

POSSIBILITIES OF OPERATIONAL USE OF RELIABILITY THEORY METHODS

J. Parasonis

To cite this article: J. Parasonis (2001) POSSIBILITIES OF OPERATIONAL USE OF RELIABILITY THEORY METHODS, *Statyba*, 7:5, 339-344, DOI: [10.1080/13921525.2001.10531751](https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531751)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531751>



Published online: 30 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 65

PATIKIMUMO TEORIJOS METODŲ PRAKTINIO TAIKYMO GALIMYBĖS

J. Parasonis

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

1. Įvadas

Konstrukcijų skaičiavimų pagal ribinių būvių metodą pagrindinis tikslas – užtikrinti konstrukcijų darbo sąlygas, kai didžiausi galimi poveikiai neviršija įrašų, kurias geba atlaikyti konstrukcijos skerspjūviai bei jungtys. Projektavimo normos [1–4], galiojančios mūsų šalyje, grindžiamos vadinamuoju pusiau tikimybinu skaičiavimo metodu: lygčių, lemiančių pirmosios ir antrosios ribinių būvių grupių tenkinimą, išraiškos formos determinuotos, tačiau abi lygčių pusės – kairioji, išreiškianti poveikių ir skaičiavimo schemų priklausomybes, ir dešinioji, išreiškianti panaudotų medžiagų savybes, įtempimų būvį, geometrinius parametrus, – vertina daugelio veiksnių statistinę (tikimybinę) prigimtį.

Ribinio būvio neviršijimo sąlygą bendruoju atveju galima užrašyti taip [5–7]:

$$\Psi(F_d, f_d, a_d, \Theta_d, \gamma_n, C) \geq 0, \quad (1)$$

F_d – apkrovų projektinės vertės; f_d – medžiagų savybių projektinės vertės; a_d – geometrinių parametru projektinės reikšmės; Θ_d – skaičiavimo modelio netikslumai; γ_n – konstrukcijos paskirties svarbos koeficientas; C – konstrukcijos naudojimo konstanta, reikalinga skaičiavimams pagal antrąją ribinių būvių grupę.

Iš (1) sąlygos matyti, kad, būtent dėl vadinamųjų penkių dalinių saugos koeficientų (poveikių, medžiagų, geometrinio tikslumo, darbo sąlygų ir paskirties) konstrukcijų projektavimas yra galimas taikant tikimybinį metodą pasirinkus norimą saugos lygį. Suprantama, kad norimo saugos lygio užtikrinimas priklauso nuo panaudotų dalinių saugos koeficientų reikšmių patikimumo. Toks požiūris pagal [8] atitinka saugio nustatymo pirmojo lygio metodus. Antrasis lygis pasiekiamas, kai saugis apskaičiuojamas tam tikrame taške (arba taškuose), kuris(e) yra ties atsakų zonos riba. Šiuo atveju pakanka žinoti poveikių ir atsparumų vidutinės reikšmės bei

jų dispersijas, pagal kurias apskaičiuojamas saugio indeksas [9], – atstumas nuo pasiskirstymo centro iki ne-saugios zonos ribos. Trečiasis lygis numato, kad visi skaičiavimų neapibrėžtumai yra išeities atsitiktinių dydžių žinomų bendrųjų pasiskirstymų erdvėje. Tačiau statybos projektavimo praktikoje dėl išeities duomenų stokos kol kas šį lygį pasiekti yra nerealu.

Tolesniam tikimybinio konstrukcijų skaičiavimo metodo tobulinimui, platesniam patikimumo teorijos praktiniam taikymui reikia tam tikrų klausimų grupių sprendimo.

Straipsnyje apibūdinamos šios klausimų grupės, analizuojami jų tyrimai, teikiami siūlymai tolesniems tyrimams vykdyti.

