

Suvestinė redakcija nuo 2016-11-01

Įsakymas paskelbtas: Žin. 2006, Nr. [87-3447](#), i. k. 1065310ISAK022.3-33

**VALSTYBINĖS ATOMINĖS ENERGETIKOS SAUGOS INSPEKCIJOS (VATESI)
VIRŠININKO**

**Į S A K Y M A S
DĖL SEISMINIO POVEIKIO BRANDUOLINĖS ENERGETIKOS OBJEKTAMS
ANALIZĖS REIKALAVIMŲ PATVIRTINIMO**

2006 m. birželio 30 d. Nr. 22.3-33
Vilnius

Vadovaudamasis Valstybinės atominės energetikos saugos inspekcijos nuostatais (Žin., 2002, Nr. 69-284):

T v i r t i n u Seisminio poveikio branduolinės energetikos objektams analizės reikalavimus, P-2006-01.

VATESI VIRŠININKAS

SAULIUS KUTAS

PATVIRTINTA
VATESI viršininko
2006 m. birželio 30 d. įsakymu Nr. 22.3-33

SEISMINIO POVEIKIO BRANDUOLINĖS ENERGETIKOS OBJEKTAMS ANALIZĖS REIKALAVIMAI, P-2006-01

I. ĮVADAS

1. Šis dokumentas nustato branduolinės energetikos objektų (BEO) konstrukcijų, sistemų ir komponentų projektavimo ir analizės reikalavimus bei rekomendacijas, siekiant užtikrinti jų saugą įvykus žemės drebėjimui.

2. Šie reikalavimai ir rekomendacijos parengti remiantis TATENA standartais ir pagrįsti fundamentiniais saugos reikalavimais atominėms elektrinėms.

3. Šiems reikalavimams būdinga tai, kad juose pateikiami reikalavimai, kurie yra privalomi, bei rekomendacijos, apibūdinančios priemonės jiems įgyvendinti. Rekomendacijos suteikia galimybę pasirinkti lygiavertes priemones reikalavimams įgyvendinti.

II. TERMINAI IR APIBRĖŽIMAI

Aikštelės įvertinimas – analizė išorės įvykių šaltinių, galinčių kelti pavojų su galimais padariniais šioje vietoje pastatytos atominės elektrinės saugai.

Aikštelės parinkimas – tinkamos vietos BEO statybai parinkimo procesas, apimantis atitinkamą įvertinimą bei projektavimo pagrindų nustatymą.

Atrankos nuotolis – nuotolis nuo objekto, už kurio dėl atrankos gali būti neatsižvelgiama į potencialius tam tikros rūšies įvykių šaltinius.

Galimas lūžis – tai toks Žemės plutos defektas, dėl kurio smarkiai padidėja santykinė grunto slinkties tikimybė.

Grunto atsakas – uolienų arba dirvos stulpelio atsakas esant tam tikrai nustatytai grunto judėjimo apkrovai.

Intensyvumas (žemės drebėjimo) – žemės drebėjimo fizinio poveikio rodiklis žmonėms arba žemės paviršiuje pastatytoms konstrukcijoms. Rodiklis sudarytas iš tam tikro rinkinio skaitinių indeksų, pagrįstų subjektyviais vertinimais, o ne matavimų duomenimis.

Įvertinimas – tikslinis funkcinų gebėjimų tyrimo procesas, kurį atlikus sprendžiama dėl kvalifikavimo. TATENA dokumentuose sąvoka „įvertinimas“ paprastai vartojama esančių konstrukcijų saugos analizės procesui nusakyti.

Kietasis gruntas – natūralus arba pagerintas gruntas, kuriame skersinės seisminės bangos greitis – $V > 300$ m/s.

Kvalifikavimas – konstrukcijų, sistemų arba komponentų atitikimo nustatytus reikalavimus atlikti savo funkcijas nustatytomis normaliomis ir neprojektinėmis sąlygomis bei reikalingas saugos atsargos verifikavimas. Kvalifikavimas gali būti atliktas remiantis analizės ir (arba) eksperimentiniu bei eksploatavimo patirties įvertinimu. „Kvalifikavimo“ sąvoka dažnai vartojama (pvz., TATENA ir ASCE dokumentuose) tiksliniam naujų, o kartais senų konstrukcijų kvalifikavimo procesui apibrėžti.

Makroseismingumas – seismingumas, pasiekiantis nemažą, koherentų, ilgalaikį tektoninį aktyvumą. Makroseismingumo terminas, paprastai kaip priešprieša žemės mikrodrebėjimams, vartojamas stipresnių žemės drebėjimų seismingumui nusakyti.

Maksimalus grunto pagreitis (PGA) – atsako spektro pagreitis nekintančios pagreičio reikšmės dalyje (paprastai daugiau nei 50 Hz), kuris lygus maksimaliam užregistruotam pagreičiui akselerogramoje.

Paviršinis defektas – ilgalaikis grunto paviršiaus poslinkis dėl judėjimo greičių skirtumo vykstant žemės drebėjimui.

Plyno lauko grunto virpesiai – žemės drebėjimo sukelti grunto, jei jo virpesių nepaveikia konstrukcijos ir statiniai, virpesiai.

Postuluotas pradinis įvykis – projektavimo metu nustatytas įvykis, galintis lemti nukrypimus nuo normalaus eksploatavimo arba avarines sąlygas. Postuluotų pradinių įvykių tiesioginės priežastys gali būti tikėtini įrangos gedimai arba operatoriaus klaidos (tiek objekto viduje, tiek išorėje).

Pradinis įvykis – įvykis, lemiantis nukrypimus nuo normalaus eksploatavimo arba avarinių sąlygų susidarymą bei turintis įtakos saugos funkcijoms.

Projektinis (arba įvertinimo) grunto atsako spektras – plyno lauko atsako spektras, kuris gali būti naudojamas projektuojant arba įvertinant.

Projektinis (arba įvertinimo) maksimalus grunto pagreitis – projekcinio grunto atsako spektro pagreitis atskaitos taške.

Ribinis dažnis – maksimalus dažnis, kuris pakankamai patikimai įvertinamas grunto-struktūros sąveikos analizės modelyje. Jį galima pasirinkti dvigubai didesnę už maksimalų sujungtos „gruntas-konstrukcija“ sistemos vyraujančią dažnį, tačiau ne mažesnę nei 10 Hz.

Sąlyginė tikimybė (CPV) -viršutinė sąlyginės tikimybės riba, kurią pasiekus tam tikros kategorijos įvykis nulems nepriimtinas radiacines pasekmes. Terminas vartojamas atliekant detalių įvykių rūšiavimą statybvietės įvertinimo metu.

Sąsuka (angl. *convolution*) – tai signalo apdorojimas, keičiant bangos formą, kai signalas skaidomas į atskirus elementus (dažnius), vienodinant amplitudes.

Sąveikos įvykis – įvykis ar vienas su kitu susiję įvykiai, dėl savo poveikio statiniams, personalui arba saugai svarbiems komponentams galintys daryti neigiamą įtaką.

Seismogeninės struktūros – Žemės plutos struktūros, kuriose fiksuojami žemės drebėjimai arba paviršiaus deformacijos, arba nustatyti paleoseismingumo požymiai. Seismogeninės struktūros – tai tokios struktūros, kurios gali sukurti žemės makrodrebėjimus nagrinėjimo metu.

Susietasis – terminas, aprašantis matematinius modelius tarpusavyje susijusių konstrukcijų ir komponentų, kurie daro įtaką vienas kito dinaminiam atsakui.

Tiesioginis integravimas – judėjimo lygčių integravimas laiko priaugiais, siekiant nustatyti konstrukcijų atsako istoriją esant apibrėžtai poveikio istorijai.

Tikimybinė atrankos riba (SPL) – tam tikros kategorijos įvykio metinės tikimybės vertė, žemiau kurios dėl atrankos į įvykį galima neatsižvelgti.

III. SANTRUMPOS IR AKRONIMAI

HVAC – šildymas ir vėdinimas (angl. santrumpa).

I&C – kontrolės ir valdymo (angl. santrumpa).

LOCA – aušalo nuotėkio avarija (angl. santrumpa).

PGA – maksimalus grunto pagreitis (angl. santrumpa).

QAP – kokybės užtikrinimo programa (angl. santrumpa).

RLE – revizuojamo lygio žemės drebėjimas (angl. santrumpa).

SL-1 – seismingumo lygis, kurio tikimybė per reaktoriaus eksploatavimo metus yra didesnė už 1×10^{-2} (vidutinė vertė) ribą (angl. santrumpa).

SL-2 – seismingumo lygis, kurio tikimybė per reaktoriaus eksploatavimo metus yra didesnė už intervalo nuo 1×10^{-3} iki 1×10^{-4} (vidutinių verčių) arba nuo 1×10^{-4} iki 1×10^{-5} (medianos) ribą (angl. santrumpa).

SMA – seisminio atsparumo ribų įvertinimas (angl. santrumpa).

SPSA – seisminio atsparumo tikimybinis saugos įvertinimas (angl. santrumpa).

SSC – konstrukcijos, sistemos ir komponentai (angl. santrumpa).

SSI – grunto ir konstrukcijos sąveika (angl. santrumpa).

SSSC – atrinktos konstrukcijos, sistemos ir komponentai (angl. santrumpa).

IV. TIKSLAI

4. Šio dokumento tikslas:

4.1. nustatyti branduolinės energetikos objektų konstrukcijų, sistemų ir komponentų, kuriems galima dinaminė apkrova, atsiradusi dėl seismo poveikio, projektavimo ir analizės reikalavimus;

4.2. nustatyti tinkamo metodų ir procedūrų taikymo reikalavimus, atliekant konstrukcijų, sistemų ir komponentų analizę, testavimą ir kvalifikavimą, kad jie atitiktų saugos reikalavimus.

V. TAIKymo SRITIS

5. Šie reikalavimai taikomi analizuojant ir projektuojant naujų atominių elektrinių konstrukcijų, sistemų bei komponentų ir įvertinant esamų atominių elektrinių konstrukcijų, sistemų bei komponentų atsparumą žemės drebėjimui.

6. *Neteko galios nuo 2016-11-01*

Punkto naikinimas:

Nr. [22.3-132](#), 2016-07-22, paskelbta TAR 2016-07-22, i. k. 2016-20968

7. Reikalavimai taikomi seisminės saugos įvertinimo programoms, kurios turi būti vykdomos atominėse elektrinėse, siekiant užtikrinti pagrindines saugos funkcijas, ypač saugų reaktoriaus sustabdymą.

8. Reikalavimai projektuojant AE gali būti iš dalies taikomi vibracijoms, sukeltoms kitų šaltinių nei žemės drebėjimas. Tokiu atveju jų pritaikomumas turi būti kruopščiai įvertintas.

VI. ATSAKOMYBĖ

9. Atominę elektrinę eksploatuojanti organizacija atsako už šių reikalavimų įdiegimą ir vykdymą. Eksploatuojančios organizacijos atsakomybė nesumažėja dėl įmonių, įstaigų, organizacijų ir jų susivienijimų, pareigūnų ir kitų asmenų, vykdančių darbus eksploatuojančioje organizacijoje ar teikiančių jai paslaugas, taip pat valstybės valdymo ir priežiūros institucijų savarankiškos veiklos bei jų atsakomybės.

10. Eksploatuojanti organizacija gali naudotis rangovinių organizacijų paslaugomis, atlikdama darbus pagal šiuos reikalavimus, bet visais atvejais ji atsako už analizės rezultatus, saugų AE eksploatavimą bei visos atominės elektrinės saugą.

11. Rangovinės organizacijos, atliekančios darbus, susijusius su šių reikalavimų taikymo sritimi, atsako už atliekamų darbų kokybę. Šių organizacijų veikla turi atitikti branduolinės saugos reikalavimus bei papildomus galimus eksploatuojančios organizacijos reikalavimus.

12. Eksploatuojanti organizacija atsako už branduolinę ir radiacinę saugą, atlikdama darbus tos srities, kuriai taikomi šie reikalavimai.

13. Eksploatuojančios organizacijos veiklos dokumentai, kuriais vadovaujamosi, turi atitikti šiame dokumente nustatytus reikalavimus.

14. Eksploatuojanti organizacija atsako už sukūrimą ir įdiegimą reikiamų programų, planų, grafikų, instrukcijų, procedūrų ir kitų dokumentų, kurie reikalingi, siekiant laiku ir kokybiškai atlikti darbus, taikant šiuos reikalavimus.

15. Atlikdama darbus, kuriems taikomi šie reikalavimai, eksploatuojanti organizacija, vadovaudamasi ALARA principu, turi garantuoti, kad bus atliekama eksploatuojančios ir rangovinių organizacijų personalo apšvitos dozių apskaita ir kontrolė, taip pat turi sukurti ir įdiegti priemones, kurios dezaktyvuos sistemas ir mažins personalo apšvitos dozes.

16. Eksploatuojanti organizacija atsako už tinkamą išteklių paskirstymą, užtikrindama, kad tinkamai bus atlikta dinaminė analizė, saugos įvertinimas ir kvalifikavimas.

17. Eksploatuojanti organizacija atsako už reikiamų eksploatavimo patirties duomenų surinkimą, tvarkymą ir analizę, taikant šiuos reikalavimus.

18. Eksploatuojanti organizacija atsako už kvalifikuotų darbuotojų bei organizacijų parinkimą darbams, taikant šiuos reikalavimus.

19. Analizės, saugos įvertinimo, kvalifikavimo ir įvertinimo ataskaitos turi būti rengiamos pagal AE kokybės užtikrinimo programą.

VII. NAUJŲ KONSTRUKCIJŲ, SISTEMŲ IR KOMPONENTŲ SEISMINIS KVALIFIKAVIMAS

I. BENDRIEJI ASPEKTAI

Projektinis žemės drebėjimas

20. Atsižvelgiant į konkrečios aikštelės geologines ir seismines sąlygas, turi būti įvertinti du seisminio pavojaus lygiai.

21. Grunto judėjimas, atitinkantis SL-2 seisminį lygį, turi būti laikomas projektiniu grunto judėjimu saugos sistemoms analizuoti ir projektuoti („Projektinis žemės drebėjimas“). Prielaida, kad projektinis žemės drebėjimas įvyks vienu metu su kitais ypatingais atsitiktiniais įvykiais, yra neprivaloma.

22. Sprendimas dėl SL-1 seisminio lygio rizikos vertinimo būtinumo priimamas atsižvelgiant į nustatytą grunto judėjimo dydį.

23. Seisminis pavojus turi būti nustatytas deterministiniais metodais. Projektinis grunto judėjimas gali būti pagrįstas deterministiniu atsako spektro įvertinimu. Projektinis grunto judėjimas turi būti apibrėžiamas taip, kad metinis spektrinių verčių viršijimo dažnis būtų intervale tarp 10^{-5} ir 10^{-4} . Kaip alternatyvus gali būti taikomas metodas, pagrįstas makroseisminių parametrų naudojimu, aprašytas TATENA-TECDOC-1347 [278], PN AE-G-5-006-87 [279].

24. Siekiant įvertinti spektrinių verčių pasiskirstymą kiekvieno įvykio atveju su tais pačiais šaltinio ir bangos kelio parametrais (dydžiu, židinio nuotoliu, bangos greičiu), projektiniam grunto judėjimui pagrįsti turi būti pakankamai informacijos apie įvykusius žemės drebėjimus kituose rajonuose.

25. Grunto projekcinio judėjimo horizontalia kryptimi plyno lauko maksimalus pagreitis turi būti ne mažesnis kaip 0,1 g.

26. Projektinis grunto judėjimas turi būti nustatomas ir apibrėžiamas, atsižvelgiant į šaltinio bei žemės drebėjimo bangos kelio parametrus, taip pat spektro formą, grunto judėjimo trukmę ir kt. Turi būti įvertinti artimos žemės drebėjimo zonos vidutinių dydžių ypatumai; jų spektro formos neturi būti painiojamos su tolimų žemės drebėjimų spektrų formomis.

27. Projektinis plyno lauko grunto judėjimas turi būti nustatomas grunto paviršiuje.

28. Siekiant gauti pradinius grunto judėjimo duomenis, nustatant grunto ir konstrukcijos sąveiką (SSI), turi būti atlikta plyno lauko judėjimo atvirkštinė sąsuka (angl. *deconvolution*), atsižvelgiant į realius grunto rodiklius.

Konstrukcijų, sistemų ir komponentų seisminės kategorijos

29. Visos seisminių apkrovų veikiamos konstrukcijos, sistemos ir komponentai (SSC), vykstant žemės drebėjimui, nebūtinai susiję su pagrindinių saugos funkcijų atlikimu. Šios funkcijos aprašytos saugos klasifikacijoje (žr. [273], 5.1 ir 5.2 punktus), sudarytoje remiantis svarbiausiomis saugos funkcijomis, kurias užtikrina visos projektinės sąlygos (postuluotų inicijuojančių įvykių atvejais). Todėl, remiantis saugos projektavimo požiūriu, be SSC skirstymo į saugos klases, papildomai rekomenduojama skirstyti į keturias kategorijas, atsižvelgiant į jų svarbą vykstant žemės drebėjimui ir po jo.

30. Tuo atveju, kai išorės įvykius galima klasifikuoti kaip apibrėžta [280] šaltinyje, skirstymas į seismines kategorijas turi atitikti minėtą klasifikaciją. Be kitų klasifikavimo būdų, tokių kaip sauga, kokybės užtikrinimas ir eksploatavimas, skirstymas į seismines kategorijas yra procesas, kurio metu komponentui priskiriama seisminė kategorija pagal tai, kokie reikalavimai jam keliama vykstant žemės drebėjimui ir po jo. Jei išorės įvykiai neklasifikuojami, skirstymas į seismines

kategorijas turi būti atliktas, atsižvelgiant į seisminio projektavimo ypatumus. Atitinkami priimtinumų kriterijai, taikytini komponentams, yra skirstymo į seismines kategorijas dalis.

