care sarcinile sunt, în principal, suportate prin reacția membranei în interiorul structurii, trebuie să îndeplinească următoarele criterii ale stării limită:

$$\begin{aligned}\sigma_m &\leq f \\ \sigma_L &\leq 1.5f \\ \sigma_b &\leq 1.5F \\ \sigma_L + \sigma_b &\leq 1.5F \\ \sigma_m + \sigma_b &\leq 1.5F \\ \sigma_m + \sigma_b + \sigma_g &\leq 3.0F \\ \sigma_L + \sigma_b + \sigma_g &\leq 3.0F\end{aligned}$$

unde:

σ_m = tensiune primară generală echivalentă a membranei
 σ_L = tensiune primară locală echivalentă a membranei
 σ_b = tensiune primară echivalentă la încovoiere
 σ_g = tensiune secundară echivalentă

$$f = \frac{R_e}{\gamma_{s1} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

$$F = \frac{R_e}{\gamma_{s2} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

Notă de recomandare:

Suma tensiunilor indicate mai sus trebuie să fie făcută prin adunarea fiecărei componente a tensiunii (σ_x , σ_y , σ_{xy}), iar apoi se calculează tensiunea echivalentă pe baza componentelor tensiunii obținute, așa cum se indică mai jos:

$$\sigma_L + \sigma_b = \sqrt{(\sigma_{Lx} + \sigma_{bx})^2 - (\sigma_{Lx} + \sigma_{bx})(\sigma_{Ly} + \sigma_{by}) + (\sigma_{Ly} + \sigma_{by})^2 + 3(\tau_{Lxy} + \tau_{bxy})^2}$$

4.8.3 Componentele sistemelor pentru stocarea combustibilului, în care sarcinile sunt suportate în primul rând de încovoierea grinzilor, elementelor de rigidizare și tablelor, trebuie să respecte următoarele criterii de stări limită:

$$\begin{aligned}\sigma_{ms} + \sigma_{bp} &\leq 1.25F & (\text{A se vedea notele 1, 2}) \\ \sigma_{ms} + \sigma_{bp} + \sigma_{bs} &\leq 1.25F & (\text{A se vedea nota 2}) \\ \sigma_{ms} + \sigma_{bp} + \sigma_{bs} + \sigma_{bt} + \sigma_g &\leq 3.0F\end{aligned}$$

Nota 1: Suma dintre tensiunea echivalentă a membranei în secțiune și tensiunea echivalentă a membranei în structura primară ($\sigma_{ms} + \sigma_{bp}$) va fi în mod normal direct disponibilă din analiza tridimensională efectuată prin metoda elementului finit.

Nota 2: Coeficientul 1,25 poate fi modificat de către Administrație luând în considerare conceptul de proiectare, configurația structurii și metodologia utilizată la calcularea tensiunilor.

unde:

σ_{ms} = tensiunea echivalentă a membranei în secțiunea din structura primară

σ_{bp} = tensiunea echivalentă a membranei în secțiunea din structura primară și tensiunea în structura secundară și terțiară, produsă la încovoierea structurii primare

σ_{bs} = tensiunea la încovoiere în secțiunea din structura secundară și tensiunea în structura terțiară, produsă la încovoierea structurii secundare

σ_{bt} = tensiunea la încovoiere în secțiunea din structura terțiară

σ_g = tensiunea secundară echivalentă

$$f = \frac{R_e}{\gamma_{s1} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

$$F = \frac{R_e}{\gamma_{s2} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

Tensiunile σ_{ms} , σ_{bp} , σ_{bs} , și σ_{bt} sunt definite la 4.8.4 din această normă.

Notă de recomandare:

Suma tensiunilor mai sus menționate trebuie să fie efectuată prin însumarea fiecărei componente de tensiune (σ_x , σ_y , τ_{xy}) după care tensiunile echivalente trebuie să fie calculate pe baza componentelor de tensiune rezultate.

Tablele de bordaj trebuie să fie proiectate în conformitate cu cerințele Administrației. Atunci când tensiunea membranei este semnificativă, efectul acestei tensiuni asupra capacității de încovoiere a tablelor trebuie de asemenea să fie luat în considerare în mod suplimentar.

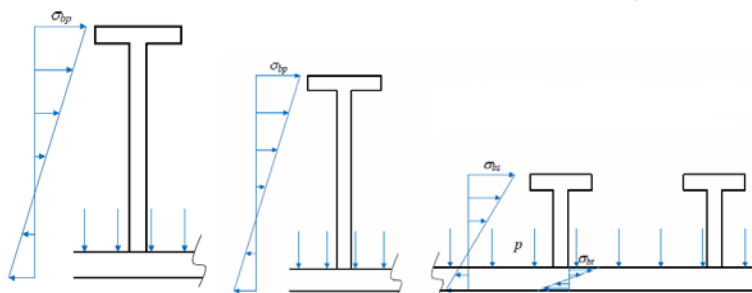
4.8.4 Categoriile de tensiune în secțiune

Tensiunea normală este componenta tensiunii care este perpendiculară pe planul de referință.

Tensiunea membranei echivalentă în secțiune este componenta tensiunii normale care este distribuită uniform și este egală cu valoarea medie a tensiunii ce se exercită pe întreaga secțiune a structurii considerate. Dacă este vorba de o secțiune simplă de bordaj, tensiunea membranei în secțiune este identică cu tensiunea membranei definită la 4.8.2 din această normă.

Tensiunea la încovoiere în secțiune este componenta tensiunii normale, care este distribuită în mod liniar pe o secțiune a structurii expusă la încovoiere, așa cum se indică în figura 1.

- σ_{bp} : tensiune echivalentă a membranei în structura primară
 σ_{bs} : tensiune la încovoiere în secțiune în structura secundară
 σ_{bt} : tensiune la încovoiere în secțiune în structura terțiară



**Figura 1: Definirea celor trei categorii de tensiune în secțiune
 (Tensiunile σ_{bp} și σ_{bs} sunt perpendiculare pe secțiunea reprezentativă)**

4.9 Aceeași coeficienți γ_c , γ_m , γ_{si} trebuie să fie utilizați la calculul împotriva flambajului cu excepția cazului în care se prevede altfel în norma recunoscută aplicabilă la flambaj. În orice caz, nivelul general de siguranță nu trebuie să fie mai mic decât acela dat de acești coeficienți.

5 STĂRI LIMITĂ LA OBOSEALĂ

5.1 Condiția de proiectare privind oboseala, descrisă la 6.4.12.2, trebuie să fie respectată în baza conceptului de sistem pentru stocarea combustibilului aplicabil. Analiza privind oboseala este obligatorie pentru sistemul pentru stocarea combustibilului proiectat în conformitate cu 6.4.16 și regulile din această normă.

5.2 Coeficientul de sarcină aplicat stării limită la oboseală (FLS), trebuie să fie luat egal cu 1,0 pentru toate categoriile de efort.

5.3 Coeficientul de clasă de consecințe γ_c și coeficientul de rezistență γ_R trebuie să fie luați egali cu 1,0.

5.4 Deteriorările cauzate de oboseală trebuie să fie calculate conform descrierii de la 6.4.12.2. până la 6.4.12.2.5. Proporția cumulată calculată de deteriorare, cauzată de oboseală, pentru sistemele pentru stocarea combustibilului trebuie să fie mai mică sau egală cu valorile indicate în tabelul 3.

Tabelul 3: Proporția maximă admisibilă cumulată de deteriorare cauzată de oboseală

C_w	Clasa de impact		
	Inferioară	Medie	Superioară
	1,0	0,5	0,5*

Notă*: În conformitate cu regulile de la 6.4.12.2.7 până la 6.4.12.2.9, trebuie să se utilizeze valoarea mai mică, în funcție de posibilitatea de a detecta un defect, o fisură etc.

5.5 Administrația poate stabili valori mai mici.

5.6 Analiza propagării fisurilor este necesară în conformitate cu regulile de la 6.4.12.2.6 până la 6.4.12.2.. Aceasta trebuie să fie în conformitate cu metodele stabilite într-o normă recunoscută de către Administrație.