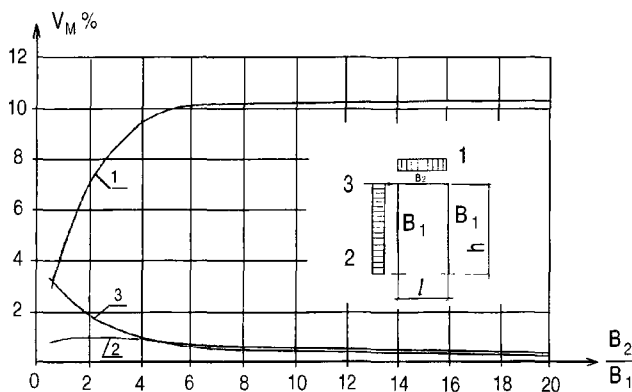
2. Statistinės informacijos rinkimas

Pirmiausia būtina pažymėti, kad poveikių dydžiai bei kiti jų parametrai, naudojami apskaičiuojant, nėra realių konstrukcijos apkrovimų atspindis, o tik tam tikri matematiniai jų modeliai. Tokie modeliai bendruoju atveju įvertina poveikių priklausomybę laikui bėgant, jų pokyčius erdvėje. Poveikių modelio parametrai yra kintami ir juos būtina įvertinti iki skaičiavimų pradžios. Buvusioje SSRS surinkta nemaža statistinės medžiagos apie sniego, vėjo, kai kurias technologines apkrovas (pvz., tiltinių kranų), kas leido pasiūlyti atitinkamus statistinius modelius joms aprašyti [8, 10]. Yra duomenų apie surenkamųjų gelžbetonio konstrukcijų apkrovas nuo savojo svorio [11, 12].

Labai mažai yra duomenų apie skaičiavimo schemų statistinius parametrus. Parinkdami konstrukcijos skaičiavimo schemą, matome priešingus veiksnius: pasirinktoji skaičiavimo schema turi kuo geriau atitikti realias darbo sąlygas bei visapusiškiau įvertinti poveikius, tačiau kartu norima, kad ji būtų kiek galima paprastesnė. Kita vertus, dažnai įrašų statistinės charakteristikos

yra sutapatinamos su poveikių statistinėmis charakteristikomis. Bet taip būna ne visuomet, pavyzdžiui, įrašų elementuose pasiskirstymas yra statiškai nesprenžiamose sistemose.

Atliekant statybinės mechanikos skaičiavimus laikoma, kad konstrukcijos elementų standumų santykiai yra determinuoti. Jie apskaičiuojami remiantis projektinėmis medžiagų charakteristikomis bei projektiniais geometriniais matmenimis. Realybėje šie santykiai yra atsitiktiniai dydžiai dėl geometrinių matmenų bei medžiagų savybių reikšmių sklaidos. Paveiksle pateikti atraminio lenkimo momento variacijos koeficiento kitimo skaičiavimai rėminėje konstrukcijoje, veikiant determinuotai apkrovai, kai standumų sklaidos variacijos koeficientas 10%, esant skirtingam rygelio (B2) ir statramsčio (B1) standumų santykiui.



Elementų standumų santykio įtaka atraminio lenkimo momento variacijos koeficientui: B1 – statramsčio standumas; B2 – rygelio standumas; 1, 2, 3 – apkrovų pobūdis

Influence of member stiffness ratio on the variation factor of bearing bending moment: B1 – stiffness of the strut; B2 – stiffness of the girder; 1, 2, 3 – variant of loading

Tačiau ne vien standumai turi įtakos įrašų pasiskirstymui. Mūsų atlikti tyrimai [6, 13] su vienaaukščių pramonės pastatų karkasais iš surenkamojo gelžbetonio, taip pat ir kitų autorių atlikti tyrimai su kitomis konstrukcijomis [14, 15 ir kt.] parodė, kad surenkamųjų konstrukcijų (gelžbetonio, metalo) montavimo tikslumo įtaka įrašų pasiskirstymui taip pat yra žymi. Atlikę tyrimus pateikėme pasiūlymų [6], kaip įvertinti elementų montavimo geometrinių parametų tikslumą karkaso elementų įrašų pasiskirstymui. Tačiau, kaip jau buvo minėta, skaičiavimo schemoms turi įtakos daugelis veiks-

nių, kurių statistiniai pasiskirstymai dar nėra gerai žinomi, todėl tikimybinio skaičiavimo schemų patikimumo įvertinimo klausimas šiandien dar nėra išspręstas. Kol kas tai kompensuojama prielaidomis, kurios užtikrina konstrukcijos atsargą pagal abi ribinių būvių grupes, atlikus determinuotą statikos skaičiavimą.