31. AE turi būti apibrėžta 1 seisminė kategorija. Šios kategorijos komponentai turi būti suprojektuoti taip, kad galėtų atlaikyti dėl SL-2 lygio žemės drebėjimo grunto judesių kilusius padarinius. 1-osios seisminės kategorijos komponentai priklauso aukščiausios saugos klasėms, tai yra visi saugai svarbūs komponentai. 1-ajai seisminei klasei priklauso šie komponentai bei konstrukcijos, kurios juos palaiko:

31.1. komponentai, kuriems sugriuvus SL-2 lygio žemės drebėjimo metu gali tiesiogiai arba netiesiogiai susidaryti avarinės sąlygos;

31.2. komponentai, kurių reikia reaktoriui sustabdyti, jį išlaikyti sustabdytą, vykdant liekamosios šilumos nuvedimą bei parametrų, reikalingų šioms funkcijoms atlikti, kontrolę;

31.3. komponentai, kurių reikia užkirsti kelią radioaktyviosioms išlakoms (normos, kurias nustato branduolinę saugą reguliuojanti valstybės valdymo institucija) arba šias išlakas sušvelninti inicijuojančių įvykių atvejais, kurių tikimybės įvertintos projekte.

32. Komponentų atranka pagal pirmiau nurodytą c punktą yra susijusi su „apsaugos gilyn“ koncepcija: SL-2 lygio žemės drebėjimo metu visą laiką yra reikalingi visi apsaugos lygiai (žr. [275], 4.4 punktą) (pagal „apsaugos gilyn“ koncepciją apsauga nuo išorinių įvykių priklauso 1 lygiui). Fiziniai barjerai, suprojektuoti apsaugoti elektrinę nuo išorinių įvykių, išskyrus seisinius, žemės drebėjimo metu turi išlaikyti vientisumą ir funkcionalumą.

33. AE komponentai, priklausantys 1 seisminei kategorijai, turi būti projektuojami, montuojami ir eksploatuojami pagal BEO saugos reikalavimus, saugos atsarga turi būti didesnė nei naudojama tradiciniams civiliniams objektams. Visiems 1 seisminės kategorijos komponentams turi būti nustatyti priimtumo kriterijai (priimtumo kriterijai – tai nustatytos verčių ribos rodiklio, naudojamo įvertinti konstrukcijos, sistemos ar komponento sugebėjimą atlikti projekte numatytas funkcijas). Priimtumo kriterijai čia apibrėžiami kaip nustatytos konstrukcijų, sistemų ar komponentų funkcijų atlikimo arba sąlygų rodiklių verčių ribos postuluotuose inicijuojančiuose įvykiuose (pvz., rodiklis, susijęs su funkcionalumu, sandarumu ar nesąveika) pagal atliekamą saugos funkciją (tokie kaip projektiniai parametrai, rodantys funkcijų atlikimą, sandarumą ar maksimalų iškraipymą). Tačiau kai kuriais atvejais, išsamiai išnagrinėjus poveikį elektrinės saugos funkcijoms, fizinių barjerų priimtumo kriterijai gali būti sumažinti dėl apkrovų derinių, taip pat dėl SL-2 lygio žemės drebėjimo (žr. [275], 5.7 punktą).

34. Šiame punkte išvardyti komponentai turi būti įtraukti į 1 seisminės kategorijos sąrašą:

34.1. Procesų sistemos: pirmojo kontūro sistema; garo ir vandens maitinimo sistemos; šilumos nuvedimo sistema; valdymo strypų pavaros sistema.

34.2. Elektros sistemos: avarinio elektros tiekimo sistema, taip pat dyzeliai generatoriai, pagalbinės ir paskirstymo sistemos.

34.3. Valdymo ir kontrolės sistemos: reaktoriaus apsaugos ir kontrolės sistemos, reikalingos saugaus reaktoriaus sustabdymo funkcijai atlikti; svarbių matavimo ir kontrolės saugos funkcijų parametrai; valdymo skydai saugiai sustabdyti reaktorių ir t. t.

34.4. Konstrukcijos ir statiniai, kuriuose yra saugaus sustabdymo palaikymo sistemos, energetinės sistemos, valdymo ir kontrolės sistemos (tarp jų ir apsauginis gaubtas).

34.5. Dambos ir pylimai AE zonai apsaugoti.

35. Tarp atominės elektrinės komponentų, taip pat ir nepriklausančių saugai svarbių kategorijai [275], 2 seisminei kategorijai turi būti priskiriami šie komponentai:

35.1. komponentai, galintys erdvės požūriu sąveikauti (pvz., dėl sugriuvimo, nuvirtimo arba pasislinkimo) arba kitaip sąveikauti (pvz., dėl pavojingų dalelių išlakų, gaisro ar potvynio arba žemės drebėjimo sukeltų sąveikų) su komponentais, priklausančiais 1 ir 3 kategorijai. Turi būti parodyta, kad komponentų, priklausančių 2 seisminei kategorijai, pažeidimai neturės įtakos nei 1 ir 3 seisminei kategorijai priklausančioms komponentams atliekant saugos funkcijas, nei kitiems su sauga susijusiems operatoriaus veiksams;

35.2. komponentai, nepriklausantys 1 seisminei kategorijai, tačiau kurie reikalingi užkirsti arba sušvelninti avarijos sąlygas (atsiradusias dėl postuluotų inicijuojančių įvykių, išskyrus žemės

drejbėjimą) tokiam laiko periodui, per kurį tikėtina, kad gali įvykti SL-2 lygio žemės drejbėjimas.

36. Jei iš atliktos analizės, bandymų ar patirties yra aišku, kad vykstant žemės drejbėjimui bet kokia sąveika gali sutrikdyti komponentų, priklausančių 1 ir 3 seisminei kategorijai, darbą, turi būti imamasi vienos iš šių nurodytų priemonių:

36.1. 2 seisminės kategorijos komponentas turi būti perklasifikuotas į 1 ar 3 kategoriją ir atitinkamai suprojektuotas;

36.2. 2 seisminės kategorijos komponentas turi būti kvalifikuotas pagal SL-2, kad neigiamai nepaveiktų 1 ir 3 seisminės kategorijos komponentų;

36.3. 1 ir 3 seisminės kategorijos komponentai, kuriems gali kilti grėsmė, turi būti tinkamai apsaugoti, kad jų darbas dėl sąveikos su 2 seisminės kategorijos komponentais nebūtų sutrikdytas.

37. 2 seisminės kategorijos komponentai turi būti projektuojami, montuojami ir eksploatuojami pagal BEO saugos reikalavimus. Mažesnė nei numatyta branduolinės saugos standartuose saugos atsarga gali būti nustatoma tik tada, kai sąveikos tikimybė su 1 ir 3 seisminės kategorijos komponentais yra santykinai labai maža.

38. Čia pateikiami pavyzdžiai konstrukcijų, kurios visos arba jų dalis priskirtinos 2 kategorijai: turbinų salė; ventiliacijos kaminas; aušinimo vandens paėmimo konstrukcijos; priėjimo keliai.

39. AE turi būti apibrėžta 3 seisminė kategorija. 3 seisminei kategorijai turi priklausyti visi komponentai, kurie gali sukelti radiologinį pavojų, tačiau nėra susiję su reaktoriais (pvz., statiniai, kuriuose saugomas panaudotas kuras, radioaktyvios atliekos). Šie komponentai privalo turėti potencialių radiologinių padarinių keliamą pavojų atitinkančią saugos atsargą. Minėti potencialūs padariniai skiriasi nuo tų, kurias kelia reaktoriai, nes tai susiję su skirtingais išmetimo mechanizmais (pvz., nuotekos iš radioaktyvių atliekų, panaudoto kuro konteinerių pažeidimai).

40. Čia pateikiami pavyzdžiai konstrukcijų ir kt., kurios visos arba jų dalis priskirtinos 3 kategorijai: statiniai, kuriuose saugomas panaudotas kuras; statiniai, kuriuose saugomos radioaktyvios atliekos.

41. 4 seisminei kategorijai turi priklausyti visi komponentai, kurie nepriklauso 1, 2 arba 3 seisminei kategorijai.

42. Čia pateikiami pavyzdžiai konstrukcijų ir kt., kurios visos arba jų dalis priskirtinos 4 kategorijai: cechai, dirbtuvės; valgyklos pastatas; administracinis pastatas.

43. 4 seisminės kategorijos AE komponentų projektavimui turi būti keliami ne mažesni reikalavimai nei įprastinės rizikos objektams. Kai kuriems šios seisminės kategorijos komponentams, svarbiems eksploatavimo požiūriu, būtų pagrįsta pasirinkti griežtesnius priimtumo kriterijus, siekiant eksploatavimo tikslų. Remiantis tokiu požiūriu, būtų sumažintas poreikis stabdyti elektrinę, atlikti inspektavimą ir pakartotinę licencijavimą, taip leidžiant ją toliau eksploatuoti.

44. Seisminės kategorijos priskyrimas komponentui turi būti pagrįstas aiškiu supratimu, kokios komponento funkcijos turi būti užtikrintos žemės drejbėjimo metu arba po jo, siekiant garantuoti saugą. Kadangi komponentai atlieka skirtingas funkcijas, atskiros tos pačios sistemos dalys gali priklausyti skirtingoms kategorijoms. Hermetiškumas, pažeidimo lygis (pvz., nuovargis, nusidėvėjimas ir įtrūkimas), mechaninės arba elektrinės funkcinės charakteristikos, maksimalus poslinkis, likutinė deformacija ir geometrinių matmenų išlaikymas – tai pavyzdžiai aspektų, į kuriuos turi būti atsižvelgta.

45. Seisminės apkrovos turi būti įvertintos visų galimų elektrinės eksploatavimo režimų atvejais. Projektuojant seisminiu požiūriu atsparias konstrukcijas, būtina įvertinti atskirų jų komponentų seismines kategorijas.

46. Sudedamoji projektavimo dalis – detalaus komponentų sąrašo parengimas, nurodant jų seismines kategorijas ir priimtumo kriterijus.

Seisminių apkrovų ir eksploatavimo apkrovų kombinacija

47. Projektinės apkrovos grupuojamos taip:

47.1. L1 apkrovos normalaus eksploatavimo metu;

47.2. L2 papildomos apkrovos nepageidaujamų eksploatavimo atvejų metu;

47.3. L3 papildomos apkrovos avarijos sąlygomis.

48. Atliekant seisminius apskaičiavimus būtina atsižvelgti į nagrinėjamų komponentų buvimo vietą bei grunto ir AE konstrukcijų rodiklius, taip pat į masę ir standumą, įrangos išdėstymą AE. Turi būti įvertintos ribinių apkrovų kombinacijos.

49. Projektuojant seismiškai atsparias konstrukcijas, apkrovos, atsiradusios dėl žemės drebėjimų, turi būti nagrinėjamos kartu su šiomis AE apkrovomis (žr. 1 lentelę):

49.1. 1 ir 3 seisminių kategorijų komponentams L1 apkrovos turi būti nagrinėjamos kartu su projekcinio žemės drebėjimo apkrova pagal jų kategoriją;

49.2. 1 ir 3 seisminių kategorijų komponentams L1 ir L2 arba L3 apkrovos turi būti nagrinėjamos kartu su projekcinio žemės drebėjimo apkrova, jei L2 arba L3 apkrovos atsirado dėl žemės drebėjimo ir (arba) turi didelę tikimybę sutapti su žemės drebėjimų apkrovomis (pavyzdžiui, L2 apkrovos atsiranda gana dažnai nepriklausomai nuo žemės drebėjimo);

49.3. 2 seisminės kategorijos komponentams, sąveikaujantiems su 1 ir 3 seisminei kategorijai priklausančiais komponentais, turi būti naudojamos tos pačios kombinacijos, kaip ir 1 ir 3 seisminės kategorijos komponentams, numatant galimybę taikyti skirtingą saugos atsargą.

50. Projektuojant seisiniu požiūriu atsparias konstrukcijas, sistemas ir komponentus (SSC), turi būti atsižvelgiama į AE aikštelėje dėl žemės drebėjimo kilusius išorinius įvykius, tokius kaip potvyniai arba gaisrai. Jie turi būti įvertinti atliekant tikimybinę saugos analizę. Šios dėl žemės drebėjimo susidariusios apkrovos turi būti jungiamos arba su SL-1, arba su SL-2 apkrovomis, atsižvelgiant į įvykio laiką ir trukmę.

1 lentelė. Apkrovų jungimas su seisinėmis apkrovomis

Seisminė kategorija	L1	L2	L3	SL-2 ^a	Saugos atsarga
1	x			x	Pagal projektavimo standartus didesnės rizikos objektams (branduolinės saugos standartus).
b	x	x		x	Tokia pat, kaip nurodyta pirmiau.
b	x		x	x	Tokia pat, kaip nurodyta pirmiau.
2	x			x	Pagal projektavimo standartus didesnės rizikos objektams (branduolinės saugos standartus) arba mažesnės rizikos ^c .
b	x	x		x	Tokia pat, kaip nurodyta pirmiau.
b	x		x	x	Tokia pat, kaip nurodyta pirmiau.
3	x			x	Pagal projektavimo standartus objektų, kurių keliamas pavojus skiriasi (paprastai būna mažesnis) nuo atominių elektrinių.
b	x	x		x	Tokia pat, kaip nurodyta pirmiau.
b	x		x	x	Tokia pat, kaip nurodyta pirmiau.
4	x			x	Pagal įprastinės rizikos objektų projektavimo standartus.

^a SL-1 gali būti naudojamas kai kurioms apkrovų kombinacijoms, kurios skiriasi nuo SL-2, jei tai pagrįsta tikimybiniais apskaičiavimais.

^b Turi būti atsižvelgta tik tuo atveju, jei yra arba priežastinis priklausymas nuo SL-2, arba didelė sutapimo tikimybė.

^c Jei bus parodyta maža tarpusavio sąveikos tikimybė, gali būti aptarta galimybė palikti mažesnę saugos atsargą.

Seisminė galia

51. Priimtumo kriterijai apkrovų kombinacijoms, įskaitant SL-2 su L1 arba L2 apkrovų efektus, turi būti tokie pat, kaip ir L3 apkrovoms be žemės drebėjimo.

52. 1 ir 3 seisminių kategorijų konstrukcijos gali būti suprojektuotos taip, kad atskleistų netiesinį būvį (pagal pasirinktą medžiagą ir (arba) geometriją) bei parodytų, kad jų priimtumo kriterijai (išreikšti projekciniais parametrais, tokiais kaip elastingumas, maksimalus plyšio atsivėrimas, išlinkimų nebuvimas arba maksimalus plastiškumas) yra vykdomi turint seisminę

kategoriją atitinkančią saugos atsargą. Negrįžtama statinė konstrukcijų būklė (pvz., dėl riboto jungčių plastiškumo) turi atitikti tikėtinų seisminių įvykių dažnį. Bet kuriuo atveju specialūs priimtino kriterijai (pvz., hermetiškumas, maksimalus santykinis pasislinkimas ir funkcionalumas) turi būti išsamiai įvertinti, atsižvelgiant į seisminių kategorizavimą. Įvykus dideliame žemės drebėjimui, privaloma užtikrinti vientisumą, tačiau tolesnis eksploatavimas po žemės drebėjimo priklauso nuo to, kokie yra žemės drebėjimo poveikio konstrukcijų hermetiškumui rezultatai.

53. 2 seisminės kategorijos konstrukcijos gali būti suprojektuotos taip, kad atskleistų netiesinį būvį. Konstrukcinės komponento dalys, ypač siūlės ir sujungimai, turi atitikti priimtino kriterijuose nustatytą plastiškumo lygį.

54. Medžiagų savybės turi būti pasirinktos, remiantis atitinkamomis kokybės užtikrinimo programomis. Siekiant garantuoti ilgą medžiagų bei konstrukcijų, sistemų ir komponentų naudojimo laiką, turi būti atliktas atitinkamas senėjimo įvertinimas ([275], 5.47 punktą).

55. 4 seisminės kategorijos priimtino kriterijai privalo atitikti tradicinės rizikos objektų nacionalinius standartus.

Seisminis kvalifikavimas

56. Saugai svarbių komponentų kvalifikavimas gali būti atliktas naudojant vieną (ar daugiau) iš šių metodų: analizę; bandymai; žemės drebėjimų patirties įvertinimas; palyginimas su jau kvalifikuotais komponentais (panašumas).

57. Šiuos metodus taip pat galima kombinuoti.

58. Seisminis kvalifikavimas apima struktūrinio vientisumo bei darbingumo ir funkcionalumo kvalifikavimą. Seisminis kvalifikavimas atliekamas: konkretaus komponento arba jo prototipo; naudojant sumažinto mastelio modelį, sumažinto mastelio prototipą arba supaprastintą komponentą; remiantis komponento ir jo pavyzdžio panašumų analize, jei šis buvo kvalifikuotas tiesiogiai. Kad ir koks metodas būtų pasirinktas, jis turi tiksliai atspindėti realias komponento arba konstrukcijos charakteristikas esant tam tikriems poveikiams.

59. Kvalifikavimo programoje turi būti nustatomi reikalavimai, pagal kuriuos ribinės sąlygos, kurios taikomos elektrinės komponentui žemės drebėjimo metu, turi būti teisingai ir konservatyviai imituojamos, arba bet koks nukrypimas nuo šių sąlygų neturi labai pakeisti rezultatą. Svarbiausios iš šių sąlygų: sužadinimo, palaikymo, aplinkos ir eksploatavimo sąlygos.