6 STĂRI LIMITĂ ACCIDENTALE

6.1 Condiția de proiectare a stării limită accidentale, așa cum s-a prevăzut la 6.4.12.3, trebuie să fie respectată, după caz, în funcție de proiectarea sistemului pentru stocarea combustibilului.

6.2 Coeficienții de sarcină și de rezistență pot fi relaxați comparativ cu starea limită ultimă ținând seama de faptul că deteriorările și deformările pot fi acceptate atâta timp cât nu agravează scenariul de accident.

6.3 Coeficienții de sarcină pentru a fi aplicați stării limită accidentale trebuie să fie luați egali cu 1,0 pentru sarcinile permanente, sarcinile de exploatare și sarcinile de mediu.

6.4 Sarcinile indicate la 6.4.9.3.3.8 și 6.4.9.5 nu trebuie să fie combinate unele cu altele sau cu sarcinile de mediu, așa cum s-a indicat la 6.4.9.4.

6.5 Coeficientul de rezistență γ_R trebuie să fie, în general, luat egal cu 1,0.

6.6 Coeficienții de clasă de consecințe γ_c trebuie să fie, în general, luați egali cu valoarea indicată la paragraful 4.4 din această normă, dar pot fi relaxați luând în considerare natura scenariului de accident.

6.7 Rezistența caracteristică R_k trebuie să fie, în general, luată egală cu valoarea pentru starea limită ultimă.

6.8 Scenariile suplimentare relevante trebuie să fie stabilite pe baza unei analize de risc.

7 ÎNCERCARE

7.1 Sistemele pentru stocarea combustibilului proiectate în conformitate cu prezenta normă trebuie să fie încercate în același fel cum se indică la 16.2, după caz, pe baza conceptului de sistem pentru stocarea combustibilului.

PARTEA B-1

Combustibil în sensul regulilor din această parte înseamnă gaz natural, fie în stare lichefiată, fie în stare gazoasă.

16 FABRICARE, CALITATEA EXECUȚIEI ȘI INCERCARE

16.1 Generalități

16.1.1 Fabricarea, încercarea, inspectarea și documentarea trebuie să fie în conformitate cu normele recunoscute și reglementările prevăzute în acest Cod.

16.1.2 În cazul în care tratamentul termic după sudare este specificat sau prevăzut, proprietățile materialului de bază trebuie să fie determinate în starea de tratament termic, în conformitate cu indicațiile corespunzătoare din tabelele de la capitolul 7 și proprietățile sudurii trebuie să fie determinate în stare de tratament termic, în conformitate cu indicațiile de la 16.3. În cazurile în care se aplică un tratament termic după sudare, reglementările de încercare pot fi modificate conform cerințelor Administrației.

16.2 Reguli și specificații generale privind încercarea

16.2.1 Încercarea rezistenței la tracțiune

16.2.1.1 Încercarea rezistenței la tracțiune trebuie să fie efectuată în conformitate cu normele recunoscute.

16.2.1.2 Rezistența la tracțiune, limita de curgere și alungirea trebuie să fie considerate satisfăcătoare de către Administrație. Pentru oțelul carbon-mangan și pentru alte materiale ale căror limite de curgere sunt stabilite, trebuie să se acorde o atenție deosebită la limitarea raportului dintre limita de curgere/limita de rupere.

16.2.2 Încercarea la reziliență

16.2.2.1 Încercările de acceptare pentru materiale metalice trebuie să includă încercări la reziliență pe epruvete Charpy cu creștătură în V, în afară de cazul în care Administrația prevede altfel. Pentru încercările pe epruvete Charpy cu creștătură în V sunt cerute valorile energiei de rupere medii minimale pentru trei epruvete cu dimensiuni normale (10 mm x 10 mm) și valorile energiei de rupere minimale unice pentru fiecare epruvetă. Dimensiunile și toleranțele epruvetelor Charpy cu creștătură în V trebuie să corespundă normelor recunoscute. Încercările și regulile pentru epruvete cu dimensiuni mai mici de 5,0 mm trebuie să corespundă normelor recunoscute. Valorile medii minimale pentru epruvetele cu dimensiuni reduse trebuie să fie următoarele:

Dimensiuni ale epruvetei Charpy cu creștătură în V (mm)	Energia de rupere medie minimală a celor trei epruvete
10 x 10	KV
10 x 7,5	5/6 KV
10 x 5,0	2/3 KV

unde:

KV - valorile de energie (J) indicate în tabelele 7.1 până la 7.4.

Doar o singură valoare poate fi mai mică decât valoarea medie specificată, cu condiția ca ea să nu fie mai mică decât 70% din această ultimă valoare.

16.2.2.2 În cazul metalului de bază, epruvetele Charpy cu creștătură în V, având cea mai mare dimensiune posibilă, ținând cont de grosimea materialului, trebuie să fie prelucrate fiind amplasate într-o poziție cât mai aproape posibil de un punct situat la jumătatea distanței dintre suprafață și mijlocul grosimii și axa longitudinală a creștăturii fiind perpendiculară pe suprafață așa cum se indică în figura 16.1.

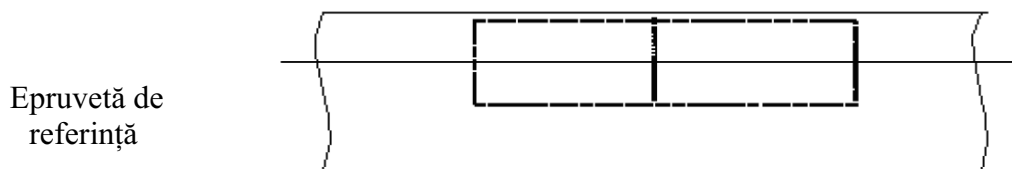
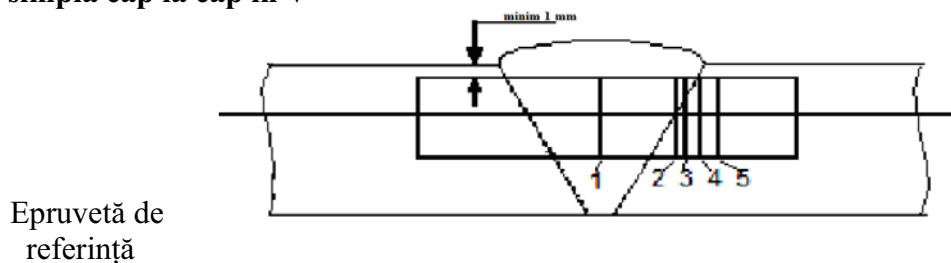


Figura 16.1 – Orientarea epruvetei de încercare din metalul de bază

16.2.2.3 În cazul epruvetei utilizate pentru încercarea de sudură, trebuie să fie prelucrate epruvetele Charpy cu creștătură în V având cea mai mare dimensiune posibilă, ținând cont de grosimea materialului, fiind amplasate într-o poziție cât mai aproape posibil de un punct situat la jumătatea distanței dintre suprafață și mijlocul grosimii. În toate cazurile, distanța de la suprafața materialului până la marginea epruvetei trebuie să fie aproximativ egală cu 1 mm sau mai mult. În plus, în cazul sudurilor duble cap la cap în V, epruvetele trebuie să fie prelucrate mai aproape de suprafața celei de-a doua părți sudate. În general, epruvetele trebuie să fie prelevate din următoarele poziții, așa cum se indică în figura 16.2, din axa centrală a sudurilor, linia de fuziune și de la 1 mm, 3 mm și 5 mm față de linia de fuziune.