Iš šios klausimų grupės daugiausia statistinių duomenų yra sukaupta apie konstrukcijų medžiagų fizinių ir mechaninių savybių verčių sklaidą. Įvairių markių plieno, skirto laikančiosioms metalinėms konstrukcijoms, tyrimai rodo, kad takumo ribos variacijos koeficiento reikšmės svyruoja nuo 4,1% iki 15,8% [16]. Armatūrinio plieno stiprio tyrimai rodo, kad jo kitimas pirmiausia priklauso nuo plieno cheminės sudėties ir tolesnio technologinio apdirbimo sąlygų. Armatūrinio plieno stiprio variacijos koeficiento svyravimo ribos kiek siauresnės – nuo 3% iki 11%. Didžiausia statistinių duomenų bazė sukaupta apie betono stiprį [17]. Šio parametro variacijos koeficientas kinta gana plačiu diapazonu – nuo 3% iki 31%. Tačiau būtina pabrėžti, kad renkant duomenis apie betoną dažniausiai remiamasi kontrolinių kubelių bandymais, kurių rezultatai ne visuomet atspindi konstrukcijų betono stiprį. Plačiai taikomi neardantys metodai betono stipriui nustatyti konstrukcijoje nėra tiesioginiai, todėl jų taikymas taip pat duoda tam tikrą paklaidą. Nors intensyviai dirbama [18], tačiau spreštinų klausimų dar yra. Vis daugiau yra statistinių duomenų apie betono stiprio sklaidą įvairiose gelžbetonio konstrukcijose. Vertikalaus kasetinio formavimo konstrukcijų betono stiprio sklaida pagal konstrukcijos aukštį žinoma jau palyginti seniai, tačiau tuštymėtųjų plokščių tyrimai parodė, kad ir viršutinėje jų zonoje betonas yra gerokai silpnesnis (nuo 10% iki 35%). Šiais tyrimais [19] nustatyta, kad vidutinis plokščių betono stipris svyravo nuo 80% iki 110% nuo nustatyto kontrolinių kubelių bandymais. Tai patvirtina, kad statistinių parametų, gautų bandant kontrolinius kubelius, naudojimas duoda paklaidas. Matyt, šios paklaidos priklauso nuo konkrečios konstrukcijos bei jos gamybos būdo, todėl būtina kaupti statistinius duomenis apie įvairias konstrukcijas ir jų gamybos būdus.

Apie svarbius gelžbetonio konstrukcijų parametrus – armatūros apsauginio betono sluoksnio storį, įtemptos armatūros išankstinius įtempimus – yra sukaupta nemaža statistinių duomenų [11, 19].

Sprendžiant nagrinėjamą klausimą yra svarbus poveikių derinys. Normų [20] principais galima vadovautis, kai įrašų ir apkrovų ryšys yra linijinis, t. y. galima taikyti superpozicijos principą. Norint įvertinti nelinijškumą (fizikinį arba geometrinį), viskas yra gerokai sudėtingiau. Yra siūlymų [21], kaip nustatyti poveikių derinio koeficientą, tiesa, nagrinėjant trumpalaikes apkrovas tikimybinio būdu. Uždavinys sprendžiamas laikant, kad įrašos konstrukcijoje yra nepriklausomieji atsitiktiniai dydžiai ir yra maksimalios metinės įrašos, apskaičiuotos, veikiant vienai arba kartu kelioms apkrovoms.

Iš šios klausimų grupės analizės matyti, kad patikimumo teorijos metodų taikymo galimybes galima išplėsti, išsprendus skaičiavimo schemų neapibrėžtumus, turint informacijos apie jų statistinius parametrus. Dar mažoka statistinių duomenų apie konstrukcijoms naudojamų medžiagų stiprio bei jų deformacinių savybių kitimą laikui bėgant, betono stiprio sklaidą pačiose konstrukcijose. Būtina kaupti statistinius duomenis apie poveikius ir bandyti nustatyti poveikių derinio koeficientą.