60. Siekiant, kad rezultatai būtų pakankamai patikimi, turi būti įvertinta galimybė derinti analizės ir bandymų metodus, ypač atliekant prototipų bandymus.

61. Atliekant bandymus analizės būdu turi būti nustatomas jutiklių išdėstymas, nustatomos bandymų apimtys ir bandymų programų apimtys, apdorojami bandymų duomenys.

62. Atliekant bandymus analizės būdu turi būti patvirtintas medžiagos modelio teisingumas bei identifikuotas irimo pobūdis.

63. Atliekant analizę seisminis kvalifikavimas turi būti taikomas tiems komponentams, kuriems netaikomi funkciniai saugos reikalavimai, kurie negali būti kvalifikuoti atliekant bandymus. Statybinės konstrukcijos, baseinai, paskirstymo sistemos ir stambūs įrangos komponentai turi būti kvalifikuojami analitiniais metodais, įvykdžius jų modeliavimo reikalavimus, aptartus pirmiau.

64. Kadangi visi analitiniai metodai turi taikymo ribas, visi metodai ir programinė įranga turi būti atitinkamai verifikuoti, atliekant nepriklausomą analizę arba bandymus.

65. Turi būti atliktas visų dėl žemės drebėjimų galimų įrangos gedimų rūšių sisteminis įvertinimas, atsižvelgiant į saugos klasifikacijoje nustatytus priimtino kriterijus. Tai turi būti padaryta atliekant specialius bandymus. Aktyvių komponentų pajėgumas dirbti gali būti kvalifikuotas atliekant analizę tik tais atvejais, kai jų galimi gedimai gali būti nustatyti bei aprašyti įtempimo, deformacijų (taip pat tarpelių) arba apkrovos terminais. Likusiais atvejais aktyviems elementams kvalifikuoti būtina atlikti bandymus arba anksčiau įvykusių žemės drebėjimų analizę.

66. Net ir esant aukštam analitinių metodų sudėtingumo lygiui būtinos tam tikros prielaidos,

kurios geriausiai atveju padėtų nustatyti seisminius dėsningumus. Bandymų ir patirties duomenys turi būti visada naudojami, tikrinant analitinius rezultatus, ypač susijusius su atliekamomis funkcijomis.

67. Atliekant 2 seisminės kategorijos komponentų seisminį kvalifikavimą, kartu su pirmiau aprašytais metodais turi būti atliekama ekspertinė apžiūra (apėjimo metodas), kurios metu turi būti įvertinti galimi sąveikos mechanizmai: mechaninė sąveika arba sąveika dėl pavojingų dalelių išlakų, gaisro, potvynio (kurių priežastis yra žemės drebėjimas) ir trukdymas operatoriui atlikti saugai svarbų veiksmą dėl sunkesnio priėjimo. Tuo remiantis apėjimo metodas gali būti laikomas projekto įvertinimo dalimi [281].

68. Tiesioginio komponentų seisminio kvalifikavimo metodas yra tikro komponento arba jo prototipo bandymas. Jei analizės būdu neįmanoma pakankamai patikimai parodyti komponento vientisumo arba jo funkcinių pajėgumų, tada turi būti atliktas bandymas, patvirtinantis komponento pajėgumą atlikti funkcijas ir tiesiogiai arba netiesiogiai pagrįsti komponento kvalifikavimą. Seisminis kvalifikavimas, atliekant bandymus, turi būti vykdomas pagal TATENA Saugos vadovo rekomendacijas (žr. 273, 6.1- 6.26).

69. Seisminis kvalifikavimas, remiantis žemės drebėjimų patirties analize, turi būti vykdomas pagal TATENA Saugos vadovo rekomendacijas ([273], 6.29-6.31 punktai).

70. Seisminis kvalifikavimas netiesioginiais kvalifikavimo metodais turi būti vykdomas pagal TATENA Saugos vadovo rekomendacijas ([273], 6.32-6.37 punktai).

II. SEISMINIS PROJEKTAVIMAS

Tinkamas išdėstymas

71. Pradinėje elektrinės projektavimo stadijoje turi būti parengtas preliminarus objektų išdėstymo planas; siekiant tinkamiausio sprendimo dėl seisminių požįrių atspaus projekto, šis planas turi būti periodiškai peržiūrimas. Šio projekto procedūros turi būti parengtos, atsižvelgiant į ankstesnių didelę žalą padariusių žemės drebėjimų padarinius. Šiame skirsnyje nurodyti aspektai turi būti įvertinti, siekiant sumažinti žemės drebėjimų poveikį SSC.

72. Pradinėje projektavimo stadijoje seisminiai efektai (apkrovos, nepageidautini sukimo ir supimo efektai) turi būti mažinami, pasirenkant tinkamą konstrukcinę schemą, remiantis bendrais kriterijais, nurodytais [273], 3.2 punkte.

73. Siekiant sumažinti nepageidaujamą konstrukcijų judėjimo skirtumą, turi būti įvertinta galimybė išdėstyti konstrukcijas ant bendro pagrindo, arba bent jau jų įkasimo gylis turi būti skirtingas. Parenkant AE aikštelę neturi būti didelių grunto charakteristikų skirtumų po konstrukcijų pamatais.

74. Įprastinis išdėstymas ir paprastos konstrukcijų jungtys turi būti pritaikytos taip, kad palengvintų seisminę analizę ir pagerintų patalpose esančių vamzdinių bei įrangos seisminę galią. Susikertant konstrukcijų riboms (pvz., per deformacijos arba technologines siūles), jungiant statinius arba esant technologiniams požeminiams ryšiams tarp pastatų, turi būti atkreiptas dėmesys į galimus pažeidimus dėl konstrukcijų judėjimo skirtumų.

75. Gali būti pritaikytas specialus metodas visam projektui arba jo daliai, naudojant antiseismines sistemas ir įtaisus, tokius kaip, pavyzdžiui, atramos izoliatoriai. Ši metodika su specialiomis priemonėmis turi būti integruota į daug sudėtingesnės sistemos projekto pagrindus ir specialiąsias eksploataavimo instrukcijas dėl izoliacinių įrenginių periodinio inspektavimo ir priežiūros; šios papildomos pastangos gali būti itin naudingos, siekiant sumažinti SSC atsaką.

Geotechniniai parametrai

76. Kaip nurodyta [282] šaltinyje, informacija apie aikštelės ypatingas grunto charakteristikas turi būti gauta, atlikus aikštelės lauko bei laboratorinius tyrimus ir inžinerinę analizę. Minėtame dokumente pateikiamos rekomendacijos dėl lauko tyrimo apimčių bei joms

taikytinų reikalavimų. Jų tikslumas turi atitikti projektavimo procese keliamus patikimumo reikalavimus.

Statybinės konstrukcijos

77. Ypatingas dėmesys turi būti skiriamas šiems projektavimo ir projekto įvertinimo dalykams:

77.1. pagrindo adekvatumui [282];

77.2. atramų arba skirtingų rūšių pamatų po sujungtomis konstrukcijomis tinkamumui (pvz., neturi būti statoma taip, kad viena statinio pamatų dalis yra ant atraminių kolonų arba uolos, o kita – tiesiog ant grunto);

77.3. siekiant optimalaus standumo ir apkrovos pasiskirstymo su minimaliais apkrovos sukimo efektais, konstrukcijų rėmų ir skiriamųjų sienų subalansavimui ir simetriškumui;

77.4. gretimų pastatų susidūrimo (tai gali būti pastebima silpnai sujungtuose statiniuose) prevencijai dėl jų dinaminių deformacijų;

77.5. priestatų sujungimo su pagrindine konstrukcija pakankamumui (taip pat žr. 77.4 punktą);

77.6. būtinybei užtikrinti pagrindinių konstrukcijų elementų atsparumą, ypač šoninės slinkties jėgų atžvilgiu;

77.7. būtinybei užtikrinti pakankamą plastiškumą ir išvengti trapiojo irimo dėl šlyties arba suspaudimo; pavyzdžiui, pakankamai naudojant sutvirtinančio plieno ir ypač kolonų apkabų, siekiant išvengti priešlaikinio strypų, esančių plastinėse srityse, išlinkimo;

77.8. plieno armavimo įrengimui bei paskirstymui;

77.9. būtinybei suprojektuoti armatūros inkaravimą ir jungti taip, kad būtų užtikrintas tāsų irimas. Sudūrimus tarp konstrukcijų elementų būtina projektuoti tokius stiprius ir elastingus, kokie yra patys elementai;

77.10. netiesiniams lenkimo momentams, sukurtiems vertikaliai ir horizontaliai veikiančių jėgų žemės drebėjimo metu (vadinamasis „P-A“ efektas), įvertinti;

77.11. gruntinių vandenų plūdrumo papildomam poveikiui pamatams;

77.12. šoninio konstrukcijų poslinkio galimybei žemės drebėjimo metu vandeniui nepralaidžios medžiagos link;

77.13. dinaminiam „nekonstrukcinių“ elementų, tokių kaip pertvaros, poveikiui konstrukciniams elementams;

77.14. detaliam projektavimui konstrukcijų jungčių bei šilumos sukeltų įtempimų didelėse monolitinėse konstrukcijose, kurios pagal projektą turi būti atsparios žemės drebėjimui;

77.15. jėgų perdavimo efektams tais atvejais, kai apsauginis gaubtas (angl. *containement*) yra standesnis nei jį supančių betoninių konstrukcijų, ir tose vietose, kur yra jungtis, jie gali taip sąveikauti, kad žemės drebėjimo metu apkrovos gali būti perduotos apsauginiam gaubtui. Dėl šių konstrukcijų sąveikos sudėtingumo šias jėgas sunku įvertinti, ir šios konstrukcijos virš pamatų turi būti kuo daugiau atskirtos;

77.16. mechaninių komponentų tvirtinimų statybinėse konstrukcijose tinkamumui;

77.17. būtinybei sustiprinti pertvaras, kad jos ar jų dalys nenukristų ant svarbių saugai komponentų.

Kitos konstrukcijos

78. AE aikštelėse gali būti įrengtos šios saugai svarbios konstrukcijos:

78.1. aušintuvo paėmimo ir nuvedimo konstrukcijos: dambos, užtvankos ir pylimai;

78.2. apsauginės konstrukcijos: dambos, užtvankos, bangolaužiai, pylimai, sutvirtinimai;

78.3. ribojančios konstrukcijos: sienos, šlaitai, kanalai.

79. Šių konstrukcijų projektavimas turi būti atliekamas pagal jų seisminei kategorijai taikomus reikalavimus bei atsižvelgiant į tokius dalykus kaip:

- 79.1. šlaito griuvimas dėl projektinių grunto virpesių, taip pat grunto suskystėjimas;
- 79.2. konstrukcijų slinkimas ant silpnų pamato medžiagų arba medžiagų, kurių stiprumas gali sumažėti dėl grunto suskystėjimo;
- 79.3. požeminių vamzdynų pažeidimas arba protekis pro plyšius, atsiradusius dėl grunto judesių;
- 79.4. cunamis pajūrio pakrantėse arba stovinčios bangos vandens telkiniuose, žemės slinkčių arba uolų nuolaužų kritimas į vandens telkinius arba užtvankos slenksčio pažeidimas ar vandens išleidimas;
- 79.5. laikančiųjų sienų sugriovimas.

Vamzdynai ir įranga

80. Vamzdynų ir įrangos atsparumo, esant seisminėms apkrovoms, įvertinimas turi būti atliktas pagal galiojančias komponentų konstravimo taisykles.

81. Specialiųjų priemonių turi būti imamasi projektuojant įrangos ir vamzdynų seismiškai atsparias atramas:

81.1. Projektuojant atramas, visi sujungimai turi būti suprojektuoti taip, kad jų reakcija būtų tokia, kokia numatyta atramos analizėje, ir kad perduotų visą prie jų prijungtų elementų apkrovą. Jei naudojami šešių laisvės laipsnių ribotuvai, jie turi būti suprojektuoti, pagaminti ir sumontuoti taip, kad sumažintų bet kokio netikėto defekto arba įtrūkimo tikimybę palaikančiame elemente ir kad tai galėtų išplisti į funkcines dalis, tokias kaip padidėjusio slėgio apvalkalą arba pirminio kontūro vamzdyną.

81.2. Projektuojant tvirtinimo įrangą, reikėtų atkreipti dėmesį į galimą, pavyzdžiui, kabliuko formos arba plokščiais galais ankerinių varžtų naudojimą, siekiant užtikrinti, kad galimos jėgos ir momentai yra visiškai įvertinti ir kad medžiagos, iš kurių gaminami ankeriai, šioms tikslams yra tinkamos. Pagrindai turi būti pakankamai standūs, kad nebūtų svorto efektų, o ankeriniai varžtai – gerai pritvirtinti, kad nebūtų svyravimo efektų, žemesnių dažnių, padidėjusių atsako lygių, didesnių nei projektinių apkrovų, padidėjusios nuovargio rizikos arba rizikos atsiveržti, iškristi. Montuojant turi būti naudojami didesnio dydžio arba rezerviniai ankeriai.

82. Siekiant pagerinti atsparumą žemės drebėjimui, turi būti atsižvelgiama į šiuos aspektus:

82.1. Turi būti vengiama rezonanso, ir kai kuriais atvejais (pvz., reaktoriaus aktyviosios zonos komponentams gali būti sunku išvengti rezonanso, atliekant projekto modifikaciją) reaktoriaus pastato vidinės struktūros virpesių charakteristikos gali būti keičiamos, kad būtų išvengta rezonanso efektų. Jei sistemos yra labiau kietos, turi būti įvertinti terminiai įtempimai, kitos dinaminės apkrovos bei atramos taškų judėjimas skirtingais greičiais.

82.2. Kiek tai praktiškai įmanoma, reikia vengti įrangos (tokios kaip vamzdynai, matavimo įranga ir vidinės reaktoriaus konstrukcijos) rezonanso vyraujančiais juos palaikančių konstrukcijų dažniais. Kai kuriais atvejais, kai įrangos atsakas yra nemažas ir jo negalima sumažinti kitomis priemonėmis, sistemos virpesių slopinimą galima pagerinti atliekant tinkamas projekto modifikacijas.

82.3. Siekiant seismiškai įtvirtinti vamzdynus ir komponentus, taip pat leidžiant jų termines deformacijas, gali būti naudojami demperiai arba judėjimo ribotuvai. Negalima pernelyg dažnai naudoti vibracijos slopintuvus dėl jų poveikio eksploatavimui ir techniniam aptarnavimui. Turi būti naudojamos realios slopinimo vertės, siekiant nustatyti pradinis seismiškai atsparaus projekto duomenis, nes dėl per didelės projekto atsargos seisminių apkrovų atžvilgiu gali sumažėti projekto atsarga terminių apkrovų atžvilgiu (per laisvo pasislinkimo apribojimą).

82.4. Ypatingas dėmesys turi būti kreipiamas galimybei susidurti gretimais komponentams arba komponentams su gretimomis pastato dalimis dėl jų dinaminės slinkties. Turi būti atsižvelgiama į jungčių tarp komponentų, tarp komponentų ir pastato praėjimų, tarp komponentus ir pastatus jungiančių požeminių trasų paslankumą.

82.5. Vamzdynų atramos turi būti sumontuotos taip, kad perduodama apkrova įrangai būtų minimali.

83. Šių priemonių turi būti imamas, atsižvelgiant į visus galimus vibracijų šaltinius (pvz., lėktuvo kritimą, eksploatavimo sukeltas vibracijas ir sprogimus), nors jų efektai gali būti kitokie nei seisminių virpesių sukelti efektai.

III. SEISMINĖS ANALIZĖS METODAI

Bendrosios nuostatos

84. Šiame skirsnyje pateikiami reikalavimai ir rekomendacijos dėl branduolinės energetikos objektų SSC seisminės analizės metodų atitinka TATENA Saugos vadovo rekomendacijas Nr. NS-G-1.6 [273]. Reikalavimai taikomi pradinį seisminių duomenų bendrajam modeliavimui, SSC modeliavimo metodams, atskyrimo kriterijams, sąveikai su gruntu, skysčiais ir kitomis konstrukcijomis, taip pat grindų atsako spektrui įvertinti. Jie taip pat nustato specialiųjų komponentų modeliavimo metodus.

Seisminių pradinių duomenų modeliavimas

85. Vertinant konstrukcijas grunto virpesiai gali būti konservatyviai, tačiau realiai aprašyti atsako spektru arba seismogramomis (akselerogramomis). Pirmuoju atveju spektro forma, maksimalaus grunto pagreitis ir trukmė nustatomi, atsižvelgiant į pavojaus įvertinimą.

86. Pagal nusistovėjusią praktiką seisminių virpesių horizontalieji ir vertikalieji komponentai skaitmeniniame modelyje naudojami kartu. Šiuo atveju komponentai turi būti statistiškai nepriklausomi. Kai pradiniai komponentai naudojami atskirai, atitinkami konstrukcijų atsakai turi būti tinkamai sugrupuoti, atsižvelgiant į tai, kad abu pradiniai komponentai yra statistiškai nepriklausomi.

Bendrosios konstrukcijų ir įrangos modeliavimo metodikos

87. Siekiant minimizuoti modeliavimo metodikų poveikį rezultatams, branduolinės energetikos objektų SSC modeliuoti turi būti naudojamos tinkamiausios ir patikimiausios skaitmeninės metodikos. Apskritai rekomenduojama pasirinkti dvimačius arba trimačius detalius baigtinių elementų modelius, naudojamus tiksliausiose modeliavimo metodikose.

88. Nesudėtingi konceptualūs analitiniai modeliai gali būti naudojami įvertinti tik bendrą atsako pobūdį sudėtingose konstrukcinėse ar mechaninėse sistemose. Vietiniai įtempimai ir deformacijos geriausiai nustatomos naudojant detaliuosius modelius.