Sudură simplă cap la cap în V



Sudură dublă cap la cap în V

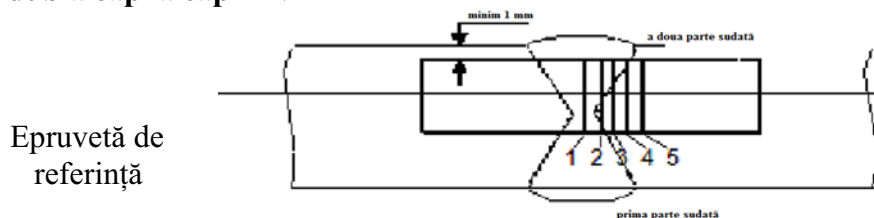


Figura 16.2 – Orientarea epruvetei utilizată pentru încercarea metalului de bază

Amplasarea creștăturilor din figura 16.2:

- .1 axa centrală a sudurii;
- .2 pe linia de fuziune;
- .3 în zonă influențată termică (ZIT), 1 mm de la linia de fuziune;
- .4 în ZIT, 3 mm de la linia de fuziune; și
- .5 în ZIT, 5 mm de la linia de fuziune;

16.2.2.4 Dacă valoarea medie a primelor trei epruvete Charpy cu creștătura în V nu îndeplinește reglementările prevăzute sau dacă valoarea pentru mai mult de o epruvetă de încercare este mai mică decât valoarea medie prevăzută sau atunci când valoarea unei epruvete de încercare este mai mică decât valoarea minimă admisă pentru o singură epruvetă, se pot efectua încercări pe trei epruvete suplimentare din același material și rezultatele se combină cu rezultatele anterioare în scopul obținerii unei noi medii. Dacă această nouă medie corespunde regulilor și dacă mai mult de două rezultate individuale sunt mai mici decât media prevăzută și nu mai mult de un rezultat este mai mic decât valoarea prevăzută pentru o singură epruvetă, piesa sau lotul poate fi acceptat.

16.2.3 Încercarea la încovoiere

16.2.3.1 Încercarea la încovoiere poate fi omisă ca încercare de acceptare a materialului, dar este prevăzută pentru încercările la sudare. Atunci când se efectuează o încercare la încovoiere, aceasta trebuie să fie în conformitate cu normele recunoscute.

16.2.3.2 Încercările la încovoiere trebuie să fie încercări la încovoiere transversală care pot fi efectuate la suprafața, la rădăcina sau în partea laterală a încovoierii, conform cerințelor Administrației. Cu toate acestea, încercările la încovoiere longitudinală pot fi prescrise în locul încercărilor la încovoiere transversală atunci când materialul de bază și metalul depus au rezistențe diferite.

16.2.4 Examinarea profilelor și alte încercări

De asemenea, Administrația poate cere macrografii, micrografii și verificări de duritate, care trebuie să fie efectuate conform normelor recunoscute, dacă este cerut.

16.3 Sudarea materialelor metalice și examinarea nedistructivă a sistemului pentru stocarea combustibilului

16.3.1 Generalități

Această secțiune se aplică numai pentru barierele primare și secundare, inclusiv dublul corp atunci când acesta formează bariera secundară. Încercările de acceptare sunt indicate pentru oțeluri carbon, oțeluri cu mangan-carbon, oțeluri cu nichel și oțeluri inoxidabile, dar aceste încercări pot fi adaptate pentru alte materiale. Conform cerințelor Administrației, încercările la șoc privind îmbinările sudate pentru oțelurile inoxidabile și aliajele de aluminiu pot fi omise, iar alte încercări pot fi prevăzute în mod special pentru orice material.

16.3.2 Materialele pentru sudare

Materialele pentru sudare destinate efectuării sudării tancurilor de combustibil trebuie să corespundă normelor recunoscute. Încercările pentru metalul de sudare depus și încercările pentru sudura cap la cap trebuie să fie prevăzute pentru toate materialele pentru sudare. Rezultatele încercărilor la tracțiune și ale încercărilor la șoc pe epruvete Charpy cu creștătură în V trebuie să corespundă normelor recunoscute. Compoziția chimică a metalului depus trebuie să fie înregistrată pentru informare.

16.3.3 Încercări privind procedeul de sudare pentru tancurile de combustibil și recipientele sub presiune pentru procesare

16.3.3.1 Încercări privind procedeul de sudare pentru tancurile de combustibil și recipientele sub presiune pentru procesare se cer pentru toate sudurile cap la cap.

16.3.3.2 Îmbinările de încercare trebuie să fie reprezentative pentru:

- .1 fiecare material de bază;
- .2 fiecare tip de material pentru sudare și de procedeu de sudare; și
- .3 fiecare poziție de sudare.

16.3.3.3 Pentru sudurile cap la cap practicate pe table, asamblările de încercare trebuie să fie pregătite astfel încât sensul de laminare să fie paralel cu sensul de sudare. Gama de grosimi calificată pentru fiecare încercare privind procedeul de sudare trebuie să corespundă normelor recunoscute. La alegerea fabricantului, se poate opta pentru o examinare radiografică sau o examinare cu ultrasunete.

16.3.3.4 Următoarele încercări privind procedeul de sudare aplicat tancurilor de combustibil și recipientelor sub presiune pentru procesare trebuie să fie efectuate, în conformitate cu 16.2, folosind epruvete din fiecare asamblare de încercare:

- .1 încercări la tracțiune transversală a sudurii;
- .2 încercarea în sens longitudinal a tuturor sudurilor atunci când se prevede de către normele recunoscute;
- .3 încercări la încovoiere transversală, care se pot efectua local, invers sau lateral. Totuși, se pot cere încercări la încovoiere longitudinală în locul încercărilor la încovoiere transversală dacă metalul de bază și metalul depus au niveluri de rezistență diferite.
- .4 o serie de trei încercări la șoc pe epruvetă Charpy cu creștătură în V, efectuată, în general, în fiecare dintre următoarele locuri, astfel cum se indică la figura 16.2:
 - .1 în axa centrală a sudurilor;
 - .2 linia de fuziune;
 - .3 1 mm de la linia de fuziune;
 - .4 3 mm de la linia de fuziune; și
 - .5 5 mm de la linia de fuziune;
- .5 de asemenea se pot cere macrografii, micrografii și verificări de duritate.

16.3.3.5 Fiecare încercare trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- .1 încercări la tracțiune: rezistența la tracțiunea transversală a sudurii nu este mai mică decât rezistența minimă la tracțiune specificată pentru materialele de bază luate în considerare. În cazul aliajelor de aluminiu, trebuie să se facă trimitere la 6.4.12.1.1.3 în legătură cu regulile pentru rezistența metalului depus de la sudurile dezechilibrate (atunci când metalul depus are o rezistență la tracțiune mai mică decât cea a metalului de bază). În toate cazurile, poziția rupturii trebuie să fie indicată cu titlu orientativ;
- .2 încercări la încovoiere: nu se admite nici o ruptură după îndoirea la 180° pe un dorn al cărui diametru este egal cu de 4 ori grosimea epruvetelor de încercare; și
- .3 încercări la șoc pe epruvete Charpy cu creștătură în V: încercările pe epruvete Charpy cu creștătură în V trebuie să fie efectuate la temperatura prevăzută pentru metalul de bază respectiv. Rezultatele încercărilor la șoc efectuate pe metalul de sudură, valoarea minimă a energiei medii minime (KV) trebuie să fie de cel puțin 27 J. Regulile referitoare la metalul de sudură pentru epruvetele de dimensiuni reduse și valorile individuale ale energiei trebuie să corespundă regulilor de la 16.2.2. Rezultatele încercărilor la șoc pe linia de fuziune și zona influențată termic trebuie să dea o valoare a energiei medii minime (KV) corespunzătoare regulilor pentru metalul de bază, în longitudinal sau transversal, după caz, iar pentru epruvetele de dimensiuni reduse, valoarea minimă a energiei medii (KV) trebuie să corespundă regulilor de la 16.2.2. Dacă grosimea materialului nu permite prelucrarea unor epruvete de dimensiuni normale sau de dimensiuni reduse, procedeul de încercare și standardele de acceptare trebuie să corespundă normelor recunoscute.

16.3.3.6 Încercările privind procedeul aplicat la sudura filetată trebuie să fie în conformitate cu normele recunoscute. În aceste cazuri, consumabilele trebuie să fie selectate astfel încât să aibă proprietăți adecvate la șoc.

16.3.4 Încercări privind procedeul de sudare pentru țevi

Încercările privind procedeul de sudare pentru țevi trebuie să se efectueze și să fie similare cu acelea indicate detaliat la 16.3.3 pentru tancurile de combustibil.