3. Konstrukcijų determinuoto skaičiavimo būdo patikimumo analizė ir paklaidų statistinis įvertinimas

Projektavimo normų konstrukcijų skaičiavimo būdas grindžiamas teoriniais bei eksperimentiniais tyrimais. Remiamasi tam tikromis hipotezėmis, dėl to gaunamas atitinkamas lygčių tikslumas. Svarbu žinoti apskaičiavimų tikslumo ir eksperimentinių duomenų atitikimą. Tam reikia daugelio bandymų duomenų, tačiau juos sukaupti yra gana sudėtinga. Dėl šios priežasties pagal normų formules atliktų skaičiavimų rezultatai dažnai nesutampa su eksperimentų duomenimis.

Konstrukcijos projektinis patikimumas priklauso ne vien nuo apskaičiavimo būdo tikslumo, bet ir nuo jos konstravimo. Reikalas tas, kad ne viską įmanoma įvertinti skaičiavimais. Anksčiau aptartos pirmosios klausimų grupės sprendimas leidžia projektuojant vis tiksliau įvertinti vadinamuosius technologinius veiksnius. Tačiau, kaip jau buvo minėta, tokių duomenų bazė dar nėra pakankama. Todėl, kalbant apie projektinį patikimumą, svarbu žinoti, jog ne vien formulų paklaidos, bet ir jose esančių parametrų reikšmių tikimybė lemia skaičiavimų patikimumą.

Būtina pažymėti, kad šia tema apie gelžbetonio konstrukcijas yra paskelbta nemaža darbų. Lenkiamųjų ir gniuždomųjų elementų tyrimais [22], neįvertinant ap-

krovų sklaidos, nustatyta, kad normų skaičiavimo formulų tikslumas svyruoja 10%. Perarmuotų elementų netikslumai didesni. Ribinės laikomosios galios variacijos koeficientas dėl normų skaičiavimų netikslumų svyruoja nuo 3% iki 6%.

Gelžbetonio elementų įlinkių skaičiavimo formulų pagal įvairias normas tyrimai [23] parodė, kad SNIIP [1] ir Eurocode 2 [24] prognozuojamų įlinkių santykinės paklaidos intervalas yra nuo 22% iki 32%.

Įtemptojo gelžbetonio II ir III pleišetumo kategorijų elementų tyrimais [25] nustatyta, kad lynais ir vijomis armuotoms konstrukcijoms (iš viso 234 konstrukcijos) plyšių atsiradimo momentas momentą nuo norminės apkrovos viršijo nuo 1,19 iki 1,33 karto, konstrukcijoms su strypine armatūra (iš viso 818 konstrukcijų) – nuo 1,08 iki 1,2 karto. Tiesa, bandytų konstrukcijų amžius, kaip teigia autoriai, viršijo 25–30 dienų, tačiau, koks jis buvo iš tikrųjų, autoriai nenurodo. Mūsų nuomone, tai galėjo turėti įtakos rezultatams.

Iš skaičiavimo formulų patikimumo tyrimų matyti, kad autoriai manė, jog patikimi skaičiavimai yra tuomet, kai faktinis ribinis būvis atsiranda esant poveikiams, didesniems nei projektiniai, kitaip tariant, faktinė laikomoji galia (plačiaja prasme) yra didesnė nei apskaičiuotoji pagal normų reikalavimus. Beje, būtina pabrėžti, kad nagrinėjamas buvo vadinamasis pradinis patikimumas, t. y. neįvertinant medžiagų ir konstrukcijų savybių kitimo per laiką, taip pat laikant, kad poveikiai yra determinuoti. Be to, šie tyrimai leido įvertinti palyginti nesudėtingus atvejus: lenkiamųjų elementų normalinius pjūvius bei gniuždomuosius elementus. Sudėtingesni atvejai dar nėra nagrinėti.