89. Konstrukcinių sistemų masės turi būti tinkamai įtrauktos į analitinius modelius. Modeliuojant turi būti atsižvelgta į dėl eksploatavimo atsiradusias apkrovas (taip pat laikinas), pasirinktas, atsižvelgiant į šių apkrovų derinių su žemės drebėjimu poveikį, įvertinimą bei projektinius apskaičiavimus dėl jų nepageidaujamų efektų.

90. Nesudėtingi sutelktųjų masių su spyruoklinėmis jungtimis modeliai, aprašantys pamato ir konstrukcijos sąveiką, gali būti naudojami apskaičiavimų, atliktų taikant detalesnius modelius, patikrai.

91. Pakanka pagrindo pasitikėti rezultatais modelių, turinčių daug tūkstančių laisvės laipsnių ir naudojančių sudėtingus grunto modeliavimo metodus, jei šie analitiniai įrankiai buvo palyginti su eksperimentiniais bei teoriniais rezultatais ekspertams priimtinais metodais. Naudotų kodų validavimas (vidinis kodo tikslumas) ir verifikavimas (kodo naudojimas specialiomis sąlygomis) turi atspindėti saugą pagrindžiančioje dokumentacijoje [277].

92. Jei gaunamas kai kurių konstrukcijos dalių atsako neapibrėžtumas, turi būti sudarytas daugiau nei vienas modelis. Siekiant pagrįsti priimamą sprendimą, būtina atlikti jautrumo analizę. Tai taip pat padės pasirinkti baigtinių elementų kiekį, dydį ir tipą. Siekiant išvengti galimų neapibrėžtumų, modeliai turi būti validuoti atliekant bandymus arba lyginant skirtingos sudėties skaitmeninius modelius.

93. Laisvės laipsnių skaičius dažnai pasirenkamas tiesiogiai, pvz., atliekant tradicinio pastato su aukštais apskaičiavimus. Kitais atvejais (pvz., kevalų arba sijų tipo konstrukcijų) pasirinkimas nėra paprastas ir priklausys nuo modų, reikalingų seisminei analizei, skaičiaus. Modelio detalumas turi atitikti kvalifikavimo tikslus bei tinkamas aprašyti atitinkamas lokalines modas. Praktinis būdas užtikrinti, kad į analizę būtų įtraukta pakankamai modų, – tai įtraukti kietojo kūno arba pagreičio atskaitos taške modas, kurios tinka aukštų dažnių modoms ir į kurias nebūtų atsižvelgta atliekant įvertinimą. Atmestų masių įvertinimas turi būti atliktas, siekiant galutinai patvirtinti jos eliminavimą. Turi būti užtikrinta, kad reikiamų atramų reakcijų apskaičiavimai yra atlikti.

Išskyrimo kriterijai

94. Branduolinės energetikos objektų SSC gali būti labai sudėtingi, ir vienintelis pilnas konstrukcijos modelis bus per sudėtingas arba blogai pritaikytas. Tokiu atveju analizės būdu turi būti išskirtos subkonstrukcijos, nustatant pagrindines sistemas ir posistemas.

95. Svarbiausios konstrukcijos, kurios įtrauktos į grunto ir konstrukcijų tarpusavio sąveikos modelį, turi priklausyti pagrindinėms sistemoms. Kiti SSC, susiję su pagrindinėmis sistemomis, turi sudaryti posistemas.

96. Sprendžiant, į kurią posistemę turi būti atsižvelgiama, atliekant pagrindinės sistemos analizę, turi būti remiamasi tam tikrais kriterijais. Tokie atskyrimo kriterijai turi nustatyti santykinės masės ir dažnio ribas tarp posistemės ir pagrindinių sistemų, ypatingas dėmesys turi būti skiriamas posistemių ir pagrindinių sistemų rezonanso galimybei.

97. Jei išskyrimo kriterijai nevykdomi, į pagrindinės sistemos modelį turi būti įtrauktas tinkamas posistemės modelis. Tais atvejais, kai posistemių rezonuojantieji dažniai yra didesni nei sustiprinti dažniai (daugiau kaip 15 Hz įprastinių projektinių žemės drebėjimų atveju), į pagrindinės sistemos modelį turi būti įtraukta tik masė.

98. Posistemių analizei reikalingi pradiniai seismoingumo duomenys, taip pat duomenys apie atramų bei sujungimų judėjimo skirtumus turi būti paimti iš analizės, naudojant pagrindinį modelį. Kai susietumas yra akivaizdus, posistemės modelis turi būti įtrauktas į pagrindinės sistemos analizę. Posistemės modelis mažiausiai turi turėti tokius pat kaip detalus posistemės modelis savuosius dažnius ir modalines mases.

Medžiagų savybės

99. Atliekant sustiprintų betono konstrukcijų modeliavimą, paprastai daroma prielaida, kad betone nėra plyšių. Tačiau atliekant jautrumo analizę turi būti nustatyti redukuotų, atspindinčių tam tikrą supleišėjimo laipsnį, skerspjūvių savybių efektai.

100. Grunto savybių parinkimas, dažnių ir deformacijų priklausomumas turi būti tinkamai dokumentuoti. Tyrimo metodai bei bandymų procedūros pateikiamos [282] šaltinyje. Grunto savybių kitimo ribos turi būti apibrėžtos, atsižvelgiant į geotechninių parametrų neapibrėžtumus, kaip siūloma [282] šaltinyje. Grunto savybių skirtumai gali turėti poveikį konstrukcijų savybėms (pvz., dėl skerspjūvių įtrūkimų): tai turi būti nuodugniai aptarta atliekant saugos įvertinimą.

101. Konstrukcijų virpesių slopinimas, naudojamas atliekant kvalifikavimo analizę, turi būti konservatyviai, kartu ir realiai, apibrėžtas. Eksperimento būdu nustatytas medžiagų arba sistemos konstrukcijų virpesių slopinimas turi būti kruopščiai įvertintas, nes gali neatspindėti sumontuoto komponento realaus darbo režimo.

102. Seisminėje analizėje naudojamos slopinimo vertės turi būti arba vidutinės, arba medianinės.

103. Seisminei analizei taikomos grunto slopinimo vertės (susijusios su geometrija ir medžiaga) turi būti gautos konservatyviai taikant inžinerinį įvertinimą. Į slopinimo koeficiento, judėjimo amplitudės ir dažnio kitimo verčių išsibarstymą gali būti atsižvelgta, jei tai patvirtinta eksperimentų rezultatais.

104. Atliekant skaitinį modeliavimą, ypatingą dėmesį reikia skirti modelio dalims, turinčioms skirtingas slopinimo vertes (pvz., grunto, konstrukcijų ir komponentų).

Sąveika su gruntu, skysčiais ir kitomis konstrukcijomis

105. Modeliuojant pastatus arba didelius baseinus, turi būti atsižvelgta į grunto ir konstrukcijos tarpusavio sąveiką, o pats modeliavimas turi būti atliktas tiksliai ir detalai. Pradiniai grunto judėjimo duomenys, nustatyti paviršiaus sąlygoms, turi būti perskaičiuoti nustatytam grunto-konstrukcijos sistemos lygiui, paprastai pamatų lygiui pagal [282] šaltinį, atsižvelgiant į įtvirtinimo ir gruntinių vandenų horizonto gylį bei vietoje pakeistas grunto savybes. Šio proceso metu turi būti keičiami pradiniai duomenys. Atvejai, kai gaunamas didelis grunto pradinio judėjimo sumažėjimas, turi būti kruopščiai pagrįsti.

106. Grunto ir konstrukcijos tarpusavio sąveikos efektai turi būti įvertinti atitinkamai modeliuojant grunto-konstrukcijos sistemą. Naudotas grunto savybių verčių intervalas ir modeliavimo būdas turi būti kruopščiai dokumentuoti. Ypatingą dėmesį skirti grunto kraštinių sąlygų modeliavimui – atsižvelgti į seisminių bangų radiacinius efektus beribėje terpėje.

107. Šoninis žemės slėgis konstrukcijų arba pamatų po žeme esančioms dalims turi būti įvertinami remiantis [282] šaltiniu.

108. Prisotintų granuliuotų grunto sluoksnių suskystėjimo galimybė, galimybė prarasti laikomąją galią, grunto nusėdimo galimybė turi būti įvertintos, atsižvelgiant į projektinį žemės drebėjimą, paprastai aprašomą kaip SL-2 grunto judėjimą. Kaip teigiama [282] šaltinyje, turi būti parodyta, kad minėtais atvejais reikalinga saugos atsarga yra išlaikoma.

109. Turi būti atsižvelgta į šiuos žemės drebėjimo poveikius užkastoms nepriklausomoms konstrukcijoms (pvz., užkastiems vamzdžiams, praėjimams, įtvirtinimams):

109.1. dėl supančio grunto atsiradusios deformacijos žemės drebėjimo metu ir po jo;

109.2. poslinkio skirtumai arba apkrovos pastatų, arba kitų konstrukcijų sujungimo galuose;

109.3. talpinamų skysčių poveikis (impulsyvios apkrovos, hidrostatinis slėgis ir taškymo efektai).

110. Požeminių konstrukcijų projektavimo rekomendacijos pateikiamos [282] šaltinyje.

111. Gretimi pastatai arba komponentai, esantys ant tų pačių pamatų, turi būti įtraukti į tą patį modelį, kai santykinis poslinkis gali turėti įtakos nustatytiems priimtinumui kriterijams (tokiems kaip projektiniai parametrai, žymintys tamprumą, didžiausią plyšio atsivėrimą, klupimą arba maksimalų stamantumą).

112. Siekiant išvengti gretimų konstrukcijų dalių arba gretimų pastatų susilietimo bei atsižvelgiant į būtinybę turėti reikiamą saugos atsargą, būtina patikrinti tarp jų esančių tarpų dydžius.

113. Modeliuojant konstrukcijas turi būti atsižvelgiama į posistemes, galinčias sukelti inercinius efektus dėl rezervuaruose arba baseinuose laikomų skysčių. Ypatingą dėmesį reikia skirti lanksčių talpų judėjimui vertikalia kryptimi įvertinti.

114. Teliūskuojantis skystis gali sukurti konstrukcijų arba jų dalių nemažas smūgines apkrovas žemyn ir aukštyn, taip pat ciklines apkrovas. Ypač šios smūginės apkrovos gali pažeisti rezervuarų stogus, taip pat pritvirtinimus prie rezervuarų arba baseinų sienų.

115. Turi būti įvertinta galimybė panaudoti supaprastintą modelį, sudarytą iš ekvivalenčių sutelktųjų masių ir spyruoklių, siekiant, kad teliūskavimo atsakas būtų teisingai užfiksuotas reikalingame dažnių intervale.

116. Teliūskavimo režimo slopinimo koeficientas turi būti labai mažas (0,5% arba mažesnis), nes slopinimas paprastai priklauso nuo vibracijų pobūdžio, o šios – nuo talpos medžiagos, naudojamų sujungimų ir ankerių. Tačiau jei pagreičio vandens paviršiuje vertikalioji komponentė bus didesnė nei 1,0 g, paviršiuje gali būti sukeltos papildomos bangos. Šiuo atveju tiriant atsaką turi būti įvertinti netiesiniai slopinimo efektai.

Bendrosios mechaninių ir elektrinių komponentų modeliavimo metodikos

117. Mechaniniai ir elektriniai komponentai, nepriklausantys pirmajam kontūrai, paprastai analizėje vaizduojami vienetinės masės arba daugelio masių sistema, sujungta su pagalbiniu pastatu. Jų dinaminio ryšio su pagrindiniu pastatu gali būti nepaisoma, patvirtinus, kad jie atitinka bendruosius išskyrimo kriterijus, aptartus pirmiau.

118. Įrangos modeliavimas paprastai skirstomas į kelias kategorijas. Komponentų, kurie nėra modeliuojami kartu su laikančiąja konstrukcija, analizės pradiniai duomenys yra grindų atsakas, išreikštas arba projektine grindų judesio laiko istorija, arba projektiniu atsako spektru (projektinė grindų judesio laiko istorija – tai nagrinėjamos konstrukcijos grindų judėjimo per tam tikrą laiką charakteristika, nustatyta remiantis projektinio grunto judesiu, atsižvelgiant į pradinių grunto judėjimo duomenų nepastovumą ir neapibrėžtumą bei pastato ir pamato charakteristikas).

119. Izoliacijos kiekis, dydis, atramų tarpelių vieta ir skaičius, sujungimo tipas (pvz., flanšas), atsako dažnis, lanksčių arba energiją sugeriančių atramų įranga gali veikti slopinimą, kuris turi būti įvertintas projektuojant komponentus. Šis efektas turi būti rūpestingai įvertintas ir tinkamai sumodeliuotas.

120. Turi būti įvertintas teliūskavimo, smūginių apkrovų, įskaitant dažnių, efektų poveikis indams bei rezervuarams, kuriuose saugomi skysčiai. Šie efektai gali pasireikšti skysčio hidrodinamine apkrova ir funkcinų galimybių pablogėjimu (pvz., kuro baseinų ekranavimo efektyvumo praradimu arba matavimo prietaisų signalų sutrikdymu).

Bendrosios paskirstymo sistemų modeliavimo metodikos

121. Paskirstymo sistemų (vamzdynų, kabelių lovelių ir kabelių izoliacinių vamzdžių) atsakas į žemės drebėjimą turi tendenciją būti netiesinis. Įtempimų bei atramų atsakų apskaičiavimai, atliekant tiesinę tampriąją analizę, pateikia apytikslus duomenis apie įtempimus ir atramų apkrovas, kurie būtų tinkami palyginti su priimtumo kriterijais, taikomais, siekiant nustatyti projekto tinkamumą, tačiau šie apskaičiavimai negali būti naudojami, siekiant nustatyti tikslas realių įtempimo ir atramų atsakų vertes. Modeliuojant nejudančios paskirstymo sistemų atramos su tam tikrais apribojimais dėl jų deformacijų gali būti laikomos standžiomis.

122. Modelyje turi būti atsižvelgta į vamzdynų elementų, tokių kaip alkūnės, trišakiai ir antgaliai, lankstumą arba standumą. Į spyruoklines pakabas, atliekant seisminę vamzdynų analizę, galima neatsižvelgti. Jei vamzdynų sistemoje yra siurblys arba vožtuvas, turi būti įvertintas jų atsakas. Turi būti atsižvelgta į visas papildomas mases, įskaitant jų (pvz., vožtuvų pavarų, siurblių, skysčio vamzdynuose, šilumos izoliacijos) ekscentricitetus.

123. Kai paskirstymo sistemos yra sujungtos dviejuose (arba daugiau) taškuose, turinčiuose skirtingas judesio eigas bei atsako spektrus, atskiros atramos taško pavienis atsako spektras turi būti taikomas atsargiai. Atsižvelgiant į inertiškumo efektus, turi būti naudojami arba gaubiamosios spektras, arba visi spektrai. Kadangi gaunami rezultatai ne visada yra konservatyvūs, juos analizuojant būtina naudoti inžinerinį įvertinimą. Jei gaunami nepatikimi rezultatai, turi būti naudojami metodai, kai atsižvelgiama į daugiaatraminį sužadinimą, juos jungiant su analize normalinių bangų metodu.

124. Be inercinių efektų, turi būti rūpestingai įvertinti atramų pasislinkimo skirtumų efektai, nes žemės drebėjimų patirtis parodė, kad šie efektai gali turėti didelės įtakos vamzdynų sistemų pažeidimams žemės drebėjimo metu.

Analitiniai metodai

125. Kai skaitmeninės analizės rezultatai reiškiami grindų atsako spektru, maksimaliu santykinu poslinkiu, santykiniais greičiais, absoliutiniais pagreičiais ir maksimaliais įtempimais žemės drebėjimo metu, tiesinė dinaminė analizė bus tinkama daugeliui modelių. Šis grindinio atsako spektras yra grindų tam tikrame pastato aukštyje judėjimo atsako spektras, papildantis pradinius grunto judėjimo duomenis. Ten, kur yra tinkama arba būtina, kaip alternatyva turi būti

atliekama netiesinė dinaminė analizė (pvz., netiesinės apkrovos atramų, pagrindo medžiagų savybių, nagrinėjant grunto ir konstrukcijos sąveiką arba sąveiką tarp kietųjų dalių).

126. Kompromisą tarp sprendimų, daromų remiantis tiesine ir netiesine analize, lemia kiekvieno konkretaus atvejo sąlygos: ten, kur yra neapibrėžtumų, šis būdas paprastai reikalauja geriau apibrėžtų pradinių parametrų. Prieš darant sprendimą turi būti atlikti parametriniai tyrimai.

127. Supaprastintų metodų, tokių kaip ekvivalentinių statinių, naudojimas atliekant įvertinimą turi būti ribojamas.

128. Taikant atsako spektro metodą, maksimalus kiekvienos modos atsakas turi būti įvertinamas tiesiogiai naudojant projekcinį atsako spektrą. Maksimalus atsakas visomis pagrindinėmis kryptimis turi būti nustatytas modalinių maksimumų, tokių kaip modalinių atsakų kvadratų sumos kvadratinės šaknies, kombinacijų būdu arba atliekant kvadratinų kombinacijų procedūrą. Esant tankiai išsidėsčiusiems modaliniams dažniams turi būti atliekamos konservatyvios procedūros, imant kiekvieno tankiai išsidėsčiusio modalinio ir kietojo atsako absoliutines vertes. Analizėje naudota trūkstama masė, kaip modeliavimo funkcijos elementas, dažnių atrankos riba ir modalinio dalyvavimo koeficientai turi būti kruopščiai įvertinti ir dokumentuoti.