16.3.5 Încercările sudurilor în timpul fabricării

16.3.5.1 Pentru toate tancurile de combustibil și toate recipientele sub presiune pentru procesare, cu excepția tancurilor cu membrană, trebuie să se efectueze, în general, încercări în cursul fabricării la aproximativ 50 m de îmbinări sudate cap la cap și acestea trebuie să fie reprezentative pentru fiecare poziție de sudare. La barierele secundare, trebuie să se efectueze în cursul fabricării încercări de același tip ca acelea prevăzute pentru tancurile primare, totuși, se poate reduce numărul încercărilor sub rezerva acordului Administrației. Pot fi prevăzute încercări, altele decât acelea specificate la 16.3.5.2 până la 16.3.5.5, pentru tancurile de combustibil sau pentru barierele secundare.

16.3.5.2 Încercările efectuate în cursul fabricării pentru tancurile independente de tip A și B trebuie să includă încercările la încovoiere și, în cazul în care se prevede pentru încercările efectuate în cursul fabricării, un set de trei încercări Charpy cu creștătura în V. Încercările trebuie să fie efectuate pentru fiecare 50 m de sudură. Încercările Charpy cu creștătura în V trebuie să fie efectuate pe epruvete a căror creștătură în V este situată alternativ în centrul sudurii și în zona influențată termic (locul cel mai critic în baza rezultatelor încercărilor privind procedurile de sudare). În cazul oțelurilor inoxidabile austenitice, toate creștăturile trebuie să se afle în centrul sudurii.

16.3.5.3 În cazul tancurilor independente de tip C și al recipientelor sub presiune pentru procesare, se cer încercări ale sudurii la tracțiunea transversală în plus față de încercările menționate la 16.3.5.2. Încercările la tracțiune trebuie să respecte regulile regulii 16.3.3.5.

16.3.5.4 Programul de asigurare a calității/de control al calității (QA/QC) trebuie să asigure conformitatea continuă a producerii sudurilor, așa cum s-a definit în manualul calității (QM) al producătorului.

16.3.5.5 Regulile privind încercarea tancurilor cu membrană sunt aceleași ca și regulile indicate la 16.3.3.

16.3.6 Examinarea nedistructivă

16.3.6.1 Toate procedeele de încercare și normele de omologare trebuie să fie în conformitate cu normele recunoscute, în afară de cazul în care proiectantul specifică o normă superioară pentru a respecta ipotezele de proiectare. Examinarea radiografică trebuie să fie utilizată în principal pentru detectarea defectelor interioare. Totuși, se poate aplica un procedeu aprobat de examinare cu ultrasunete în locul examinării radiografice, dar în plus trebuie să fie efectuată examinarea radiografică suplimentară în pozițiile selectate pentru verificarea rezultatelor. Înregistrările examinării radiografice și ale examinării cu ultrasunete trebuie să fie păstrate.

16.3.6.2 Pentru tancurile independente de tip A a căror temperatură de calcul se află sub -20°C , și pentru tancurile independente de tip B, oricare ar fi temperatura, toate sudurile cap la cap cu pătrundere completă pe peretele tancurilor de combustibil trebuie să facă obiectul unei examinări nedistructive corespunzătoare pentru a detecta defectele interne pe întreaga lor lungime. Examinarea cu ultrasunete în locul examinării radiografice se poate efectua în aceleași condiții ca acelea indicate la 16.3.6.1.

16.3.6.3 În fiecare caz, restul structurii tancului, inclusiv sudurile montanșilor și ale altor accesorii și elemente atașate, trebuie să facă obiectul unei examinări cu pulberi magnetice sau cu lichide penetrante, după cum se consideră necesar.

16.3.6.4 În cazul tancurilor independente de tip C, extinderea examinării nedistructive trebuie să fie totală sau parțială în conformitate cu normele recunoscute, dar examinările ce se vor efectua trebuie să includă următoarele:

- .1 Examinarea nedistructivă totală așa cum se prevede la 6.4.15.3.2.1.3:

Examinarea radiografică:

- .1 toate sudurile cap la cap pe întreaga lor lungime.

Examinarea nedistructivă pentru detectarea fisurii de suprafață:

- .2 toate sudurile pe 10% din lungimea lor;
- .3 inelele de întărire din jurul orificiilor, ajutajelor etc. pe întreaga lor lungime.

Ca alternativă, încercarea ultrasonică, indicată la 16.3.6.1 poate fi acceptată ca o substituie parțială a examinării radiografice. Suplimentar, Administrația poate solicita examinarea ultrasonică la sudurile cu inele de întărire din jurul orificiilor, ajutajelor etc.

- .2 Examinarea nedistructivă parțială, așa cum se prevede la 6.4.15.3.2.1.3:

Examinarea radiografică:

- .1 sudurile cap la cap: toate intersecțiile îmbinărilor de sudură și cel puțin 10% din întreaga lungime a sudurilor cap la cap în locurile selectate pe baza unei distribuții uniforme.

Examinarea nedistructivă pentru detectarea fisurii de suprafață:

- .2 inelele de întărire din jurul orificiilor, ajutajelor etc. pe întreaga lor lungime.

Examinarea ultrasonică:

- .3 așa cum consideră Administrația în fiecare caz.

16.3.6.5 Programul pentru asigurarea calității/controlul calității (QA/QC) trebuie să asigure conformitatea continuă a examinării nedistructive a sudurilor, așa cum s-a definit în manualul calității (QM) al producătorului.

16.3.6.6 Inspectarea țevelor trebuie să fie efectuată în conformitate cu regulile de la capitolul 7.

16.3.6.7 Bariera secundară trebuie să facă obiectul unei examinări nedistructive în legătură cu defectele interne, dacă se consideră necesar. Dacă învelișul exterior al corpului navei face parte din bariera secundară, toate sudurile cap la cap ale filei de centură și intersecțiile tuturor îmbinărilor și cordoanelor de sudură ale tablelor de bordaj trebuie să facă obiectul unei examinări radiografice.

16.4 Alte reguli pentru construcția care utilizează materiale metalice

16.4.1 Generalități

Inspectarea și examinarea nedistructivă a sudurilor trebuie să fie în conformitate cu regulile de la 16.3.5 și 16.3.6. În cazul în care norme superioare sau toleranțe sunt asumate în proiectare, acestea trebuie de asemenea să fie îndeplinite.

16.4.2 Tanc independent

În cazul tancurilor de tip C și tancurilor de tip B construite în principal din corpuri de revoluție, toleranțele de fabricare, cum ar fi abaterile de la sfericitate, deformările locale, defectele de aliniere a îmbinărilor sudate și ajustarea tablelor cu grosimi diferite, trebuie să corespundă normelor recunoscute. Toleranțele trebuie, de asemenea, să fie luate în considerare la analiza flambajului, menționată la 6.4.15.2.3.1 și 6.4.15.3.3.2.

16.4.3 Bariere secundare

Pe perioada construcției, normele privind încercarea și inspectarea barierelor secundare trebuie să fie aprobate sau acceptate de către Administrație (a se vedea de asemenea 6.4.4.5. și 6.4.4.6).

16.4.4 Tancuri cu membrană

Programul pentru asigurarea calității/controlul calității (QA/QC) trebuie să asigure conformitatea continuă a calificării procedeului de sudură, detaliilor de proiectare, materialelor, construcției, inspecției și încercărilor de fabricație a componentelor. Aceste norme și procedee trebuie să fie elaborate pe parcursul programului de încercare a prototipului.

16.5 Încercare

16.5.1 Încercarea și inspecțiile pe perioada construcției

16.5.1.1 Toate tancurile de combustibil gazos lichefiat și toate recipientele sub presiune pentru procesarea combustibilului gazos lichefiat trebuie să facă obiectul unei încercări la presiune hidrostatică sau hidropneumatică, în conformitate cu regulile de la 16.5.2 până la 16.5.5, în funcție de tipul de tanc căruia i se aplică.

16.5.1.2 Toate tancurile trebuie să facă obiectul unei încercări de etanșeitate care poate fi efectuată împreună cu încercarea de presiune indicată la 16.5.1.1.

16.5.1.3 Etanșeitatea la gaz a sistemului pentru stocarea combustibilului, la care se face referire la 6.3.3, trebuie să fie încercată.

16.5.1.4 Administrația trebuie să decidă în fiecare caz normele privind inspecția barierelor secundare, luând în considerare facilitarea accesului la aceste bariere (a se vedea, de asemenea, 6.4.4).