Būtina pažymėti, kad skaičiavimo formulų patikimumą lemia ne vien naudojami matematiniai modeliai, konstrukcijų konstravimas, bet, kaip jau buvo minėta, ir tikimybinės panaudotų medžiagų savybės, konstrukcijų gamybos bei montavimo darbų kokybė, kas dažnai projektavimo normose įvertinama įtraukiant empirinius koeficientus ir net priklausomybę. Šiuo aspektu ypač vertingas yra konstrukcijų defektinių ir avarinių atvejų nagrinėjimas. Šioje srityje susistemintų statistinių duomenų, deja, nėra. Yra paskelbta darbų [26–28], kuriuose aprašomi įvairių konstrukcinių elementų ir statinių defektiniai bei avariniai atvejai, jų priežastys, sutvirtinimo būdai. Yra darbų [29], kuriuose pateikti statistiniai duomenys apie avarijų priežastis įvairiais konstruk-

cijos atsiradimo ir naudojimo etapais. Tačiau nėra darbų, analizuojančių defektinių ir avarinių atvejų ryšius su projektavimo normų apskaičiavimų formulėmis. Be minėtų veiksnių, tokia analizė leistų tiksliai jau projektavimo metu įvertinti vadinamąjį žmogiškąjį faktorių.

Norėtusi pabrėžti tai, kad gausių teorinių tyrimų rezultatų praktinį panaudojimą apsunkina aplinkybė, jog eksperimentiniam konstrukcijų patikimumo tyrimui, t. y. patikimumo teorijos eksperimentiniam patikrinimui reikia labai daug eksperimentinių tyrimų [30], tačiau tai atlikti praktiškai neįmanoma. Be to, įvertinant konstrukcijų ir statinių ilgalaikiškumą, eksperimento trukmė realiu laiko masteliu taip pat yra nereali. Yra ir kitų sunkumų, pavyzdžiui, konstrukcijų realūs matmenys. Matyt, minėtus sunkumus galima būtų įveikti, eksperimentinius tyrimus atliekant modeliavimo būdu, tačiau šiuo metu šis darbas dar net nepradėtas. Realiausias konstrukcijų ir statinių patikimumo eksperimentinio tyrimo būdas yra bandant išsiaiškinti kiekvienos konstrukcijų rūšies silpniausias grandis. Todėl galbūt tikslinga pradėti nuo atskirų uždavinių sprendimo – tikimybės tyrimo atskiroms konstrukcijų projektavimo, montavimo ir naudojimo stadijoms. Kaip jau buvo minėta, montavimo stadijai, ypač gamybinės paskirties vienaaukščiams karkasiniais pastatams iš surenkamojo gelžbetonio [6] ir metalinių konstrukcijų [14], statistinė medžiaga apie geometrinių parametrų tikslumą jau yra surinkta. Pastatams iš surenkamojo gelžbetonio ši statistinė medžiaga yra apdorota patikimumo požiūriu [6, 13]. Būtina visokeriopai plėsti šios krypties tyrimus, analizuojant įvairios paskirties bei konstrukcijų pastatus. Matyt, mūsų šalyje priėmus statinių priežiūros įstatymą, rengiant įstatyminius normatyvinius aktus, būtina sistemingai kaupti statistinę medžiagą, kas ateityje leistų išspręsti konstrukcijų ir statinių patikimumo naudojimo stadijoje uždavinį. Šiuo metu mes turime daugiausia statistinių duomenų, reikalingų konstrukcijų ir statinių patikimumo uždaviniui spręsti projektavimo stadijoje. Perspektyvūs yra tyrimai, skirti patikimumo eksperimentiniams pagrindams sukurti, nors šiuo metu jie tik pradėti vykdyti.

4. Konstrukcijų saugio normavimas

Įtraukiant konstrukcijos paskirties svarbos koeficientą [31], kuris įvertina statinio svarbą ir jo įtaką patikimumo lygiui, bandyta įvertinti galimas konstrukcijos nepatikimumo pasekmes. Nustatant šio koeficiento reikš-