129. Dėl pagreičio pradinių duomenų įtakos atsakų trimis skirtingomis kryptimis jungimas turi būti atliekamas, traukiant atskirų atsakų kvadratų sumos kvadratinę šaknį. Taikytina praktika, kai horizontalaus judėjimo pradiniai duomenys apibrėžiami dviejų horizontalių ortogonalų krypčių atstojamąja ir yra jungiami su vertikalaus judėjimo duomenimis, siekiant nustatyti atsaką, turintį blogiausius padarinius.

130. Laiko istorijos metodu analizuojamos sistemos konstrukcijų atsakas turi būti apskaičiuojamas kaip laiko funkcija tiesiogiai arba transformavus į modales koordinates (tik tiesinių modelių atveju). Pradiniai judėjimo duomenys turi būti išreikšti pagreičio tam tikrame grunto arba pastato aukštyje realių arba dirbtinių laikinių diagramų grupe, pasirinkta taip, kad tinkamai aprašytų projekcinį atsako spektrą ir kitas seisminio pavojaus charakteristikas (pvz., trukmę).

131. Turi būti pasirinktas tinkamas integravimo žingsnis, atitinkantis rezultatų detalumo reikalavimus bei bendrąsias modeliavimo prielaidas (pvz., elementų tinklo tankį).

132. Netiesinei analizei skirtingų apkrovų kombinacijų tiesinė rezultatų kombinacija nebegalioja. Šiais atvejais turi būti naudojamos tinkamai validuotos konservatyvios gaubiamosios procedūros.

133. Metodai, besiremiantys analize stamantrumo rodiklių, taikomų arba tiesiškai įvertintoms vidinėms jėgoms, arba pradinių duomenų spektrui, 1 ir 3 seisminei kategorijai priklausantiems komponentams, turi būti naudojami tik patikrinimui atlikti. 2 ir 4 seisminei kategorijai priklausantiems komponentams, kur tinkama, gali būti naudojamos supaprastintos, plastiškumo rodiklių įvertinimu pagrįstos procedūros, bet jų vertės turi būti pagrįstos arba bandymų rezultatais, arba analize.

Grindų atsako spektro įvertinimas

134. Grindų atsako spektras, kuris paprastai naudojamas kaip pradiniai seisminiai duomenys įrangai projektuoti, turi būti gaunamas remiantis konstrukcijų atsaku į projekcinį grunto judėjimą. Struktūrinės analizės pradiniai duomenys turi būti realios arba dirbtinės judėjimo istorijos, kuriomis remiantis gaunamas atsako spektras yra tiek konservatyvus, kiek ir atsako spektras į projekcinį grunto judėjimą.

135. Kaip alternatyva projektiniam grindų atsako spektrui apskaičiuoti gali būti naudojami tiesioginiai metodai, darant supaprastintas inžinerines prielaidas dėl laisvo lauko grunto judėjimo ryšio su grindų atsako spektru. Projektinis grindų atsako spektras – tai grindų atsako spektras tam tikrame pastato aukštyje, gaunamas modifikuojant vieną arba kelis grindų atsako spektrus, atsižvelgiant į pradinių grunto judėjimo duomenų variantiškumą ir neapibrėžtumą bei pastato ir pagrindo charakteristikas. Tačiau tokio grindų atsako spektro konservatyvumas turi būti palygintas su laiko istorijų analizės rezultatais.

136. Turi būti atliekama grindų atsako spektro apskaičiavimų kritinė peržiūra ir inžinerinis įvertinimas, atsižvelgiant į spektro formą bei pastatų ir grunto, ant kurio jie stovi, medžiagų virpesių charakteristikas.

137. Grindų atsako spektras turi būti praplėstas, atsižvelgiant į galimus pastato komponentų virpesių charakteristikų neapibrėžtumus. Daugeliu atvejų šios vertės yra nuo $\pm 10\%$ iki $\pm 15\%$. Praplėtimo apimtys gali būti sumažintos, jei atliekami parametriniai apskaičiavimai, nustatant neapibrėžtumus, susijusius su grunto modeliavimu. Kaip alternatyva praplėsto spektro segmentai gali būti naudojami komponentams analizuoti. Sistemų, turinčių artimus dažnius, atveju tokio segmentuoto atsako spektro analizė gali padėti išvengti perdėto konservatyvumo.

138. Tais atvejais, kai įranga sujungta su labai lanksčiais konstrukcijų elementais (vertikalaus poslinkio padidėjimas dėl grindų slankumo) arba kai atsiranda nemažas pastato sukimo momentas, turi būti įvertintos grindų atsako spektro pradinių duomenų modifikacijos.

139. Kai pastato standumo ir masės centrai labai skiriasi ir jei atliekant pastato bei jo konstrukcijų modeliavimą į tai nebuvo atsižvelgta, tada komponentai, esantys toliau nuo standumo centro, turi būti nagrinėjami atliekant netiesinę analizę, arba grindų atsako spektras turi būti modifikuotas, atsižvelgiant į atramos konstrukcijų atsaką į sukimą.

140. Tuo pat metu turi būti atliktos reikiamos grindų atsako spektro modifikacijos, jei netiesiškumo įtaka konstrukcijų atsako spektrui yra didelė. Kiekvienam komponentui priskirta stamantrumo vertė turi atitikti struktūrinio detalumo lygį.

VIII. ESAMŲ KONSTRUKCIJŲ, SISTEMŲ IR KOMPONENTŲ (SSC) SEISMINIS ĮVERTINIMAS

I. BENDRIEJI ASPEKTAI

Seisminio įvertinimo tikslas

141. Prieš pradėdant bet kokį seisminį įvertinimą, būtina nustatyti jo tikslą. Tai yra pagrindinis principas, patvirtinantis, kad įvertinimas bus atliktas sėkmingai. Atsižvelgiant į tikslą, galima pasirinkti įvertinimo procedūras, kurios yra labai skirtingos. Tuo atveju, kai seisminis įvertinimas yra periodinio AE saugos įvertinimo arba bendro AE saugos įvertinimo dalis, revizuojamo lygio žemės drebėjimas (RLE) turi būti pagrįstas seisminio pavojaus AE aikštelėje vertinimu. Jei vertinimas atliekamas remiantis nauja informacija apie seisminį pavojų, RLE turi būti pasirinktas toks, kad atspindėtų ir naują pavojaus lygį.

142. Esamo objekto seisminės galios įvertinimas turi būti atliekamas:

142.1. remiantis naujais ir papildomais duomenimis ir (arba) naujais metodais, atsiradus didesniais seisminiais pavojais aikštelėje, nei nustatyta anksčiau;

142.2. parodant, kad reguliuojančiųjų institucijų reikalavimai, pvz., periodiniam saugos įvertinimui atlikti, yra vykdomi ir kad objektas turi pakankamą saugos atsargą dėl seisminių apkrovų;

142.3. jei objektas buvo suprojektuotas neįvertinant arba netinkamai įvertinant seisminę riziką projektavimo metu;

142.4. išsiaiškinus naujus techninius trūkumus, tokius kaip kai kurių konstrukcijų arba įrangos pažeidžiamumas arba patirties, gautos įvykusių žemės drebėjimų metu, naudojimas.

143. Pastatytų objektų įvertinimo programose turi būti numatytas objekto („toks, koks yra“) seisminės galios įvertinimas, siekiant nustatyti reikalingas projekto gerinimo priemones arba eksploatavimo procedūrų pakeitimus. Turi būti skiriamos „seisminio kvalifikavimo“ ir „seisminio įvertinimo“ sąvokos. Seisminis kvalifikavimas atliekamas projektuojant, o seisminis įvertinimas - esamiems objektams.

144. Seisminio saugos įvertinimo programos turi būti sudarytos iš trijų svarbių dalių:

144.1. seisminio pavojaus įvertinimas – išorės įvykio, atitinkančio specifines vietos seismines tektonines ir grunto sąlygas bei pradinio judėjimo duomenis;

- 144.2. saugos analizė, siekiant nustatyti konstrukcijas, sistemas bei komponentus (SSC), kurie seismo įvykio metu yra susiję su saugiu reaktoriaus sustabdymu;
- 144.3. objekto seisminės galios įvertinimas nustatytai seisminei apkrovai.

Saugos įvertinimo koncepcija

145. Sprendžiant apie esamo objekto saugumą, būtina turėti informaciją apie seisminę apkrovą, analizės metodologiją bei galios įvertinimo kriterijus. Seismo įvertinimo koncepcija atsižvelgia į netiesinį deformavimo pobūdį. Šiuo metodu galima įvertinti tikėtiną netiesinį kai kurių SSC funkcionavimą ir išsamiau – kai kurias objekto charakteristikas, geriau suprasti pažeidimų būdus ir turimą objekto saugos atsargą. Pateiktomis rekomendacijomis turi būti remiamasi analizuojant AE funkcines galimybes. Pavyzdžiui, šis metodas gali būti taikomas konstrukcijoms, kurios turi išlaikyti įrangą žemės drebėjimo metu, arba vamzdinių sistemoms, kurios turi išsaugoti debito dydį.

Seisminiai pradiniai duomenys

146. Seismo pavojaus aikštelėje įvertinimas turi dvi užduotis:
- 146.1. vertinti geologinę struktūrą, pavyzdžiui, yra arba nėra Žemės plutos defektų, dėl kurių galėtų atsirasti grunto poslinkiai po pastatais ar konstrukcijomis arba šalia jų;
- 146.2. nustatyti grunto seismo judėjimo AE aikštelėje lygį. Pagrindinis principas (nustatant RLE) – seismo grunto judėjimo lygis turi būti toks pat, kaip būtų apskaičiuojamas naujai AE toje pačioje vietoje.

Saugos analizė

147. Saugos analizės tikslas yra apibrėžti SSC, kurie reikalingi, kad būtų pasiekti saugos tikslai seismo įvykio atveju, bei nustatyti jų funkcijas, kurias jie turi patikimai atlikti, arba gedimus, kuriems turi būti užkirstas kelias žemės drebėjimo metu ir po jo.

148. Atliekant esamų branduolinės energetikos objektų SSC seismo įvertinimą gali būti naudojamos tos pačios procedūros, kaip ir įvertinant naujus SSC. Jei esami SSC jau įvertinti pagal naujiems SSC taikomą metodiką, jų įvertinimas toliau neatliekamas.

149. SSC, kurie neatitinka reikalavimų, taikomų naujai projektuojamiems SSC, gali būti analizuojami naudojant SMA arba SPSA metodą. Jei nustatytos seisminės galios poreikis yra didesnis už projektinį, seisminė objekto saugos analizė gali būti atlikta naudojant vieną iš šių dviejų metodų:

- 149.1. SMA metodą, kai naudojamas RLE žemės drebėjimo lygis;
- 149.2. iš eilės žemės drebėjimo pavojaus nustatymas pakeičiamas tolydžia žemės drebėjimų seka, kur projektinis žemės drebėjimas tampa gaubiamuoju drebėjimu, įvertinančiu realų žemės drebėjimą, nuo kurio atsiranda pažeidimus sukeliantys dažniai.
150. Jei naudojamas SMA metodas, turi būti parodyta, kad SSC yra pakankamai atsparūs, todėl gali patikimai atlikti funkcijas RLE atveju. Jei naudojamas SPSA metodas, turi būti parodyta, kad žemės drebėjimo padariniai yra priimtini.

Patirties grįžtamasis ryšys ir apžiūros

151. SSC seisminės galios arba trapumo įvertinimas labai priklauso nuo patirties (sukauptos tikrų žemės drebėjimų arba eksperimentų metu), sukauptos duomenų bazės, naudojimo.
152. Sukauptos patirties duomenys:
- 152.1. turi būti panaudoti saugos analizės procese;
- 152.2. padeda įvertinti SSC laikomąją galią;
- 152.3. teikia pagrindą atlikti apžiūroms;

152.4. gali būti gauti iš skirtingų šaltinių, todėl jų taikymas konkrečiomis sąlygomis turi būti validuotas.

153. Pagrindiniai apžiūros tikslai yra šie:

153.1. patikrinti SSSC: patvirtinti jų sąrašą, funkcijas, jų galimus suirimo mechanizmus; peržiūrėti SSSC, siekiant išaiškinti seisminiu požiūriu atsparių konstrukcijų skirtumus bei nustatyti lengvai pataisomas jų vietas; patvirtinti SSSC analizei naudojamos duomenų bazės tinkamumą;

153.2. patikrinti, kaip realios sąlygos atitinka projektą, jei įvertinimas buvo pagrįstas analize;

153.3. aprašyti konfigūraciją, kuria remiantis būtų galima atlikti tolesnius įvertinimus.

Atsparumo įvertinimas

154. SSSC seismo atsparumo įvertinimo kriterijai turi būti konservatyvesni nei kriterijai, taikomi atliekant įprastinį pramonės objektų seisminį įvertinimą, tačiau mažiau konservatyvūs nei reikia kvalifikuojant naujas AE. Įvertinimo procesas iš tiesų yra susijęs su poplastinių savybių įvertinimu; modelis turi atspindėti vykstančius fizikinius procesus.

Techninės išvados

155. Pagrindinės esamų AE seismo įvertinimo techninės išvados yra apibendrintos šioje skirsnio dalyje. Į šias technines išvadas turi būti atsižvelgiama, sudarant AE seismo įvertinimo programą.

156. Žinoma techninė išvada – gerai suprojektuoti pramonės objektai, ypač AE, turi būdingą savybę atlaikyti stipresnius žemės drebėjimus, nei numatyta projekte. Ši savybė yra tiesioginė seismo projektavimo procedūrų konservatyvumo pasekmė ir paprastai nusakoma „seismo atsparumo atsargos“ terminu.

157. Kadangi projektinės seismo atsparumo ribos nustatomos projektavimo kriterijuose, todėl seismo atsparumo ribos skirtingose AE vietose, konstrukcijose, sistemose bei konstrukcijų vietose gali labai skirtis.

158. Jei AE jau pastatyta, projektinės seisminės galios padidėjimas gali brangiai kainuoti. Atitinkama seismo atsparumo riba gali būti nustatyta naudojant specialiąsias šiai fazei taikytinas saugos įvertinimo procedūras, tokias kaip apžiūros. AE seisminės apžiūros gali būti rengiamos, kaip nurodyta [285] šaltinyje.

159. Tai, kad AE jau pastatyta ir eksploatuojama, jos statybos sąlygos ir reali būklė gali būti patikrintos, yra taip pat svarbu, priimant sprendimą dėl seismo įvertinimo detalumo lygio ir naudojamų įvertinimo metodų.

II. SAUGOS ASPEKTAI

Siūlomos metodikos

160. Sprendimas turi būti daromas pradžioje, nepaisant to, kokia bus naudojama seisminės saugos įvertinimo metodika – ar SMA, ar SPSA. Turi būti atsižvelgiama į šiuos veiksniai:

160.1. galimybę turėti tikimybinių saugos įvertinimo (PSA) rezultatus dėl vidinių inicijuojančių įvykių, kitokių nei seisminiai įvykiai;

160.2. seismo statyb vietės pavojaus lygį;

160.3. bendruosius studijos tikslus (ar įvertinti riziką reikalauja valstybės valdymo institucija).

161. SMA ir (arba) SPSA metodų pranašumas yra tas, kad visa elektrinė gali būti įvertinta kaip vientisas vienetas, apimantis sistemų ir erdvinę sąveiką, gedimus dėl bendros priežasties, personalo veiksmus, neseismo pobūdžio gedimus ir eksploatavimo procedūras. Taigi šiais metodais nustatomos pažeidžiamos vietos, turinčios įtakos visos AE saugai, ir galimi įrangos ir

procedūrų patobulinimai.

162. SMA metodas paprastai naudojamas įvertinti esamų eksploatuojamų objektų seisminį saugumą revizuojamo lygio žemės drebėjimo atžvilgiu. Šis metodas yra deterministinis, naudojantis tokį pat modelį kaip projekto procedūros, tačiau ne toks griežtas kaip naujų objektų projektavimo kriterijai. Vis dėlto jis turi ir tikimybinį pagrindą, kuris užtikrina aukštą elektrinės patikimumo lygį RLE atveju saugiai stabdant reaktorių. Šiuo metodu galima nustatyti, ar pastatytos elektrinės atsparumas tinkamas, ar didesnis nei reikiamas įvykus RLE.

163. SMA metodui būdinga tai, kad pagrindinis dėmesys skiriamas įvertinti tas konstrukcijas, sistemas ir komponentus (SSC) (pvz., mechaninius ir elektros sistemų elementus, valdymo ir kontrolės bei paskirstymo sistemas), kurie yra svarbūs užtikrinant saugų elektrinės perėjimą nuo normalaus eksploatavimo sąlygų prie saugaus sustabdymo sąlygų, bei užtikrinti saugą įvykus RLE ir po jo. Tikslas – nustatyti seisminiu požiūriu pažeidžiamas vietas, jei jų yra, jas pašalinti, kad elektrinę būtų galima saugiai sustabdyti, įvykus žemės drebėjimui. Tokie SSSC yra SSC pogrupis, priklausantis saugai svarbių sistemų ir komponentų klasei.

164. AE savininko, operatoriaus arba reguliuojančiosios institucijos prašymu ar reikalavimu SSSC grupė gali būti praplėsta ir į ją įtraukti papildomi SSC. Būdingi tokio praplėtimo pavyzdžiai:

164.1. šilumos nuvedimas iš panaudoto kuro baseino;

164.2. padarinių sušvelninimo ir apsauginio reaktoriaus kiauto sistemos, reikalingos projektinių avarijų metu;

164.3. radioaktyvių atliekų sistemos vientisumas;

164.4. papildomi matavimo prietaisai.

165. Sprendimas dėl apimties priklauso nuo tikslų, uždavinių ir reguliuojančiosios institucijos reikalavimų programai, kuri turi būti sukurta pradžioje.