16.5.1.5 În cazul navelor dotate cu tancuri noi independente de tip B sau tancuri proiectate în conformitate cu cerințele de la 6.4.16, Administrația poate cere ca cel puțin un tanc prototip și suportii săi să fie echipat cu mărci tensometrice sau alt echipament adecvat pentru a verifica nivelul de tensiune în timpul încercării prevăzute la 16.5.1.1. Instrumente de măsură similare pot fi cerute pentru tancurile independente de tip C, în funcție de configurația lor și de amplasarea suportilor și a accesoriilor acestora.

16.5.1.6 Funcționarea generală a sistemului pentru stocarea combustibilului trebuie să fie verificată pentru a se asigura că se respectă conformitatea cu parametrii de proiectare în timpul primei alimentări cu combustibil LNG, atunci când sunt atinse condițiile termice stabile ale combustibilului gazos lichefiat, în conformitate cu cerințele Administrației. Rezultatele funcționării componentelor și echipamentelor, esențiale pentru verificarea respectării parametrilor de proiectare, trebuie să fie păstrate la bordul navei și să fie puse la dispoziția Administrației.

16.5.1.7 Sistemul pentru stocarea combustibilului trebuie să fie inspectat pentru a detecta punctele reci în timpul primei alimentări cu combustibil LNG sau imediat după aceasta, atunci când sunt atinse condițiile termice stabile. Inspecția integrității suprafețelor de izolație termică, care nu pot fi examinate vizual trebuie să fie efectuate în conformitate cu cerințele Administrației.

16.5.1.8 Instalațiile de încălzire, dacă sunt montate în conformitate cu regulile de la 6.4.13.1.1.3 și 6.4.13.1.1.4, trebuie să fie încercate în ceea ce privește producerea de căldură necesară și distribuția căldurii.

16.5.2 Tancuri independente de tip A

Toate tancurile independente de tip A trebuie să fie supuse unei încercări la presiune hidrostatică sau hidropneumatică. Această încercare trebuie să fie astfel încât tensiunile să fie cât mai apropiate posibil de tensiunile de calcul și astfel încât presiunea în partea superioară a tancului să corespundă cel puțin cu MARVS. Atunci când se efectuează o încercare hidropneumatică, condițiile trebuie să simuleze, cât mai practic posibil, sarcina de calcul a tancului și suporturilor săi, inclusiv componentele dinamice, evitând în același timp nivelul de tensiune care ar putea determina o deformare permanentă.

16.5.3 Tancuri independente de tip B

Tancurile independente de tip B trebuie să fie supuse unei încercări la presiune hidrostatică sau hidropneumatică după cum urmează:

- .1 Încercarea trebuie să fie efectuată așa cum se prevede la 16.5.2 pentru tancurile independente de tip A.
- .2 În plus, tensiunea primară maximă a membranei sau tensiunea maximă de încovoiere a elementelor primare, în condițiile încercării, nu trebuie să depășească 90% din limita de curgere a materialului (în faza de fabricație) la temperatura de încercare. Pentru a se garanta că această condiție va fi respectată, atunci când calculele indică faptul că această tensiune depășește 75% din limita de curgere, trebuie să se supravegheze încercarea efectuată pe prototip utilizându-se mărci tensometrice sau alt echipament corespunzător.

16.5.4 Tancuri independente de tip C și alte recipiente sub presiune

16.5.4.1 Fiecare recipient sub presiune trebuie să fie supus unei încercări hidrostatice la o presiune măsurată în partea superioară a tancurilor, care să nu fie mai mică de $1,5 P_0$. În nici un caz, pe durata încercării sub presiune, tensiunea primară a membranei calculată nu trebuie să depășească în nici un punct, 90% din limita de curgere a materialului, la temperatura de încercare. Pentru a se asigura că această condiție este respectată, atunci când calculele indică faptul că această tensiune depășește 0,75 din limita de curgere, încercarea efectuată pe prototipul dintr-o serie de tancuri identice trebuie să fie supravegheată utilizându-se mărci tensometrice sau alt echipament corespunzător.

16.5.4.2 Temperatura apei utilizate pentru efectuarea încercării trebuie să fie mai mare cu cel puțin 30°C decât temperatura tranzitorie de maleabilitate a materialului, în faza de fabricație.

16.5.4.3 Presiunea trebuie să fie menținută timp de 2 h pentru fiecare 25 mm de grosime, dar în nici un caz mai puțin de 2 h.

16.5.4.4 Dacă este necesar pentru recipientele sub presiune pentru gaze lichefiate, se poate efectua o încercare hidropneumatică în condițiile prevăzute la paragrafele 16.5.4.1 până la 16.5.4.3.

16.5.4.5 O atenție deosebită se va acorda încercării tancurilor la care sunt utilizate tensiuni admisibile mai mari, în funcție de temperatura de exploatare. Totuși, trebuie să se respecte în întregime regulile de la 16.5.4.1.

16.5.4.6 După finalizare și asamblare, fiecare recipient sub presiune și armăturile sale trebuie să fie supuse la o încercare de etanșeitate corespunzătoare care se poate efectua împreună cu încercarea la presiune, indicată la 16.5.4.1 sau 16.5.4.4, după caz.

16.5.4.7 Încercarea pneumatică a recipientelor sub presiune, altele decât tancurile pentru combustibil gazos lichefiat, trebuie să facă obiectul unei examinări individuale. Această încercare trebuie să fie certificată numai pentru acele recipiente care sunt proiectate sau fixate astfel încât nu pot fi umplute cu apă în deplină siguranță sau pentru acele recipiente care nu pot fi uscate și care urmează să fie destinate unei exploatări în care nu se admit resturi ale agentului de încercare.

16.5.5 Tancuri cu membrană

16.5.5.1 Încercare efectuată pe perioada proiectării

16.5.5.1.1 Încercarea efectuată pe perioada proiectării, conform regulilor de la 6.4.15.4.1.2, trebuie să includă o serie de modele analitice și fizice ale barierei primare și barierei secundare, inclusiv colțurile și îmbinările, supuse încercării pentru a verifica dacă ele pot rezista deformațiilor anticipate sub efectul combinat al forțelor statice, dinamice și termice la toate nivelurile de umplere. Încercarea se va încheia cu construcția la scară a unui model de prototip a întregului sistem pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat. Condițiile de încercare luate în considerare în modelul analitic și fizic trebuie să corespundă celor mai severe condiții de funcționare la care sistemul pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat poate fi expus pe durata sa de viață. Criteriile de acceptare propuse pentru încercarea periodică a barierei secundare prevăzute la 6.4.4 se pot baza pe rezultatele încercărilor efectuate pe modelul prototip la scară.

16.5.5.1.2 Comportamentul la oboseală a materialelor de membrană și a îmbinărilor reprezentative sudate sau lipite în membrane trebuie să fie stabilit prin încercări. Rezistența ultimă și comportamentul la oboseală al dispozitivelor de fixare a sistemului de izolare termică pentru structura corpului navei trebuie să fie stabilite prin analize sau încercări.

16.5.5.2 Încercare

- .1 La navele cu sisteme pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat prevăzute cu membrană, toate tancurile și alte spații care pot conține, în mod normal, lichid și care sunt adiacente structurii corpului navei care susține membrana trebuie să fie supuse încercării hidrostatice.
- .2 Toate structurile de magazie care susțin membrana trebuie să fie supuse încercării de etanșeitate înainte de instalarea sistemului pentru stocarea combustibilului gazos lichefiat.
- .3 Tunelurile de țevi și alte compartimente care în mod normal nu conțin lichid nu trebuie să fie supuse încercării hidrostatice.

16.6 Sudare, tratament termic după sudare și examinare nedistructivă

16.6.1 Generalități

Sudarea trebuie să fie efectuată în conformitate cu regulile de la 16.3.

16.6.2 *Tratament termic după sudare*

Un tratament termic după sudare este necesar pentru toate sudurile cap la cap ale țevelor din oțel carbon, oțel carbon-mangan și oțeluri slab aliate. Administrația poate acorda derogare de la regulile privind eliminarea detensionării termice a țevelor cu grosimea peretelui mai mică de 10 mm, având în vedere temperatura și presiunea de calcul a instalației cu tubulaturi luată în considerare.