mes [32], vadovautasi samprata, kad juo įvertinamos ekonominės ir neekonominės galimo nepatikimumo pasekmės. Visi statiniai suskirstyti į atitinkamas (eksperimentinio vertinimo būdu) atsakingumo klases. Tai pagrįsta ekonomiškai, tačiau tai neleidžia reguliuoti konstrukcijos patikimumo. Vėliau paaiškėjo [7, 10], kad tos pačios statinių atsakingumo klasės konstrukcijų patikimumas projektavimo metu, esant vienodai parametrų verčių tikimybei, gali itin skirtis. Nustatyta, kad konstrukcijų patikimumas priklauso ne vien nuo dalinių atsargos koeficientų didumų tikimybės, bet ir nuo jų santykių. Be to, naujas požiūris į konstrukcijų saugą nėra grindžiamas vien ribinio būvio pasekmėmis, kurios mūsų projektavimo normose daugiausia yra ekonominio pobūdžio. Pirmiausia būtina užtikrinti statinio, o kartu ir jo konstrukcijų funkcinės paskirties patikimumą. Jo nereikėtų suprasti kaip saugų statinio naudojimą. Būtent šis naujas požiūris reiškia, jog funkcinėje prasme yra galimas tam tikras statinio (konstrukcijos) nepatikimumas. Šios tikimybės parinkimo kriterijais gali būti, pavyzdžiui, maksimalaus pelno siekis statinio funkcionavimo metu.

Suprantama, kad būtina užtikrinti ir žmonių bei materialinių vertybių saugumą statinio funkcionavimo metu. Čia turima galvoje „protingos rizikos“ sąvoka, kai ekonominiais sumetimais galimi net esminiai statinio suirimai, užtikrinant minimalų pavojų žmonių gyvybei.

Įvertinus minėtus dalykus, (1) sąlyga užrašoma kiek kitaip:

$$\text{Prob.}(\tilde{R} < \tilde{Q}) = p_{ex}, \quad (2)$$

\tilde{R} ir \tilde{Q} – laikomosios galios (plačiaja prasme) ir poveikių atsitiktiniai dydžiai; Prob. – įvykio (nepatikimumo pasireiškimo) tikimybė; p_{ex} – šios tikimybės tikslinga (normuojama) reikšmė.

Tikslingą nepatikimumo pasireiškimo tikimybės reikšmę reikia suprasti taip, jog, didinant statinio saugą, reikia didesnių sąnaudų jo statybai, bet mažesnių jo naudojimui. Vadinasi, yra optimali tikimybės reikšmė. Matyt, mums dar reikia priprasti prie šios sampratos, nes neišvengiama, kad statinys yra projektuojamas numatant tam tikrą suirimo tikimybę. Antra vertus, ir anksčiau mūsų projektuoti ir statyti statiniai nebuvo absoliučiai saugūs – paprasčiausiai mes apie tai nežinojome, nes nemokėjome vertinti galimų nepatikimumo pasekmių. Tokiam požiūriui realizuoti labai svarbu yra spręsti šio straipsnio 2 ir 3 skyriuose apibūdintus klausimus.

5. Išvados

1. Praktiškai taikant patikimumo teorijos metodus statybinių laikančiųjų konstrukcijų saugiai nustatyti būtina išspręsti tris klausimų grupes. Pirmiausia reikia surinkti pakankamai statistinės informacijos apie poveikius, skaičiavimo schemas, medžiagų fizines bei mechanines savybes, geometrinius konstrukcijų parametrus bei kitus skaičiuojant naudojamus parametrus. Taip pat būtina konstrukcijų determinuoto skaičiavimo būdo patikimumo analizė ir paklaidų statistinis įvertinimas; konstrukcijų nepatikimumo pasireiškimo tikimybės normavimas.

2. Patikimumo teorijos metodų praktinio taikymo galimybes galima išplėsti, išsprendus skaičiavimo schemų neapibrėžtumus, turint informaciją apie jų statistinius parametrus. Būtina kaupti statistinius duomenis apie konstrukcijoms naudojamų medžiagų stiprio bei jų deformacinių savybių kitimą laikui bėgant, betono stiprio sklaidą pačiose konstrukcijose, poveikius ir bandyti nustatyti poveikių derinio koeficientą.

3. Konstrukcijų skaičiavimo patikimumo tyrimai kol kas yra atlikti palyginti nesudėtingiems lenkiamiesiems ir gniuždomiesiems elementams bei neįvertinant medžiagų ir konstrukcijų savybių kitimo laikui bėgant, poveikius laikant determinuotais.

4. Eksperimentinis konstrukcijų patikimumo tyrimas susijęs su labai didelės apimties ilgalaikiais eksperimentiniais tyrimais ir todėl praktiškai yra nerealus. Matyt, tikslinga tokius tyrimus atlikti modeliavimo būdu. Būtina sukurti patikimumo eksperimentinių tyrimų pagrindus.