166. Apibrėžiant SSSC gali būti naudojami šie kriterijai bei prielaidos:

166.1. elektrinė turi turėti galimybę būti saugiai sustabdyta ir išlaikyta šios būsenos tiek laiko, kiek gali prireikti koreguojančioms priemonėms įdiegti dėl RLE;

166.2. išorės ir vidaus (seisminiu požiūriu kvalifikuotas avarinis energijos tiekimas šiai kategorijai nepriklauso) elektros tiekimas prarandamas ne ilgiau kaip 72 val;

166.3. saugaus stabdymo sistemos turi turėti vieną pagrindinį ir vieną rezervinį, veikiantį skirtingu principu, kanalą;

166.4. maitinimo vanduo iš išorinių šaltinių prarandamas ne ilgiau kaip 72 val.;

166.5. kiti išorės įvykiai, tokie kaip gaisrai, potvyniai, uraganas ir sabotazas, nelaikomi kaip vykstantys vienu metu su RLE;

166.6. aušalo nuotėkio avarija (LOCA) ir didelės galios linijų trūkiai (HELB) nelaikomi kaip vykstantys vienu metu su RLE.

167. Įvertinant reikiamą laiką, būtina atsižvelgti į reaktoriaus tipą, už AE ribų esančią tinklų sistemą bei kitas specialias elektrinės ir jos vietos sąlygas. Pirmiau nurodyto punkto 1, 2 ir 4 papunkčiuose nurodytos 72 val. yra pagrįstos ankstesnių žemės drebėjimų patirties įvertinimu. Patirtis rodo, kad per tiek laiko operatoriai paprastai sutvarko pažeistus elektrinės komponentus: atstato atsarginį matavimo ir kontrolės prietaisų elektros maitinimą, aušinimo vandens tiekimą ir sutepimą.

168. Konkrečios „saugaus sustabdymo“ sąlygos kiekvienoje elektrinėje skirsis. Saugaus sustabdymo tikslas – elektrinės būklę pakeisti į tokia, kad pradėtų veikti ilgalaikio šilumos nuvedimo sistema. Šios sąlygos turi būti verifikuotos konkrečioje elektrinėje.

169. Nagrinėjant SSSC sąrašą turi būti aptartas neseismiškai kvalifikuotų komponentų įtraukimo arba neįtraukimo į jį klausimas.

170. RLE metu ir po jo turi būti garantuotos šios pagrindinės funkcijos:

170.1. reaktyvumo kontrolė;

170.2. reaktoriaus aušinimo sistemos slėgio kontrolė;

170.3. reaktoriaus aušinimo sistemos inventoriaus kontrolė;

170.4. likutinės šilumos nuvedimas.

171. Metodai, kuriais šios funkcijos vykdomos, aprašyti [285] šaltinyje.

172. Minimali seismo įvertinimo sąlyga – naujų RLE atveju turi būti nustatyti tik pirmojo ir rezervinio kanalo SSSC. Turi būti aiškiai apibrėžta, kuriam saugaus sustabdymo kanalui teikiama pirmenybė. Pasirenkant pirminį kanalą, turi būti įvertintas vienetinis aktyvaus elemento gedimas.

173. Skysčio sistemų debito diagramos, taip pat elektros ir kontrolės bei matavimo pasirinktų sistemų diagramos turi būti pažymėtos, siekiant parodyti jų priklausymą seisminių požymių įvertinamų sistemų ir komponentų kategorijai. Gali būti sudarytas detalus įrangos sąrašas. Sistemos gali būti kategorizuotos, kaip nurodyta [285] šaltinyje.

174. Šiuo metodu modeliuojamas elektrinės atsakas į inicijuojančius įvykius, naudojant gedimų medžius bei įvykių medžius. Sąlyginė gedimo svarbiausių konstrukcijų ir komponentų tikimybė nurodoma trapumo kreivėmis. Naudojant įvykių medžių ar gedimų medžių modelius, trapumo bei tikimybės seismo pavojaus kreives, gali būti apskaičiuotas aktyviosios zonos išsilydymo dažnis. Seisminė tikimybinė saugos analizė (PSA) atliekama sudarant arba modifikuojant vidinių įvykių PSA modelius. Vidinių įvykių ir gedimų medžiai modifikuojami, siekiant įtraukti erdvines sąveikas, pasyviųjų komponentų, tokių kaip konstrukcijų ir atramų, gedimus bei dėl seismo sužadinimo kilusius efektus. Didžioji dalis ribų metode naudojamų kriterijų ir prielaidų vienodai gali būti taikomos ir SPSA metode. Pagrindinis skirtumas yra tas, kad pagal SPSA metodą atliekamas SSSC sąrašo įvertinimas yra pagrįstas elektrinės sistemų tikimybinės saugos analizės rezultatais. Naudojant PSA metodologiją, analizuojamas SSSC sąrašas gali būti sutrumpintas, paliekant jame tuos SSSC, kurie turi nemažos įtakos aktyviosios zonos išsilydymo dažniui.

175. Pagrindiniai SPSA elementai yra šie:

175.1. seismo pavojaus analizė;

175.2. SSSC atsako analizė;

175.3. komponentų trapumo ir gedimų tipų įvertinimas;

175.4. sekos analizė.

176. Siekiant išlaikyti panašias įrangos apimtis kaip ir atsargos metode, siūloma, kad SPSA būtų 1-ojo PSA lygio analizė su visais įvykių medžiais, susijusiais su seisminių įvykių nulemtais pereinamaisiais procesais. Pabrėžtina, kad seisminių pereinamųjų procesų medžiai gali atsišakoti iš antrinių LOCA, ir šie scenarijai turi būti palikti seisminės saugos analizėje. Kartu su 1-ojo lygio PSA turi būti įvertintos apsauginio kiauto charakteristikos.

177. SPSA metodas išsamiai nagrinėjamas [285] šaltinyje.

SSSC funkcijos, gedimų tipai

178. Turi būti nustatytos kiekvieno SSSC funkcijos, kurios turi būti atliktos seismo įvykio metu, pavyzdžiui:

178.1. konstrukcijos atveju turi būti nustatyti stabilumo ir (ar) atliekamų funkcijų (įrangos parėmimo) reikalavimai. Reikiamą dėmesį reikia skirti konstrukcinių elementų atitikimui sandarumo reikalavimams;

178.2. turi būti išvardyti mechaniniai komponentai, kurie turi išlaikyti vientisumą ir likti valdomi;

178.3. HVAC gali prireikti slėgio išlaikymo gebos;

178.4. kabelių funkcijos, jei reikia, signalų ar energijos perdavimas.

179. Šiame etape būtina sukurti aiškų kiekvieno nagrinėjamo SSSC gedimo apibrėžimą. Gali būti aptarti keli dėl seismo įvykio atsiradusių gedimų (kiekvienas su skirtingais padariniais) tipai.

180. Atliekant SSSC peržiūrą, galima nustatyti vyraujančią gedimo tipą arba gedimo tipą, kurio atsiradimas labiausiai priklauso nuo seismo įvykio, ir tada analizuoti tik šį tipą. Reikia įvertinti:

180.1. projektavimo kriterijus;

180.2. kvalifikavimo bandymų rezultatus;

180.3. apskaičiuotus įtempimų lygius, juos lyginant su leidžiamais;

180.4. seismo trapumo įvertinimo studijas kitose elektrinėse.

181. Bet kuriam komponento tipui ankerių lūžimas turi būti laikomas vyraujančiu inicijuojančiu įvykiu iš galimo gedimų tipo.

182. Gali būti laikoma, kad SSC nebeatliks funkcijų, kai netampriosios deformacijos, veikiant SSC seisminėms apkrovoms, įvertinamos kaip pakankamos kliudyti eksploatuoti saugai svarbią įrangą, sujungtą su SSC arba esančią šalia SSC, arba kai jie deformuojami taip, kad įrangos sujungimai sugenda. Šie gedimų tipai konservatyviai atspindi SSC seisminio atsparumo apatinę ribą, nes didesnę saugos atsargą, sugriuvus pastatui, turi branduolinės energetikos SSC.

183. Išskyrus tuos atvejus, kai buvo imtasi atitinkamų specialių priemonių, mūrinės sienos turi būti laikomos turinčiomis prastą seisminį atsparumą ir į jų griuvimą turi būti atsižvelgiama atliekant saugos analizę.

184. Konstrukcijos griuvimas bus visų esančių ant jos saugai svarbių sistemų gedimo priežastis, t. y. konstrukcinis gedimas lemia daugelio SSC gedimą dėl to, kad joje yra arba ant tos konstrukcijos laikosi. Svarbus pavyzdys, kai susijęs su sauga panelis arba elektros izoliacinis vamzdis sumontuojamas ant nesustiprintų mūrinių sienų.

185. Daugeliu atvejų yra atlikti bendri seisminio atsparumo įvertinimai, kurie pateikti literatūroje apie sistemas ir komponentus. Jei seisminis atsparumas nėra priklausomas nuo ankerių, atramų ar sąveikos ir jei komponentas atitinka nustatytus reikalavimus, šie įvertinimai gali būti naudojami, nustatant konkrečios elektrinės sistemos ir komponento seisminį atsparumą. Reikia kruopščiai įvertinti bendrą seisminio atsparumo duomenų pritaikymą.

III. RIBINĖS SEISMINĖS GALIOS ĮVERTINIMAS

Ribinės seisminės galios įvertinimo principas

186. Esami SSC gali būti analizuojami taikant SMA arba SPSA metodiką. Jei pasirenkamas SMA metodas, gali būti parenkama projektinė bazinė seisminė apkrova (taikoma naujiems SSC), atitinkanti nagrinėjamo dydžio žemės drebėjimą (RLE). SSC seisminis atsakas gali būti nustatomas naudojant tokius pačius modelius ir tvarką, kokie paprastai naudojami naujiems SSC analizuoti.

187. Konstrukcijos dalys, kurių atsakas viršija naujų SSC projektavimo kriterijuose nurodytas priimtinas ribas, turi būti papildomai tikrinamos – ar gali išlaikyti nagrinėjamo dydžio žemės drebėjimą, išlaikydamos reikalaujamą atsparumo atsargą pagal [285] šaltinį.

188. Esami SSC gali būti analizuojami, atsižvelgiant į [285] šaltinyje 4 ir 5 skyriuose aprašytą seisminį tikimybinį rizikos įvertinimą.

189. Ribinės seisminės galios įvertinimas turi būti atliekamas:

189.1. siekiant nustatyti tuos SSC, kurių bendroji galia yra didesnė nei reikalinga įvykus RLE, kad jų nebereikėtų papildomai nagrinėti;

189.2. siekiant nustatyti SSC, reikalingus saugiai sustabdyti jėgainę, dėl ko gali prireikti tam tikrų modifikacijų RLE išlaikyti.

190. Galutinis šios užduoties tikslas – nustatyti reikiamos seisminės galios neturinčius SSC. Šios užduoties rezultatas turi būti tokių elementų sąrašas, kuriame nurodytas jų neatitikties laipsnis.

191. Esamų SSC seisminio įvertinimo studijos, dėl kurių būtinos rekomendacijos, realiai yra tokio pobūdžio, kad neįmanoma neatsižvelgti į tam tikras plastines savybes. Tada pagal naujausią metodiką ribinės seisminės galios įvertinimo tikslas – išanalizuoti RLE sukeliamas SSC deformacijas ir palyginti jas su ribinėmis deformacijomis. Iš esmės tai reiškia, kad į deformacijos įvertinimą orientuota metodika (poslinkių metodas) yra tinkamesnė už grindžiamą įtempių įvertinimą (jėgų metodas).

192. Nuoseklią deformacijų analizę paprastai sunku atlikti dėl to, kad inžinerinė metodika ir priemonės (pvz., parengimas, standartai, kriterijai ir kompiuterių programos) yra orientuotos į įtempių analizę. Toliau pateikiamos taisyklės parengtos pagal bendruosius įtempių analizės principus; pagal šiuos principus įvedamas netamprusis energijos sugėrimo koeficientas [285].

193. Sistemos, konstrukcijos ar komponento seisminiam atsparumui įvertinti reikia:

193.1. įvertinti seisminį atsaką, priklausantį nuo RLE pasireiškimo;

193.2. įvertinti nagrinėjamų SSSC atsparumą, įskaitant seisminius padarinius.

194. Rekomenduojamą metodą galima išskaidyti į tokius pagrindinius etapus:

194.1. 1 *etapas*: Taikant tampriojo seisminio atsako analizę ir tampriojo atsako spektrą apskaičiuojamas konstrukcijos elementų ir jungčių reikiamas tamprusis seisminis atsparumas.

194.2. 2 *etapas*: Apskaičiuojamas reikiamas konkrečių konstrukcijos elementų reikiamas netamprusis seisminis atsparumas, atsižvelgiant į netamprųjį energijos sugėrimą pagal šiame skirsnyje nurodytą metodą.

194.3. 3 *etapas*: Taikant bendrus apkrovos koeficientus, sudedamas reikiamas netamprusis seisminis atsparumas ir geriausio įverčio reikalingas neseisminis atsparumas, taikant vienetinius apkrovos koeficientus ir, kaip nurodyta šiame skirsnyje, nustatomas bendrasis atsparumas.

194.4. 4 *etapas*: Taikant šiame skirsnyje nurodytą metodą ir naudojant maksimalaus arba ribinio atsparumo parametrus, apskaičiuojama seisminė galia.

194.5. 5 *etapas*: Pagal 3 ir 4 etapų rezultatus apskaičiuojami konstrukcijos elementų ir jungčių reikiamo bendrojo atsparumo ir esamos galios santykio koeficientai. Kai koeficientų vertės yra didesnės už vienetą, turi būti nagrinėjamos ir tinkamai įgyvendinamos stiprinamosios priemonės.

195. Ši tvarka galioja įrangai, nurodytai šiame skirsnyje. Tuomet vertinama ne pagal žemės paviršiaus judėjimą, o pagal realios konstrukcijos vietos judėjimą. Rekomenduojama, kad laikančiosios konstrukcijos ir įrangos netampriosios energijos sugėrimo koeficientai būtų parenkami nuosekliai (nebūtų prasminga sutvirtinti įrangą taip, kad ji išlaikytų tokį RLE, kurio neišlaikytų laikančioji konstrukcija).

196. Šiame skirsnyje pateikiamas aprašas atitinka įprastą seisminės inžinerijos metodiką. Konkretiems klausimams spręsti turi būti laikomasi šių reikalavimų ir parengiama atitinkama analizė.

Atsako analizė

197. Skaičiuojant atsaką, taikyti šiuos principus:

197.1. be tikslingų konservatyvių paklaidų pagal geriausio įverčio metodiką turi būti parengtas tinkamas modelis, įskaitant SSI;

197.2. turi būti atliekamos parametrinės studijos modelio netikslumams nustatyti.

198. Kad būtų galima išsamiai įvertinti atsako analizę, turi būti pateikta tokia informacija:

198.1. laiko istorijos ir atsako spektro analizės metodų taikymo sąlygos;

198.2. netiesinės laiko istorijos analizės sąlygos;

198.3. informacija apie atsako spektro analizę, pvz., atsako derinimo taisyklės, sužadinimo kryptys ir kaupiamasis bendras modelinis efektyvusis atsakas, ir bet kokios trūkstamų masių korekcijos;

198.4. supaprastintų metodikų aprašas, įskaitant lygiavertes statines metodikas.

199. Potencialiai grunto ir konstrukcijos sąveikos (SSI) svarbai įvertinti gali būti taikomi paprastieji modeliai (sutelktieji parametrai), tačiau jie turi išlaikyti pagrindines SSI reiškinių ir bet kokio nesimetrinio atsako savybes.

200. Seisminio atsako į RLE analizę, įskaitant SSI padarinius, gali būti grindžiama geriausiu įverčiu arba vidurkiu. SSI įvertinimas ir konstrukcinis modeliavimas gali būti grindžiami vidurkiais, netaikant apgalvotų konservatyvių prielaidų. Gali būti taikomos vidutinės numatomos parametrai, pvz., amortizavimo, vertės. Jei SSI padariniai yra svarbūs, prieš atsižvelgiant į padidėjusį konstrukcijos slopinimą ar netiesines savybes, reikėtų atidžiai išnagrinėti sukkelto konstrukcijos įtempio dydį.

201. Jei šlyties bangos greitis grunte yra didesnis kaip 1100 m/s, SSI efektų galima nepaisyti.

202. SSC seisminis atsakas turi būti vertinamas, remiantis atitinkamų konstrukcijos modelių dinamine analize, atsižvelgiant į SSI įtaką. Sudarant konstrukcijos modelius ypač reikia atkreipti dėmesį į:

202.1. konstrukcijos konfigūraciją ir konstrukcines detales (jungtis, tarpus, ribojamuosius komponentus ir atramas bei laikiklius);

202.2. tinkamą vibruojančių, susijusių su konstrukcijomis ar įranga pamatų (betoninio pagrindo, juostinio pamato ir atskirų pamatų) geometrinio dydžio ir išdėstymo perteikimą;

202.3. statines ir dinamines apkrovų istorijas;

202.4. nekonstrukcinius elementus, pvz., mūro arba gelžbetonines plokštes, kurie gali keisti konstrukcijos atsaką. Sudarant modelius, turi būti įvertintas tokių plokščių ir jų tvirtinimo prie konstrukcijos elementų standumas bei atsparumas ir galbūt į tai atsižvelgta;

202.5. faktines medžiagų savybes ir konstrukcijos elementų matmenis;

202.6. pamatų medžiagų geotechninius duomenis ir galimas išvadas dėl būtinumo atlikti SSI analizę;

202.7. konstrukcijos ir pagrindinių posistemių bei tarp posistemių arba posistemių viduje atsiskyrimo kriterijus.