16.6.3 *Examinare nedistructivă*

În plus față de verificările programate în mod normal înainte și în timpul sudării și în plus față de examinarea vizuală a sudurilor finalizate, pentru a se asigura că acestea au fost efectuate în mod corect și în conformitate cu normele prezentului paragraf, următoarele încercări trebuie să fie cerute:

- .1 Examinarea radiografică sau cu ultrasunete la 100% din îmbinările sudate cap la cap de la instalațiile cu tubulaturi având:
 - .1 temperaturi de calcul mai mici de minus 10⁰ C; sau
 - .2 presiunea de calcul mai mare de 1,0 MPa; sau
 - .3 țevi de alimentare cu gaz amplasate în încăperile de mașini protejate cu ESD; sau
 - .4 diametre interioare mai mari de 75 mm; sau
 - .5 grosimea peretelui mai mare de 10 mm.
- .2 Dacă aceste îmbinări sudate cap la cap ale tronsoanelor de țevi sunt executate prin procedee de sudare automată aprobate de Administrație, poate să se convină asupra reducerii progresive a volumul examinării radiografice sau cu ultrasunete, dar în nici un caz acesta nu trebuie să fie mai mic de 10% pentru fiecare îmbinare. Dacă se constată că există defecte, volumul examinării trebuie să se extindă la 100% din îmbinări și trebuie să includă și examinarea sudurilor acceptate anterior. Această aprobare poate fi acordată numai dacă documentația temeinică referitoare la procedurile de asigurare a calității și la înregistrările privind aplicarea acestor proceduri este disponibilă pentru a permite evaluarea capacității producătorilor de a executa constant suduri satisfăcătoare.
- .3 Examinarea radiografică sau cu ultrasunete poate fi redusă la 10% din îmbinările sudate cap la cap de la țevile exterioare ale tubulaturii de combustibil cu pereți dubli.
- .4 Pentru celelalte îmbinări sudate cap la cap ale țevelor care nu se supun regulilor de la 16.6.3.1 și 16.6.3.3, trebuie să se efectueze o examinare radiografică prin sondaj sau o altă examinare nedistructivă, în funcție de condițiile de exploatare, dispunere și material. În general, cel puțin 10% din îmbinările sudate cap la cap ale țevelor trebuie să fie supuse examinării radiografice sau cu ultrasunete.

16.7 Reguli pentru încercare

16.7.1 Încercarea de tip a componentelor tubulaturii

Valvule

Fiecare tip de componentă de tubulatură destinată a fi utilizată la o temperatură de lucru sub -55°C trebuie să fie supusă următoarelor încercări de tip:

- .1 Fiecare tip și dimensiune de valvă trebuie să fie supusă încercării de etanșeitate pentru întreaga gamă de presiuni și temperaturi de funcționare, la intervale, până la presiunea de calcul a valvei. Debitul de scurgere permise trebuie să respecte cerințele Administrației. În timpul încercării, trebuie să se verifice dacă valvula funcționează în mod satisfăcător;
- .2 Debitul sau capacitatea trebuie să fie certificat printr-o normă recunoscută pentru fiecare tip și dimensiune de valvă.
- .3 Componentele aflate sub presiune trebuie să fie supuse unei încercări la o presiune de cel puțin 1,5 ori presiunea de calcul.
- .4 În cazul valvulelor de închidere rapidă, ale căror materiale au temperaturi de topire mai mici de 925°C , încercarea de tip trebuie să includă o încercare la incendiu conform unei norme considerată acceptabilă pentru Administrație³².

16.7.2 Compensatoare de dilatație

Următoarele încercări de tip trebuie să fie efectuate pentru fiecare tip de compensatoare de dilatație destinate utilizării pe conductele de combustibil situate în afara tancului de combustibil, în conformitate cu cerințele în 7.3.6.4.3.1.3 și atunci când se solicită de către Administrație, pe acelea instalate în interiorul tancului de combustibil:

- .1 Elementele compensatoarelor, neprecomprimate, dar reținute axial, trebuie să fie supuse încercării de presiune la o presiune de cel puțin cinci ori mai mare decât presiunea de calcul fără a se rupe. Perioada de încercare trebuie să fie de cel puțin cinci minute.
- .2 O încercare la presiune trebuie să fie efectuată pe un compensator de dilatație de tip comun, împreună cu orice accesorii, cum ar fi flanșe, tije de legătură și articulații, la temperatura de calcul minimă și o presiune de calcul egală cu de două ori presiunea de calcul în condițiile extreme de deplasare recomandate de către producător, fără a prezenta deformare permanentă;
- .3 O încercare ciclică (variațiile de temperatură) trebuie să fie efectuată pe un compensator de dilatație complet care trebuie să reziste cel puțin la numărul de cicluri care se întâlnesc în

³² Se face referire la recomandările Organizației Internaționale pentru Standardizare (ISO), în mod special la următoarele publicații:

ISO 19921:2005, *Nave și tehnologie maritimă – Rezistența la foc a componentelor țevilor metalice cu garnituri elastice și elastomerice - Metode de încercare.*

ISO 19921:2005, *Nave și tehnologie maritimă – Rezistența la foc a componentelor țevilor metalice cu garnituri elastice și elastomerice –Cerințe impuse la încercarea pe stand.*

funcționarea reală în condiții de presiune, temperatură, mișcare axială, mișcare de rotație și mișcare transversală. Încercarea la temperatura ambiantă este permisă atunci când aceasta este cel puțin la fel de severă ca și la încercarea la temperatura de exploatare; și

- .4 O încercare ciclică la oboseală (deformarea navei, accelerațiile navei și vibrațiile tubulaturii) trebuie să fie efectuate pe un compensator de dilatație complet, fără presiune internă, simulând mișcarea compensatoarelor ce corespunde unei lungimi de țevă compensate, în cazul a cel puțin 2 milioane de cicluri la o frecvență care nu este mai mare decât 5 Hz. Această încercare este necesară numai atunci când, datorită dispunerii tubulaturilor, există efectiv sarcini datorate deformării navei.

16.7.3 Reguli pentru încercarea sistemului

16.7.3.1 Regulile acestei secțiuni cu privire la încercarea tubulaturilor se aplică tubulaturilor de combustibil situate în interiorul și la exteriorul tancurilor de combustibil. Administrația poate totuși să accepte derogări de la aceste reguli pentru tubulaturile din interiorul tancurilor de combustibil și tubulaturile cu capăt deschis.

16.7.3.2 După montare, toate tubulaturile de combustibil trebuie să fie supuse unei încercări de rezistență cu un fluid adecvat. Presiunea de încercare trebuie să fie cel puțin egală cu 1,5 ori presiunea de calcul pentru magistralele de lichid și de 1,5 ori pentru presiunea maximă de lucru a instalației pentru magistralele de vaporii. Dacă instalațiile cu tubulaturii sau elemente ale acestor instalații sunt fabricate în întregime și prevăzute cu toate elementele componente, încercarea poate fi efectuată înainte de montarea lor la bordul navei. Îmbinările sudate de la bordul navei trebuie să fie supuse la o presiune de cel puțin 1,5 ori presiunea de calcul.

16.7.3.3 După montarea la bordul navei, instalația cu tubulaturii pentru combustibil trebuie să fie supusă unei încercări de etanșeitate utilizându-se aerul sau alt agent corespunzător la o presiune care variază în funcție de metoda aplicată pentru detectarea scurgerilor.

16.7.3.4 De asemenea, în cazul instalațiilor cu tubulaturii de combustibil cu pereți dubli, țeava sau conducta exterioară trebuie să se afle sub presiune pentru a indica dacă poate rezista la presiunea maximă previzibilă în cazul ruperii țevii.

16.7.3.5 Toate instalațiile cu tubulaturii, inclusiv valvulele, accesoriile și echipamentul aferent pentru manipularea combustibilului sau vaporilor, trebuie să fie supuse încercării în condiții normale de exploatare nu mai târziu de prima operațiune de buncherare, în conformitate cu cerințele Administrației.

16.7.3.6 Valvulele cu închidere de urgență de la instalațiile cu tubulaturii pentru gaze lichefiate trebuie să fie în măsură să se închidă complet și lin în decurs de 30 secunde. Informațiile cu privire la timpul de închidere a valvulelor și caracteristicile lor de funcționare trebuie să fie disponibile la bord și timpul de închidere trebuie să fie verificat și reprodus.