5. Siekiant nustatyti konstrukcinių sprendimų silpniausias grandis, tikslinga tirti jų patikimumą atskirai projektavimo, montavimo ir naudojimo stadijoms. Gamybines paskirties vienaaukščiams karkasiniais pastatams iš surenkamojo gelžbetonio montavimo stadijai tokie tyrimai jau atlikti [6].

6. Naujas požiūris į konstrukcijų saugį yra grindžiamas statinio funkcinės paskirties patikimumo užtikrinimu. Pagrindinė patikimumo sąlyga (2) reikalauja, kad nepatikimumo pasireiškimo tikimybė būtų lygi šios tikimybės tikslingai (norminei) reikšmei.

Literatūra

1. СНиП 2.03.01–84*. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. 80 с.

2. СНиП II–23–81*. Стальные конструкции / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. 96 с.
3. СНиП II–25–80. Деревянные конструкции / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1983. 31 с.
4. СНиП II–22–81. Каменные и армокаменные конструкции / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1983. 40 с.
5. ISO 2394: 1998 (E). General principles on reliability for Structures. 73 p.
6. И. И. Парасонис. Надежность каркасов одноэтажных производственных зданий с учетом точности геометрических параметров монтажа. Вильнюс: Техника, 1995. 392 с.
7. В. Д. Райзер. Методы теории надежности в задачах нормирования расчётных параметров строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1986. 192 с.
8. Г. Аугусти, А. Баратта, Ф. Кашиати. Вероятностные методы в строительном проектировании. М.: Стройиздат, 1988. 584 с.
9. А. Р. Ржаницын. Теория расчета строительных конструкций на надежность. М.: Стройиздат, 1978. 239 с.
10. В. Д. Райзер. Расчет и нормирование надежности строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1995. 352 с.
11. М. Г. Коревицкая, Т. Ю. Лапенис. Анализ геометрической точности изготовления и установления допускаемых отклонений на размеры железобетонных изделий // Исследование влияния качества изготовления, монтажа и эксплуатации железобетонных конструкций на их несущую способность. Сб. науч. тр. НИИЖБ. М., 1986, с. 35–39.
12. Г. Н. Коган. Исследования фактического уровня качества и надежности изготовления сборных железобетонных конструкций на предприятиях Главмосармстроя // Снижение материалоемкости и трудоемкости строительных конструкций. Сб. науч. тр. (межведомственный). Омск., СибАДИ, 1983, с. 90–99.
13. И. И. Парасонис. Анализ качества монтажа каркасов одноэтажных промышленных зданий // Исследование влияния качества изготовления, монтажа и эксплуатации железобетонных конструкций на их несущую способность. Сб. науч. тр. НИИЖБ. М., 1986, с. 40–47.
14. А. Ф. Котлов. Инструментальный контроль точности монтажа стальных конструкций одноэтажных производственных зданий // Промышленное строительство, № 2, 1983, с. 21–23.
15. В. Е. Сно. Влияние качества монтажа колонн на работу несущих конструкций многоэтажных каркасных зданий // Обзорная инф-я ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре. Вып. 3. 1984. 56 с.
16. И. Д. Грудев, В. М. Бакланова, П. Л. Визир. Статистический анализ предела текучести строительных сталей // Стр-во и арх-ра. Научно-техн. реф. сб. Сер. 3. Проектирование металлических кон-й, 1982. Вып. 6, с. 11–12.
17. J. Parasonis. Laikančiųjų statybinių konstrukcijų patikimumas ir naujaisi jų kokybės kontrolės metodai. Vilnius: LŪSTI, 1986. 55 p.