203. Konstrukcinės analizės modeliai turi būti pakankamai detalūs, kad atitiktų masės ir standumo pasiskirstymo sudėtingumą, įskaitant konstrukcijos nesimetrinės geometrijos padarinius ir apkrovos laikymo mechanizmus. Modeliai turi atitikti analizės tikslus, t. y.:

203.1. nustatyti konstrukcijos seisminį atsaką ir atitinkamas konstrukcijos elementų vidaus jėgas arba

203.2. apskaičiuoti grindų atsako spektrus ir seisminius poslinkius pasirinktose konstrukcijos vietose, siekiant įvertinti komponentų ir sistemų seisminę galią.

204. Konstrukcijos seisminiam atsakui ir konstrukcijos vidaus atsako spektrams nustatyti taikoma dinaminės analizės metodika turi atitikti pripažintą tarptautinę praktiką ir standartus.

205. Atsako analizė turi būti atliekama remiantis geriausio įverčio slopinimo vertėmis, kaip nurodyta [285] šaltinyje. Turi būti išnagrinėta galimybė šias vertes pritaikyti. Aukštesnių verčių taikymo priežastys turi būti patvirtintos dokumentais.

206. Atliekant analizę parametrinėmis studijomis, turi būti įvertintas grunto, konstrukcijos ir komponentų mechaninių savybių nevienodumas. Kai šios charakteristikos gaunamos atlikus bandymus, parametrinių studijų aprėptis turi būti nustatyta atitinkamai. Analizuotinų konfigūracijų skaičius turi būti pagrįstai apribotas.

207. Grunto savybių nevienodumas turi būti įvertintas pagal [285] šaltinį. Analizuojant pagrindo medžiagos savybės apibūdinamos geriausio įverčio, jų pusinėmis ir dukart didesnėmis vertėmis, nebent pagal nagrinėjamai vietai būdingo grunto duomenis galima būtų pagrįstai taikyti mažesnio nevienodumo rodiklius. Tačiau šiuo atveju, atsižvelgiant į tai, kad pagrindo medžiagos savybių keitimas yra vienas iš būdų įvertinti grunto ir konstrukcijų modeliavimo netikslumus, pagrindo savybės turi būti būtinai įvertintos taikant ne mažiau kaip tris tokias vertes: geriausio įverčio ir 0,67 bei 1,5 karto didesnes vertes.

208. Konstrukcijos dinaminės charakteristikų ir poveikio pačiai konstrukcijai nevienodumas turi būti įvertintas keičiant tikrinį konstrukcijos dažnį. Poveikis įrangai turi būti įvertintas išplečiant arba paslenkant grindų atsako spektrus pagal konstrukcijos tikrinio dažnio pokytį [285].

209. Apskaičiuojant grindų atsako spektrus, grunto savybių ir konstrukcijos savybių kintamumas neturi būti sudedami. Turi būti atliekamos tik konstrukcijos nevienodumo parametrinės studijos, susijusios su geriausio įverčio verte. Konstrukcijos nevienodumo padarinius gali aprėpti grunto nevienodumo padariniai, o labai standžioje vietoje – atvirkščiai.

210. Grunto ir konstrukcijos kintamumo poveikis grindų atsako spektrams gali būti įvertintas: (a) sudarant konkrečių grindų galimų spektrų grupių gaubtinę arba (b) atliekant viso galimų spektrų diapazono parametrinę analizę.

211. Atkreiptinas dėmesys, kad *a* variantas sumažina analizuotinų konfigūracijų skaičių, tačiau galimi pernelyg pesimistiniai įrangos analizės rezultatai, o *b* variantas yra sudėtingesnis, tačiau mažiau konservatyvus. Taigi vertinant pirmenybė dažniausiai teikiama *b* variantui.

212. Mūro sienų seisminę galią sunku įvertinti, ji yra kiek atsitiktinė. Jei konstrukcijoje yra nemažai mūro sienų, reikia išnagrinėti įvairias situacijas, atliekant parametrinę analizę.

213. Jei pademonstruojama, kad kranas stovės konkrečioje vietoje 98 proc. viso laiko ir jei

toks reikalavimas patvirtinamas raštu elektrinės darbo tvarkos taisyklėse, leidžiama atlikti pastato su kranu seisminį įvertinimą, darant prielaidą, kad kranas yra be krovinio ir stovėjimo padėtyje (t. y. neatliekant jokių papildomų parametrinių studijų dėl jo padėties).

Galios įvertinimas

214. SSSC galios įvertinimas grindžiamas reikiamos seisminės galios palyginimu su esama seismine galia. Kiekvieno SSSC sąrašo komponento reikiama seisminė galia ir esama seisminė galia turi būti įvertinama pagal [285] šaltinį. Tai atvejais, kai reikiama seisminė galia yra didesnė už esamą, turi būti taikomos koreguojančios priemonės.

215. Turi būti įvertintas tinkamumas ir galia pagrindinės medžiagos, iš kurios pagamintos konstrukcijos, laikančiosios sienos, užtvankos (pvz., aušinamojo vandens kanalų) ir požeminiai komponentai (pvz., vamzdynai ir kabeliai).

216. Medžiagų stipris turi būti pakankamas, kad būtų tik labai maža tikimybė, jog tikrasis stipris yra mažesnis už apskaičiuotą SMA apžvalgoje. Kai turimi bandymų duomenys, minėtam tikslui pasiekti turi būti taikomas maždaug 95 proc. viršijimo tikimybės stipris. Priešingu atveju turi būti taikomos normose ar projekte nurodytos charakteristikos. Vertintojas turi patikrinti, ar naudojamos medžiagos savybės ir komponentai (pvz., sutvirtinimai) atitinka šiuos būtiniausius kriterijus. Daugeliu atvejų, taikant 95 proc. tikrojo stiprio pagal bandymų duomenis viršijimo tikimybę, normose ar projekte nurodytos stiprio vertės bus 5-10 proc. didesnės.

217. Konstrukcijų leistinieji įtempiai (ir juos atitinkantys apkrovų deriniai) paprastai turi būti susiję su galutine ribine arba jai lygiaverčia būsena. Didesnių leistinių įtempių ar kitų ribų turi būti reikalaujama tada, kai atlikus saugos analizę nustatyta ribojimų funkcija netenkina stabilumo reikalavimų.

218. Paprastai mūro be armatūros sienos nelaikomos suteikiančiomis horizontalų atsparumą apkrovai (jų geriausio įverčio atsparumas turi būti sumodeliuotas). Su armatūra tokios sienos gali suteikti horizontalų atsparumą, kuris turi būti įvertintas pagal atitinkamus standartus.

219. Įrangos komponentų leistinieji įtempiai gali būti pritaikyti vamzdyno sistemų vientisumui ir funkcionalumui.

220. Kritiškai didelio vidinio skersmens ir aukštos temperatūros vamzdyno sistemos turi būti įvertinamos atliekant analizę. Antraip gali būti taikoma supaprastinta vertinimo tvarka, kaip ir mažo skersmens ir šaltoms vamzdyno sistemoms, įskaitant apžiūrą, jei ji gali suteikti panašius į analizės būdu gaunamus priimtinius rezultatus.

221. Veikiančių sistemų ir įrangos galia (apimanti funkcinę galią) nustatoma tokiais metodais:

221.1. komponentams būdingi bandymai ar analizė, skirta patikrinti, ar tinka naudoti per ir (arba) po RLE, bei konstrukcijos vientisumą. Dažniausiai tai yra projektiniai kvalifikaciniai bandymai;

221.2. remiantis surinktais duomenimis apie žemės drebėjimą, patikrinama, ar tinka naudoti po RLE, bei konstrukcijos vientisumas;

221.3. patikrinant, kokiai būdingai seisminei kvalifikacijai priklauso, ar atliekant trapumo bandymus, kurie parodytų, ar tinka naudoti per ir (arba) po RLE, bei konstrukcijos vientisumą.

222. Naudojant visus metodus turi būti atliekamas tvirtinimo ir erdvinio sistemų darbo įvertinimas. Naudojant paskutinius du metodus, turi būti patikrinamas elektrinės įrangos panašumas į žemės drebėjimų duomenų bazėje nurodytą įrangą.

223. Turi būti priimama, kad dėl inkarinių sistemų savybių atsiradęs poslinkis tarp aukštų gali paveikti atremtų sistemų laikomąją galią. Šio poslinkio riba priklauso nuo konstrukcijos geometrijos, pvz., prie diafragmų pritvirtintų sistemų ir komponentų veikimo ar funkciniai sutrikimai turi būti numatomi tuo atveju, kai seisminio poveikio sukeltas šoninis poslinkis tarp aukštų 0,5 % viršija elementų tarp diafragmų aukštį. Konstrukcijų avarijos ir vientisumo praradimas turi būti prognozuojamas, kai seisminio poveikio sukelti šoniniai įlinkiai 0,8 % viršija prieš tai aptartas vertes.

Netamprusis energijos sugėrimo koeficientas ir stamantrumo galia

224. Atsižvelgiant į virpesių pobūdžio žemės judesius, netampriosios energijos sugertis yra naudinga, nes didina konstrukcijų ir komponentų seisminio atsparumo atsargą. Dėl šių efektų ignoravimo gali būti nerealiai sumažinti seisminės atsargos įverčiai. Ribota netampri elgsena paprastai leidžiama tai įrangai ir jos elementams, kuriems galimas stamantrus atsakas, arba įrangai su perteklinė šoninių apkrovų kaita.

225. Į šią netampraus energijos sugėrimo gebą pagal įvertinimo metodiką atsižvelgiama, kiekvienai sistemai, konstrukcijos elementui ar komponentui nustatant vadinamąjį „netampriojo energijos sugėrimo koeficientą“. Šie koeficientai parodo dydį, kuriuo sumažinama konkrečios sistemos, konstrukcijos elemento ar komponento reikiama seisminė galia, apskaičiuota pagal tampriuosius parametrus. Reikiama netamprioji seisminė galia turi būti suderinta su kitomis vienu metu veikiančiomis apkrovomis bendrai reikiamai visų elektrinės elementų galiai nustatyti. Tada bendroji galia sulyginama su galia, nurodyta galios ribos normose arba specialiose nuostatose, įskaitant galios sumažinimo koeficientus.

226. Netamprusis energijos sugėrimo koeficientas apibrėžiamas kaip stamantrumo funkcija (t. y. leistinos netampriosios ir takumo deformacijos santykis), kaip nustatyta [285] šaltinyje. Šis koeficientas susijęs su leistinomis netampriomis deformacijomis, nustatytomis taikant maždaug 5 proc. suirimo tikimybę.

227. Pažymėtina, kad konstrukcijos sauga, veikiant seisminėms apkrovoms, iš esmės priklauso nuo konstrukcijų elastingumo. Ši techninė išvada pabrėžiama atliekant įvertinimą, kai būtina taikyti neplastinio energijos sugėrimo koeficientus. Tačiau šių verčių taikymas turi būti užfiksuotas dokumentuose, kad būtų įrodyta, jog iš tiesų konstrukcija turi būtiną elastingumą ir galima atmesti trapius suirimo atvejus. Pavyzdžiui, dokumentuose turi būti nurodyta:

227.1. betono konstrukcijų armatūros duomenys;

227.2. plieninių karkasų jungčių elastingumas;

227.3. pagrindinės suvirinimo siūlių savybės (t.y. atsparumo riba, stiprio riba tempiant ir elastingumas), kurios turi būti bent ne blogesnės kaip jungiamųjų medžiagų;

227.4. galimas indų ar vamzdžių trapumo didėjimas dėl Spinduliuotės;

227.5. galimi trapūs komponentų tvirtinimo įtaisai;

227.6. apskritai visi svarbūs aspektai, susiję su elastingumu.

228. Kiek įmanoma, turi būti pašalinti galimi nestamantrūs komponentai, kad ir kokie būtų analizės rezultatai ir galimas netampriojo energijos sugėrimo koeficientas.

Relių patikrinimas

229. Turi būti nustatytos relės, kurias reikia įvertinti dviem etapais. Pirmiausia turi būti išnagrinėtos šiame skirsnyje nurodytos sistemos. Pagal šį metodą į SSSC sąrašą turi būti įtraukta:

229.1. elektriniu būdu valdoma arba elektra maitinama saugaus sustabdymo įranga, kurios veikimui galėtų pakenkti relės gedimas;

229.2. saugaus sustabdymo įranga, kuriai nebūtina keisti būseną, tačiau kuri galėtų klaidingai suveikti sutrikus relei.

230. Antra, įvertintinoms relėms nustatyti naudojami jėgainės elektros grandinių, susijusių su pirmiau minėta saugaus sustabdymo įranga, brėžiniai (galį pririnkti testavimo programos įvairių tipų su sauga susijusioms relėms testuoti ir seisminiam tinkamumui nustatyti). Relių patikrinimo apimčiai nustatyti sudaromos papildomos prielaidos:

230.1. per žemės drebėjimą relės nebus fiziškai pažeistos;

230.2. nekvalifikuotos relės trumpam sutriks per smarkų žemės drebėjimo sukeltą judėjimą;

230.3. turi būti patikrintos tokių tipų relės: pagalbinės, apsauginės, kontaktoriai, valdymo perjungikliai ir kiti panašūs kontaktiniai įtaisai, esantys nustatytų sistemų valdymo grandinėse;

230.4. puslaidininkių relės ir mechaniškai aktyvinami perjungikliai seisminiu požiūriu

laikomi atspariais ir jų kontaktų virpėjimo tikrinti nebūtina.

231. Turi būti įvertinti relių sutrikimo padariniai saugaus sustabdymo funkcijoms. Relių, kurių sutrikimas netrukdo atlikti saugaus sustabdymo funkcijos ir kitaip klaidingai neaktyvina įrangos, papildomai įvertinti nebereikia. Likusių pagrindinių relių seisminis tinkamumas patikrinamas, kad būtų užtikrinta, jog įvykus RLE galima saugiai sustabdyti ir šią būseną išlaikyti.

232. Pagal pirmiau nurodytus reikalavimus nustatytų relių seisminis tinkamumas turi būti patikrintas, lyginant esamą relių seisminį atsparumą su jų reikiamu seisminiu atsparumu. Pagrindinių relių seisminiam atsparumui nustatyti galima naudoti trijų tipų duomenis:

232.1. būdinguosius įrangos stiprumo spektrus (GERS);

232.2. sukaupus duomenis apie žemės drebėjimą;

232.3. elektrinės arba įrangos specifinius seisminių bandymų duomenis.

233. Pagal poreikį tokiems tikslams įvykdyti turi būti atlikta viena ar daugiau apžiūrų:

233.1. gauti informaciją, reikalingą poveikių spintelėse padidėjimo koeficientams nustatyti, kartu nustatant spinteles, pultus ir (arba) stelažus, kuriuose yra arba kurie laiko pagrindines reles;

233.2. patikrinti spintelių arba korpusų, kuriuose yra pagrindinės relės, seisminį tinkamumą;

233.3. atrankiniu būdu patikrinti relių tvirtinimo įtaisus;

233.4. atrankiniu būdu patikrinti relių tipus ir vietas.

234. Relių apžiūras galima atlikti atliekant pagrindinę apžiūrą arba atskirai.

Tvirtinimas, atramos ir antgaliai

235. Tinkamas tvirtinimas yra svarbiausias pavienis veiksnys, turintis įtakos skirstomųjų sistemų ir komponentų seisminėms savybėms.

236. Stiprūs žemės drebėjimai parodė, kad netinkamai pritvirtinti komponentai slidinėja, apsiverčia arba pernelyg smarkiai juda. Tai pasakytina tiek apie didelius, tiek apie sunkius komponentus. Duomenų apie žemės drebėjimą bazėje nurodyti tokie pritvirtintų komponentų sutrikimai: judamųjų, išlietų vietoje ir įcementuotų tvirtinimo varžtų sulūžimas ir trinties laikiklių neišlaikymas. Rekomenduojama patikrinti, ar įrangos tvirtinimo elementai yra pakankamai stiprūs ir ar pagrindas yra pakankamai standus.

237. Tvirtinimo sistemos apkrova ar galia gali būti nustatyti pagal grindų atsako spektrinį pagreitį, taikant nustatytą slopinimo vertę ir numatomą pagrindinį arba vyraujantį sistemos ar komponento dažnį. Tradiciniame spektrinio pagreičio verte galima imti taikytinų spektrų smailę. Tada šis pagreitis suteikiamas komponento ar sistemos masei ties jų sunkio centru.

238. Yra įvairių patikrų, ribotų analizių, bandymų ir inžinerinių vertinimų, kuriuos galima taikyti komponentų tvirtinimo įtaiso tinkamumui įvertinti. Paprastai pagrindinį įrangos tvirtinimo įtaisų seisminio tinkamumo įvertinimo procesą sudaro šie keturi etapai:

238.1. tvirtinimo įtaisų sumontavimo patikra;

238.2. tvirtinimo įtaisų galios nustatymas;

238.3. reikiamos seisminės galios nustatymas;

238.4. esamos galios palyginimas su reikiama galia.

239. Judamųjų tvirtinimo varžtų stiprumo priimtumo kriterijus apibrėžia vidutinės gamintojo bandymų suardančiosios apkrovos, padalytos iš saugos koeficiento, kuris priklauso nuo suirimo pobūdžio. Tvirtinimo sistemų, kurios gali suirti elastingu būdu (t.y. varžtas suyra tempiant), šis koeficientas turi būti ne mažesnis kaip 3.0. Tvirtinimo įtaisų, kurie gali suirti neelastingu būdu (t.y. suyra betono kūgis), šis koeficientas turi būti ne mažesnis kaip 4.0.

240. Jei tvirtinimo sistemos galia priklauso nuo betono trūkinėjimo, turi būti įvertintas galimas suskilinėjimas veikiant seisminei apkrovai ir liekamoji tvirtinimo sistemų galia.