16.7.3.7 Timpul de închidere a valvulei, indicat la 8.5.8 și 15.4.2.2 (și anume timpul care se scurge din momentul în care este dat semnalul de închidere până când valvula este complet închisă) nu trebuie să depășească:

$$\frac{3600U}{BR} \quad (\text{secunde})$$

în care:

U= volumul de ulaj la nivelul la care se declanșează semnalul (m^3)

BR= debit maxim de buncherare convenit între navă și instalația de la mal (m^3/h);

sau

- 5 secunde,

luându-se în considerare valoarea mai mică dintre acestea.

Debitul de buncherare trebuie să fie reglat în așa fel încât să se limiteze șocurile de presiune în caz de închidere a valvulei, astfel încât să nu depășească un nivel acceptabil, ținând cont de furtunul sau de brațul de încărcare, instalația cu tubulaturi a navei și instalația de la țărm, după caz.

PARTEA C-1

Combustibil în sensul regulilor din această parte înseamnă gaz natural, fie în stare lichefiată, fie în stare gazoasă.

17 EXERCIȚII ȘI ANTRENAMENTE PENTRU CAZ DE URGENȚĂ

Exercițiile și antrenamentele pentru caz de urgență la bordul navei trebuie să fie efectuate la intervale de timp regulate.

Exercițiile legate de combustibilul gazos pot să includă de exemplu:

- .1 simulări pe model;
- .2 revizuirea procedurilor de buncherare pe baza manualului privind manipularea combustibilului prevăzut la 18.2.3;
- .3 răspunsuri la urgențele posibile;
- .4 încercarea echipamentelor destinate răspunsului de urgență; și
- .5 examinări pentru a verifica dacă navigatorii sunt instruiți pentru a îndeplini sarcinile care le sunt încredințate în timpul buncherării și în cazul răspunsului de urgență.

Exercițiile legate de gaz pot fi incluse în antrenamentele periodice prevăzute de Convenția SOLAS.

Sistemul de răspuns și de siguranță pentru gestionarea riscurilor și accidentelor trebuie să fie revizuit și încercat.

18 EXPLOATARE

18.1 Scop

Scopul acestui capitol este să asigure că procedurile operaționale pentru încărcare, depozitare, exploatare, întreținere și inspecția sistemelor de combustibil gazos sau combustibil cu punct de aprindere scăzut reduc riscurile pentru personal, navă și mediul înconjurător și sunt în conformitate cu practicile de pe navele exploatate cu un combustibil convențional, ținând seama de natura combustibilului lichid sau sub formă de gaz.

18.2 Cerințe de exploatare

Acest capitol se referă la cerințele de exploatare prevăzute la 3.2.1 până la 3.2.3, 3.2.9, 3.2.11, 3.2.15, 3.2.16 și 3.2.17. În mod special se aplică următoarele:

- .1 o copie a acestui Cod sau a reglementărilor naționale care conțin regulile prezentului Cod trebuie să existe la bordul fiecărei nave careia i se aplică acest Cod;
- .2 proceduri de întreținere și informații referitoare la toate instalațiile de gaz trebuie să fie disponibile la bordul navei;

- .3 nava trebuie să aibă la bord proceduri operaționale, inclusiv un manual suficient de detaliat pentru manipularea combustibilului, astfel încât personalul calificat să poată opera în condiții de siguranță buncherarea, depozitarea și transferul combustibilului; și
- .4 nava trebuie să aibă la bord proceduri corespunzătoare pentru cazuri de urgență.

18.3 Cerințe pentru întreținere

18.3.1 Procedurile de întreținere și reparații trebuie să țină seama de amplasarea tancului și de spațiile adiacente. (a se vedea capitolul 5).

18.3.2 Inspecția în serviciu, întreținerea și verificarea sistemului pentru stocarea combustibilului trebuie să fie efectuate în conformitate cu planul de inspecție/supraveghere prevăzut la 6.4.1.8.

18.3.3 Procedurile și informațiile trebuie să includă întreținerea echipamentelor electrice instalate în spațiile și zonele în care există pericol de explozie. Inspecția și întreținerea instalațiilor electrice din zonele în care există pericol de explozie trebuie să fie efectuate în conformitate cu o normă recunoscută³³.

18.4 Cerințe privind operațiunile de buncherare

18.4.1 Responsabilități

18.4.1.1 Înainte de începerea oricărei operațiuni de buncherare, comandantul navei care este alimentată sau reprezentantul său și reprezentantul stației de buncherare (persoane responsabile) trebuie:

- .1 să convină în scris asupra procedurii de transfer, inclusiv răcirea și, dacă este necesar, gazarea; debitul maxim de transfer în toate etapele și volumul ce urmează a fi transferat;
- .2 să convină în scris asupra măsurilor ce vor fi luate în caz de urgență; și
- .3 să completeze și să semneze lista privind verificarea de siguranță a buncherului.

18.4.1.2 După terminarea operației de buncherare, comandantul navei realimentate sau reprezentantul său trebuie să primească și să semneze o Notă de livrare combustibil la buncherare, care cuprinde cel puțin informațiile enumerate în anexa la partea C-1, completată și semnată de persoana responsabilă cu stația de buncherare.

18.4.2 Prezentare generală a dispozitivelor de control, automatizare și siguranță

18.4.2.1 Manualul privind manipularea combustibilului prevăzut la 18.2.3 trebuie să conțină informații, dar fără a se limita la acestea, privind:

- .1 funcționarea generală a navei efectuată de la doc uscat la doc uscat, inclusiv procedurile pentru răcirea și încălzirea instalației, încărcarea buncărului și, dacă este necesar, pentru descărcare, prelevare probe, inertizare și degazare;

³³ Se face referire la publicația Comisiei internaționale pentru electrotehnică (IEC) seria 60079 17:2007 „Atmosfere explozive” – partea 17: Inspecția și întreținerea instalațiilor electrice.

- .2 sistemele pentru reglarea presiunii și temperaturii combustibilului de buncherare și dispozitive de alarmă și de siguranță;
- .3 limitările corespunzătoare instalației, vitezele de răcire și temperaturile maxime ale tancului pentru stocarea combustibilului înainte de buncherare, inclusiv temperaturile minime ale combustibilului, presiunea maximă a tancului, debitele de transfer, limitele de umplere și limitările mișcărilor lichidului;
- .4 funcționarea dispozitivelor de gaz inert;
- .5 procedurile pentru combaterea incendiului și procedurile pentru caz de urgență: funcționarea și întreținerea instalațiilor pentru combaterea incendiului și utilizarea agenților de stingere a incendiului;
- .6 proprietățile specifice ale combustibilului și echipamentele speciale necesare pentru manipularea în condiții de siguranță a combustibilului în cauză;
- .7 funcționarea și întreținerea echipamentului fix și portabil pentru detectarea gazelor;
- .8 dispozitivele de închidere rapidă și de degajare în caz de urgență, dacă este cazul; și
- .9 o descriere a procedurilor care trebuie să fie luate în caz de urgență, cum ar fi o scurgere, un incendiu sau o posibilă stratificare a combustibilului din cauza trecerii de la un combustibil la altul.

18.4.2.2 O diagramă a instalației/tubulaturilor și a instrumentelor de măsurare (P & ID) trebuie să fie reprodusă și afișată permanent în postul de comandă a operațiunilor cu combustibil și stația de buncherare.

18.4.3 Verificarea înainte de buncherare

18.4.3.1 Înainte de efectuarea operațiunilor de buncherare, trebuie efectuată o verificare care să includă următoarele aspecte, dar fără a se limita la acestea și să fie înregistrată într-o listă de control a siguranței buncherării:

- .1 toate metodele de comunicare, inclusiv conexiunea navă-țarm (SSL), dacă este cazul;
- .2 funcționarea echipamentelor fixe de detectare a gazelor și a incendiului;
- .3 funcționarea echipamentelor portabile de detectare a gazelor;
- .4 funcționarea supapelor cu comandă de la distanță; și
- .5 inspectarea furtunurilor și racordurilor.

18.4.3.2 Verificarea satisfăcătoare trebuie să fie înregistrată în conformitate cu listă de control a siguranței buncherării convenită și întocmită de comun acord și semnată de ambii reprezentanți.