18. В. А. Клевцов. Статистическая оценка прочности бетона при испытании неразрушающими методами // Исследование влияния качества изготовления, монтажа и эксплуатации железобетонных конструкций на их несущую способность. Сб. науч. тр. НИИЖБ. М., 1986, с. 5–10.
19. М. Г. Коревицкая, В. Н. Артамонова, Т. Ю. Лапенис. Анализ качества изготовления предварительно напряженных ребристых и многопустотных плит // Совершенствование конструктивных форм, методов расчета и проектирования железобетонных конструкций. Сб. науч. тр. НИИЖБ к IX Всесоюзной конференции. М., 1983, с. 12–14.
20. СНиП 2.01.07–85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 36 с.
21. В. Д. Райзер. Теория надежности в строительном проектировании. М.: Изд-во ассоциации строительных вузов, 1998. 304 с.
22. К. Э. Таль. Проблемы надежности железобетонных конструкций // Расчет и конструирование железобетонных конструкций. Сб. науч. тр. НИИЖБ к VII Всесоюзной конференции по бетону и железобетону. М., 1972, с. 103–114.
23. R. Šimkus. Lenkiamų gelžbetoninių elementų kreivio sklaida ir tikimybinis įlinkių prognozavimas. Daktaro disertacija. Vilnius: Technika, 2000. 84 p.
24. ENV 1992 Eurocode 2. Design of concrete structures. Brussels, CEN, 1991.
25. Н. Я. Сапожников. Надежность расчета трещиностойкости преднапряженных изгибаемых элементов // Предварительно напряженные железобетонные конструкции зданий и сооружений. Сб. науч. тр. НИИЖБ. М.: НИИЖБ, 1981, с. 180–189.
26. А. Н. Шкинев. Аварии на строительных объектах, их причины и способы предупреждения и ликвидации. М.: Стройиздат, 1966. 308 с.
27. J. Augustyn, E. Śledziwski. Awarie konstrukcji stalowych. Warszawa: Arkady, 1976. 183 s.
28. Р. Рибицки. Повреждения и дефекты строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1982. 432 с.
29. П. Цветков. Анализ причинно-следственных связей между дефектами в конструкциях и причинами их появления: Отчетный доклад по теме «Совершенствование методов реконструкции промышленных предприятий и зданий». София, 1984.
30. И. И. Парасонис. Надежность оценки результатов испытаний по ГОСТ 8829-77 // Надежность и качество строительных конструкций. Межвуз. сб. науч. статей. Куйбышевский ГУ. Куйбышев, 1982, с. 121–123.
31. В. А. Отставнов, А. Ф. Смирнов, В. Д. Райзер, Ю. Д. Сухов. Учет ответственности зданий и сооружений в нормах проектирования строительных конструкций // Строительная механика и расчет сооружений, № 1, 1981, с. 11–14.
32. Правила учета ответственности зданий и сооружений при проектировании конструкций: Бюллетень строительной техники, № 7, 1981, с. 1–13.

Įteikta 2001 10 02

POSSIBILITIES OF OPERATIONAL USE OF RELIABILITY THEORY METHODS

J. Parasonis

Summary

The possibilities of using methods of a reliability theory are considered from the point of view of solving three problem groups. At first, collecting representative statistical data about loadings, design schemes, physical-mechanical characteristics of materials, geometrical parameters of structures, etc. Secondly, it is necessary to investigate reliability of the applied deterministic calculation and to evaluate statistically possible inaccuracies in calculations. At last, rated probabilities of the failure of structures.

Use of reliability theory methods can be extended. It is necessary to accumulate statistical data about changes in time of strength and deformation properties of structural materials for reinforced concrete structures, variability of concrete strength in structures. It is necessary to accumulate statistics about actions and to solve the problem of values of factors.

It has been marked that the studies of reliability of the design methods are realized for rather simple members subjected to bending and compression without consideration of materials properties in time.

The expediency of experimental research on reliability of structures is discussed.

Taking into account our experience of influence on reliability of frames of one-storey industrial buildings of the precision of geometrical parameters of mounting, it is expedient study reliability separately from design, mounting and maintenance stages.

The new approach to a reliability estimation on the basis of ensuring functional reliability of buildings is discussed. Thus the probability of failure should be equal to the magnitude of probability.

.....
Josifas PARASONIS. Professor, Doctor Habil. Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: Josifas.Parasonis@ar.vtu.lt

PhD, Vilnius Civil Engineering Institute (VISI, now VTU, 1973). Doctor Habil (technical sciences, 1993). Professor, VGTU (1994). Head of Dept of Building Structures (1996). Author of over 150 publications (research results and study guides). Research interests: reliability of structures and buildings.