241. Kalbant apie komponentų atramas ir antgalių tvirtinimo įtaisus, paprastai pirmiausia įvertinamas tvirtinimo įtaisų seisminis judėjimas, nes reikiamas stamantrumas ar lankstumas atramoje nėra savaime ribojamas. Į daugelyje vietų paremto komponento ar sistemos modelį turi būti įtrauktas santykinis arba skirtuminis pastato konstrukcijos judėjimas arba pagrindinis paskirstymo sistemos judėjimas į atšakines linijas skirtingose pritvirtinimo vietose. Gaunamos

jėgos, sukamieji momentai ir įtempiai atraminėje sistemoje, nustatyti vien pagal tvirtinimo įtaiso seisinio judėjimo poveikį, turi atitikti tokias pačias ribas, kurios nurodytos įtempiams nuo inercinių jėgų [285].

242. Antgalių apkrovos turi būti nustatomos tokiu pačiu būdu kaip ir atramų apkrovos. Atliekant tokį įvertinimą, paprastai daroma atsargi prielaida, kad antgaliai yra standūs, ir apribojami visi šeši laisvės laipsniai (trys poslinkio ir trys sukimosi kryptys). Tais atvejais, kai atramos ar antgalio seisinė galia nenustatyta, į analizę galima įtraukti dokumentuose nurodytą jų lankstumą.

IV. TOBULINIMO PRINCIPAI

Tobulintini komponentai

243. Įvertinimo proceso rezultatas – SSSC, neturinčių reikiamos seisinės galios, sąrašas, kuriame nurodytas jų neatitikties laipsnis. Priimant sprendimą dėl tobulinimo būtinumo, daugiausia remiamasi šia informacija saugos sumetimais. Tokie tobulinimai turi būti skirstomi, atsižvelgiant į jų būtinumo prioritetus.

244. Svarbu, kad pirmiausia būtų tobulinami tie konstrukcijos elementai, kurie daugiausia didina saugaus sustabdymo operacijos seisinį patikimumą.

Modifikacijų projektas

245. Modifikacijų projektas turi atitikti pripažintas normas, kodeksus ir standartus, taikomus branduolinėje pramonėje. Tobulinimų projektas turi būtinai atitikti pirminį projekto standartą.

246. Tobulinimo projekte būtina nurodyti žemės drebėjimo dydį, susijusį su standartų rinkiniu. Principas tas, kad patobulinta konstrukcija turi suteikti esamai įrangai pakankamai didelį atsparumą, nustatomą įvertinant. Galimas metodas – patvirtinti su įvertinimo metodika susijusį RLE dydį. Bet kuriuo atveju, laikantis tinkamos inžinerinės praktikos, žemės drebėjimo dydis ir standartų rinkinys parenkami taip, kad įrangos atsparumas būtų kuo vienesnis.

Organizavimas

247. Turi būti parengtas darbo planas seisinės saugos įvertinimo programai įgyvendinti, atsižvelgiant į ilgalaikės tokios programos savybes.

248. Norint sėkmingai atlikti seisinio įvertinimo programą, svarbu, kad jai parengti būtų paskirta organizacija, turinti tvirtą atsakomybės suvokimą ir reikiamas technines galimybes. Rekomenduojama įsteigti inžinerinę grupę, kuri dirbtų tik specialų darbą ir kuriai vadovautų projekto vadovas, tiesiogiai pavaldus vadovybei.

249. Susidūrus su ribotų išteklių keliamais sunkumais, gali būti taikoma prioritetų schema, pagrįsta optimalaus rizikos mažinimo principu. Dėl finansavimo suvaržymų programa gali būti suskirstyta į smulkesnes pagrindines užduotis, išlaikant loginę techninę seką.

Dokumentai

250. Seisinio įvertinimo ir tobulinimo programa turi būti įgyvendinama pagal kokybės užtikrinimo programą (QAP). Ji turi aprėpti visus planuojamus ir sisteminius veiksmus, būtinus užtikrinti, kad SSSC veiks tinkamai. Tokios QAP turi atitikti dokumentuose [276], [277] nurodytus standartus ir rekomendacijas.

251. Kad būtų patogiau, įvertinimo procesas gali būti padalytas į pagrindines užduotis, kurių kiekviena apima keletą operacijų, pvz., galima nurodyti šias užduotis:

- 251.1. turimos seisinės informacijos surinkimas;
- 251.2. trūkstamos informacijos nustatymas ir jos gavimas;
- 251.3. seisinio pavojaus nustatymas;

- 251.4. SSSC nustatymas;
 - 251.5. apžiūros;
 - 251.6. pastato ir konstrukcijų seismo atsako apskaičiavimas, įskaitant grindų atsako spektrus;
 - 251.7. įrangos seismo atsako apskaičiavimas;
 - 251.8. pastatų ir konstrukcijų seismo atsparumo įvertinimas;
 - 251.9. įrangos seismo atsparumo įvertinimas;
 - 251.10. galimo seismo atsparumo trūkumo ir tobulintinių SSSC nustatymas.
252. Kiekvienai užduočiai turi būti parengiamas išsamus darbo planas, kuriame nurodomos visos susijusios operacijos; kiekviena operacija turi būti visiškai patvirtinama dokumentais pagal kokybės užtikrinimo procedūras.

IX. SEISMINIAI PRIETAISAI

I. BENDRIEJI ASPEKTAI

253. Seisminiai prietaisai gali būti įrengiami atominėse elektrinėse dėl tokių priežasčių:
- 253.1. konstrukcijoms stebėti: rinkti duomenis apie atominės elektrinės SSC dinamines savybes ir įvertinti pastatų bei įrangos seismui projektavimui ir kvalifikavimui taikytos analitinės metodikos tinkamumą;
 - 253.2. seisminei padėčiai stebėti: duoti pavojaus signalą operatoriams dėl galimo elektrinės sustabdymo, atsižvelgiant į patikras po žemės drebėjimo;
 - 253.3. automatinėms avarinio išjungimo sistemoms: suaktyvinti automatinio elektrinės sustabdymo mechanizmus.
254. Turi būti nuspręsta dėl įrengtinių seisminių prietaisų skaičiaus, jų saugos klasifikacijos ir seismo kategorizavimo, remiantis sistemos projekte numatyto pradinio seismo įvykio atitiktimi ir prietaisų svarba elektrinės avarinėms procedūroms. Įrengtos seisminės padėties stebėjimo ir automatinės avarinio išjungimo sistemos turi būti tinkamai klasifikuotos pagal saugą ir turi būti įrengta tinkama dubliavimo įranga.
255. Atominėje elektrinėje įrengti seisminiai prietaisai turi būti kalibruojami ir techniškai prižiūrimi pagal raštiškas techninės priežiūros taisykles.

II. SEISMINIS KONSTRUKCIJŲ STEBĖJIMAS

256. Bet kurioje atominėje elektrinėje turi būti įrengti bent šie seisminiai prietaisai:
- 256.1. vienas triašis stiprių judesių registravimo prietaisas, įrengtas laisvojo lauko grunto judėjimui registruoti;
 - 256.2. vienas triašis stiprių judesių registravimo prietaisas, įrengtas reaktoriaus pastato pamato judėjimui registruoti;
 - 256.3. vienas triašis stiprių judesių registravimo prietaisas, įrengtas ant tipiškiausių reaktoriaus pastato grindų.
257. Papildomų seisminių prietaisų įrengimą reikėtų apsvarstyti vietose, kur SL-2 laisvojo lauko pagreitis yra ne mažesnis kaip 0,25 g.
258. Duomenys turi būti renkami ir analizuojami reguliariai ir įtraukiami į periodinę elektrinės saugos ataskaitą.

III. SEISMINIO STEBĖJIMO IR AUTOMATINĖ IŠJUNGIMO SISTEMOS

259. Sprendžiant, ar įrengti automatinę avarinio išjungimo sistemą, ar įvykus žemės drebėjimui remtis operatoriaus veiksmais, grindžiamais seisminiu stebėjimu, turi būti apsvarstyti šie aspektai:
- 259.1. žemės drebėjimų dydis, dažnumas ir trukmė atominės elektrinės vietoje: automatinė

sistema retai tikslinga mažo seisminio aktyvumo vietovėse;

259.2. atominės elektrinės sistemų seisminis atsparumas: automatinės sistemos turi būti naudojamos kaip papildoma apsaugos priemonė;

259.3. saugos aplinkybės, susijusios su klaidingu avarinio išjungimo suveikimu: automatinė sistema neturi būti naudojama vietose, kur didelis aplinkos seisminis triukšmas, įskaitant kitos elektrinėje esančios įrangos keliamą seisminį triukšmą;

259.4. automatinės avarinio išjungimo sistemos sukeltų seisminių svyravimų sutapimo su žemės drebėjimo svyravimais padarinių įvertinimas. Kai kuriais atvejais toks derinys gali kelti didesnę pavojų elektrinės saugai nei žemės drebėjimas, veikiantis elektrinę jai dirbant visu pajėgumu.

259.5. plataus masto saugos klausimai, susiję su elektrinės sustabdymo iškart po žemės drebėjimo padariniais valstybei. Jeigu yra riboto pajėgumo elektros sistema ir trūksta seisminių požymių kvalifikuotų elektrinių, avarinis elektros energijos tiekimas gali būti labai svarbus. Todėl automatinis avarinis išjungimas turi būti naudojamas tik įsitikinus, kad yra pavojus elektrinės saugai;

259.6. operatoriaus pasitikėjimas ir patikimumas: jei sistema neautomatinė, operatorius atlieka svarbų vaidmenį, priimdamas sprendimus dėl veiksmų, įvykus žemės drebėjimui, todėl jis turi būti atitinkamai parengtas tokiam avariniam atvejui.

260. Apatinis suveikimo lygis (perspėjimas) turi būti kuo arčiau SL-1 (paprastai susijusio su funkciniais apribojimais), ties kuriuo nesitikima didelės žalos su sauga susijusiems komponentams. Jei bendras elektrinės seisminis atsparumas yra mažesnis kaip SL-1 (pvz., atliekant pakartotinį seisminį įvertinimą), turi būti parenkamas žemesnis suveikimo lygis, atitinkantis tikrąjį elektrinės seisminį atsparumą.

261. Jei sistema automatinė, reaktoriaus automatinio išjungimo aukščiausia riba ir suveikimo lygis turi būti nustatytas pagal SL-2 ir atsižvelgiant į tai, kad paprastai tokio dydžio žemės drebėjimai gali sukelti nemažas griūtis netoli elektrinės ir gali nutrukti išorinis maitinimas bei sutrikti vandens tiekimas, būtinas liekamajai šilumai pašalinti. Visos avarinės procedūros ir operatoriaus veiksmai turi atitikti tokį scenarijų.

262. Jutikliai turi būti išdėstyti laisvajame lauke ir prie su sauga susijusios įrangos elektrinėje. Suveikimo lygiai turi būti suderinti pagal elektrinėje esančių jutiklių vietą, atsižvelgiant į seisminę dinaminę analizę. Kelių blokų elektrinėse automatinio išjungimo loginė sistema turi būti suderinta tarp skirtingų blokų.

263. Sistemos valdymas turi būti valdymo pulte, kad operatorius galėtų juo lengvai naudotis.

IV. DUOMENŲ APDOROJIMAS

264. Tiek operatoriaus veiksmai, tiek automatinis avarinis išjungimas, įvykus žemės drebėjimui, turi būti grindžiami tinkamu parametų rinkiniu, gautu iš užregistruotų ir tinkamai apdorotų duomenų, siekiant dviejų pagrindinių tikslų:

264.1. išvengti klaidingų signalų;

264.2. gauti žalos rodiklį, kad būtų galima palyginti su prielaidomis, padarytomis seisminio projektavimo ar įvertinimo etape.

265. Šie du tikslai galėtų būti pasiekti, taikant atitinkamą programinę įrangą ir naudojant signalų iš įvairių vietų ir krypčių derinį (klaidingi signalai galėtų būti pašalinami filtru), atitinkamai filtruojant signalo dažnius (siekiant pašalinti nepažeidžiančios signalo dalies įtaką) ir įvertinant sukauptos žalos parametrus, pagrįstus elektrinės apžiūromis.

266. Sukauptos žalos parametrai turi būti grindžiami daugiausia integruojant greičio duomenis, taip pateikiant labiau būdingą su sauga susijusiai įrangai žemės drebėjimo padarytos žalos parametą. Tokios visuotinės vertės turi būti palyginamos su tų pačių dydžių vertėmis, gautomis iš laisvojo lauko projekcinio žemės drebėjimo ir apie žemės drebėjimus sukaupytų duomenų. Analogiškai palyginimai turi būti atliekami kitose elektrinės vietose, nes jie galėtų būti tinkama apžiūros po žemės drebėjimo, taip pat sprendimo dėl elektrinės darbo atnaujinimo paspartis.

V. VEIKSMAI PO ŽEMĖS DREBĖJIMO

267. Veiksmai po žemės drebėjimo atominėje elektrinėje turi būti suplanuotos, net jei įrengta automatinė avarinio išjungimo sistema.

268. Apie įvykusį žemės drebėjimą valdymo pulto operatorius turi būti informuojamas įrengtais seisminiais prietaisais. Vėliau turi būti atliekamas užregistruotų žemės drebėjimo virpesių įvertinimas, atsižvelgiant į specialią saugos komponentų konstrukciją, apžiūrimasis žalos elektrinei įvertinimas ir elektrinės parengties atnaujinti (arba tęsti) darbą po žemės drebėjimo įvertinimas.

269. Tokios apžiūros metu tikrintinų komponentų sąrašas turi atitikti saugos ir seisminės elektrinės komponentų kategorijas. Turi būti aiškiai nustatytas bandymų, kuriuos reikia atlikti po žemės drebėjimo, pobūdis, aprėptis ir vieta, ir jie turi būti tiesiogiai susiję su numatoma žemės drebėjimo žala. Bandymai gali apsiriboti vizualine prieinamų komponentų patikra ir reglamentuotu palyginimu su visų kitų su sauga susijusių komponentų seisminėmis savybėmis.

270. Skirtingi tokių patikrų lygiai galėtų būti nustatyti pagal dėl žemės drebėjimo patirtos žalos dydį (išmatuotą atitinkamais analitiniais parametrais): operatoriams, techninio palaikymo personalui elektrinėje ir išorinėms specializuotoms grupėms turi būti nustatytos reikiamos skirtingos pareigos.

271. Atitinkamose eksploataavimo taisyklėse turi būti nustatytas reikalavimas nedelsiant pranešti prižiūrinčiajai institucijai ir jos dalyvavimas vėl paleidžiant elektrinę.

272. Rekomendacijos dėl darbo tvarkos įvykus žemės drebėjimui, įskaitant būtinų operacijų laiką, atsakomybę už jas ir kontrolę, nurodytos [286] šaltinyje.

X. INFORMACIJOS ŠALTINIAI

273. Atominių elektrinių seisminis projektavimas ir kvalifikavimas. Saugos standartų serija Nr. NS-G-1.6, TATENA, Viena, 2003 m.

274. Seisminių pavojų atominėms elektrinėms įvertinimas. Saugos standartų serija Nr. NS-G-3.3, TATENA, Viena, 2002 m.

275. Atominių elektrinių sauga. Projektavimas, Saugos standartų serija Nr. NS-R-1, TATENA, Viena, 2000 m.

276. Saugos atominėse elektrinėse ir kituose branduoliniuose objektuose kokybės užtikrinimas. Saugos standartų serija Nr. 50-C/SG-Q, TATENA, Viena, 1996 m.

277. Saugai svarbios programinės įrangos kokybės užtikrinimas. Techninių ataskaitų serija Nr. 397, TATENA, Viena, 2000 m.

278. Išorinių įvykių nagrinėjimas projektuojant branduolinę įrangą, išskyrus atomines elektrines, didžiausią dėmesį skiriant žemės drebėjimams, IAEA-TECDOC-1347, TATENA, Viena, 2003 m.

279. Seismiškai atsparių atominių elektrinių projektavimas, PNAE G-5-006-87, Maskva, 1987 m.

280. Išoriniai įvykiai, išskyrus žemės drebėjimus, projektuojant atomines elektrines. Saugos standartų serija Nr. NS-G-1.5, TATENA, Viena, 2003 m.

281. Atominių elektrinių saugos įvertinimas ir tikrinimas. Saugos standartų serija Nr. NS-G-1.2, TATENA, Viena, 2001 m.

282. Atominių elektrinių aikštelės įvertinimo ir pamatų geotechniniai aspektai. Saugos standartų serija Nr. NS-G-3.6, TATENA, Viena, 2005 m.

283. Atominių elektrinių sauga. Eksploatacija. Saugos standartų serija Nr. NS-R-2, TATENA, Viena, 2000 m.

284. Periodinė atominių elektrinių saugos apžvalga. Saugos standartų serija Nr. NS-G-2.10, TATENA, Viena, 2003 m.

285. Esamų atominių elektrinių seisminis įvertinimas. Saugos ataskaitų serija Nr. 28, TATENA, Viena, 2003 m.

286. Atominių elektrinių eksploatacinės ribos bei sąlygos ir darbo tvarka. Saugos standartų serija Nr. NS-G-2.2, TATENA, Viena, 2000 m.

Pakeitimai:

1.

Valstybinė atominės energetikos saugos inspekcija, Įsakymas

Nr. [22.3-132](#), 2016-07-22, paskelbta TAR 2016-07-22, i. k. 2016-20968

Dėl Valstybinės atominės energetikos saugos inspekcijos viršininko 2006 m. birželio 30 d. įsakymo Nr. 22.3-33 „Dėl Seisminio poveikio branduolinės energetikos objektams analizės reikalavimų patvirtinimo“ pakeitimo