18.4.4 Comunicare între navă și sursa de buncherare

18.4.4.1 Comunicarea între reprezentantul navei și reprezentantul stației de buncherare trebuie să fie asigurată în orice moment în timpul operației de buncherare. Dacă nu se poate asigura comunicarea, operațiunea de buncherare trebuie să fie oprită și nu trebuie să se reia decât atunci când comunicarea este restabilită.

18.4.4.2 Dispozitivele de comunicare utilizate la buncherare trebuie să îndeplinească normele recunoscute privind aceste dispozitive acceptabile pentru Administrație.

18.4.4.3 Persoanele responsabile trebuie să aibă o comunicare directă și imediată cu tot personalul implicat în operațiunea de buncherare.

18.4.4.4 Legătura navă-țarm (SSL) sau orice mijloace echivalente de comunicare cu stația de buncherare prevăzute în cadrul comunicării automate în cazul opririi de urgență trebuie să fie compatibile cu dispozitivul de oprire de urgență (ESD) de pe nava alimentată și dispozitivul de oprire de urgență (ESD) al instalației de livrare.³⁴

18.4.5 Legarea la masă

Furtunurile, brațele de transfer, tubulaturile și accesorii prevăzute pentru instalația de livrare destinată buncherării trebuie să fie conductoare de electricitate, izolate în mod corespunzător și să ofere un nivel de siguranță în conformitate cu normele recunoscute³⁵.

18.4.6 Condiții privind transferul de combustibil

18.4.6.1 Semnele de avertizare trebuie să fie afișate la punctele de acces în zona de buncherare, indicând măsurile de protecție contra incendiului care trebuie să fie luate în timpul transferului de combustibil.

18.4.6.2 În timpul operațiunii de transfer, personalul din zona manifoldului de buncherare trebuie să fie limitat doar la personalul strict necesar. Toți membrii personalului care îndeplinesc sarcini de serviciu sau care lucrează în imediata apropiere a operațiunilor trebuie să poarte echipament individual de protecție adecvat (PPE). Dacă nu sunt asigurate condițiile necesare pentru transfer, operațiunile trebuie să fie oprite și acestea nu se vor relua decât atunci când sunt îndeplinite toate condițiile necesare.

18.4.6.3 În cazul în care buncherarea are loc prin instalarea de tancuri mobile, procedura trebuie să ofere un nivel echivalent de siguranță cu acela al tancurilor de combustibil și sistemelor integrate. Tancurile mobile trebuie să fie umplute înainte de a fi încărcate la bordul navei și trebuie să fie fixate în mod corespunzător înainte de a fi racordate la sistemul de combustibil.

18.4.6.4 Pentru tancurile care nu sunt instalate permanent pe navă, racordarea tuturor elementelor necesare tancului (tubulaturi, comenzi, dispozitiv de siguranță sau dispozitiv pentru controlul presiunii etc.) la sistemul de alimentare cu combustibil al navei este parte din procesul de "buncherare" și trebuie să fie finalizată înainte de plecarea navei de la stația de buncherare. Conectarea și deconectarea tancurilor mobile în timpul voiajului pe mare sau a manevrei nu este permisă.

³⁴ Se face referire la ISO 28460, interfața navă-țarm și operațiuni portuare.

³⁵ Se face referire la API RP 2003, ISGOTT: Ghid internațional de siguranță pentru petroliere și terminale.

18.5 Reguli pentru accesul în spațiile închise

18.5.1 În condiții normale de funcționare, personalul nu trebuie să intre în tancurile de combustibil, spațiile de magazie pentru stocarea combustibilului, spațiile goale, spațiile cu racordurile tancului sau în alte spații închise în cazul în care vaporii de gaz sau inflamabili se pot acumula, cu excepția cazului în care conținutul de gaz din atmosfera respectivului spațiu este verificată cu echipamente fixe sau portabile pentru a se asigura că există suficient oxigen și că atmosfera nu este explozivă.³⁶

18.5.2 Personalul care intră în orice spațiu desemnat ca o zonă periculoasă nu trebuie să introducă nici o sursă potențială de aprindere în spațiu cu excepția cazului în care acesta a fost certificat cu privire la degazare și apoi a fost menținut în această stare.

18.6 Reguli pentru inertizarea și purjarea instalațiilor de combustibil

18.6.1 Obiectivul principal în inertizarea și purjarea sistemelor de alimentare cu combustibil este de a preveni formarea unei atmosfere combustibile în, lângă sau în jurul tubulaturii sistemului de combustibil, tancurilor, echipamentelor și spațiilor adiacente.

18.6.2 Procedurile de inertizare și purjare a sistemelor de combustibil trebuie să asigure că nu este introdus aer în tubulatură sau într-un tanc care conține atmosferă de gaz și că gazul nu este introdus în aerul din incintele sau spațiile adiacente sistemului de combustibil.

18.7 Reguli pentru lucrul la cald desfășurat la instalațiile de combustibil sau în apropierea acestora

18.7.1 Lucrul la cald în apropierea tancurilor de combustibil, tubulaturii de combustibil și izolațiilor care pot fi inflamabile, contaminate cu hidrocarburi sau care pot degaja fum toxic, ca produs de ardere se realizează numai după ce zona a fost securizată și s-a dovedit că există condiții de siguranță pentru lucrul la cald și s-au obținut toate aprobările.

³⁶ Se face referire la *Recomandările revizuite privind intrarea în spațiile închise de la bordul navei* (A.1050(27)).

ANEXĂ

NOTĂ DE LIVRARE BUNCHE GNL *
GNL CA ȘI COMBUSTIBIL PENTRU

NUME NAVĂ: **Nr. IMO:**

Date privind livrarea:

1. Proprietăți GNL

Număr metan ^{**}	-	
Valoare calorică scăzută (încălzire)	MJ/kg	
Valoare calorică ridicată (încălzire)	MJ/kg	
Indice Wobbe Ws/Wi	MJ/m ³	
Densitate	kg/m ³	
Presiune	MPa (abs)	
Temperatura GNL livrat	°C	
Temperatura GNL în tancul/tancurile pentru stocare	°C	
Presiunea în tancul/tancurile pentru stocare	MPa (abs)	

2. Compoziție GNL

Metan CH ₄	% (kg/kg)	
Etan C ₂ H ₆	% (kg/kg)	
Propan C ₃ H ₈	% (kg/kg)	
Izobutan i C ₄ H ₁₀	% (kg/kg)	
N-Butan n C ₄ H ₁₀	% (kg/kg)	
Pentan C ₅ H ₁₂	% (kg/kg)	
Hexan C ₆ H ₁₄	% (kg/kg)	
Heptan C ₇ H ₁₆	% (kg/kg)	
Azot N ₂	% (kg/kg)	
Sulf S	% (kg/kg)	
neglijabil < 5 ppm sulfură de hidrogen, hidrogen, amoniac, clor, fluor, apă		

3. Total net livrat: t, MJ m³
Livrare lichid net: GJ

4. Semnătura/semnături:

Numele Companiei Furnizoare, detalii de contact:

Semnătura: Loc/Port Data.....

Destinatar:

* Proprietățile și compoziția GNL permit operatorului să acționeze în conformitate cu proprietățile cunoscute ale gazelor și orice limitări de exploatare legate de acestea.

** Este de preferat să fie mai mare de 70 și să se facă referire la metoda de calcul a numărului de metan utilizată conform DIN EN 16726. Acesta nu reflectă numărul de metan care trece în motor.

PARTEA D

19 INSTRUIRE

19.1 Scop

Scopul acestui capitol este de a asigura că navigatorii de la bordul navelor cărora li se aplică acest Cod au calificarea și experiența corespunzătoare și sunt instruiți în mod corespunzător.

19.2 Cerințe de exploatare

Companiile trebuie să se asigure că navigatorii de la bordul navelor care utilizează gaze sau alți combustibili cu punct de aprindere scăzut au beneficiat de instruirea care le-a permis să dobândească abilități care corespund capacității de a își asuma și exercita sarcinile și responsabilitățile pe care trebuie să le îndeplinească luându-se în considerare prevederile din Convenția și Codul STCW, cu modificările ulterioare.
