

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI  
RİYAZİYYAT VƏ MEXANİKA İNSTİTUTU**

*Əlyazması hüququnda*

**NİGAR MİRYAŞAR qızı NAĞİYEVA**

**MÜXTƏLİF ÇUBUQ VƏ LÖVHƏLƏRDƏ YORĞUNLUQ  
DAĞILMASININ TƏDQIQI**

2002.01 – Deformasiya olunan bərk cism mexanikası

Mexanika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi  
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

**A V T O R E F E R A T I**

Bakı – 2018

Dissertasiya işi **AMEA Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun "Sürüncəklik nəzəriyyəsi"** şöbəsində yerinə yetirilmişdir.

**Elmi rəhbər:**

fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor **Lətif Talıblı**

**Rəsmi opponətlər:**

- fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor **Vaqif Hacıyev** (AMEA Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu);
- fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor **Natiq Əhmədov** (Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti).

**Aparıcı təşkilat:**

**Bakı Dövlət Universiteti** "Tətbiqi analizin riyazi üsulları" kafedrası.

Dissertasiyanın müdafiəsi 12 oktyabr 2018-ci il saat 16<sup>00</sup>-da Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun nəzdindəki elmlər doktoru və fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün D. 01.111 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Ünvan: AZ1141, Bakı şəhəri, B.Vahabzadə küç.,9

Avtoreferat 12 iyul 2018-ci il tarixində buraxılıb.

**AMEA RM-nin D.01.111**

**Dissertasiya Şurasının**

**elmi katibi**

**dos. Tamilla Həsənova**

## İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

**Mövzunun aktuallığı.** Sənayenin müxtəlif sahələrində istifadə olunan bir çox konstruksiyalar xarici yüklənmələrin dövrü dəyişməsi şəraitində işləyir. Belə konstruksiyalarda bu zaman yaranan gərginlik və deformasiyalar da həmçinin, dövrü olur. Dövrü dəyişən yüklənmələrin təsiri altında bərk cisimdə, toplanması son nəticədə yorğunluq dağılmasına gətirən zədələnmələr meydana çıxır. Məlum olduğu tədqiq olunan konstruksiyaların plastik deformasiyanın dövrü dəyişməsi zamanı bütün materialının zədələnməsinin, yorğunluq və ya dövrü dayanıqlıq altında baş verməsi qəbul edilmişdir. Yalnız yorğunluq dağılması (bütöv zədələnmə) hətta konstruksiyaların elementlərində gərginlik axıcılıq həddinə çatmadıqda da yaranır. Real iş şəraitində konstruksiya elementlərinin möhkəmliyinin qiymətləndirilməsi, müvafiq gərginlik və deformasiyanın təyini məsələsinin qoyulması və həlli, eyni zamanda son vəziyyətin yaranmasını ifadə edən şərtin ifadəsinin verilməsi ilə bağlıdır. Konstruksiya elementlərinin möhkəmlik şərtlərinin formallaşdırılmasında bu alimlər L.F.Koffin, S.Menson, Beyli, A.S.Palmqrin, M.A.Meyner, Völer, L.M.Kaçanov, Y.N.Rabotnov, A.A.İlyuşin, V.V.Novojilov, V.V.Moskvitin, V.V.Bolotin, Y.V.Suvorova, R.A.Vasin, R.V.Qoldşteyn, A.Y.Qoldman, V.S.İvanova, Y.İ.Raqozin, N.A.Vorobyov, A.C.Kennedi, S.Kosanda, B.Lazan, A.M.Lokaşenko, S.A.Şesterikov, Y.Q.Matvienko, A.A.Movçan, P.P.Olderev, V.P.Tamuj, S.B.Ratner, V.P.Sdabıryev, V.A.Strijalo, Y.S.Urjumsev, V.T.Troşenko xüsusi əmək sərf etmişlər.

Bir çox mövcud ədəbiyyatlarda möhkəmlik şərtinin verilməsi o halda doğru olur ki, dövrü yüklənmə prosesində gərginlik və deformasiyanın amplitudları yüklənmə zamanı dəyişməz qalsın, başqa sözlə möhkəmlik şərti stasionar yüklənmədə yer alsın. V.V.Moskvitin tərəfindən işində ümumi dəyişən yüklənmə halında yorğunluq dağılması şərti alınmışdır. Burada yorğunluq zədələnməsinin toplanması konsepsiyasından istifadə edilmişdir. Təyin olunacaq parametrlər kimi gərginlik amplitudu seçilmişdir.

Yorğunluq dağılmasının tədqiqi zamanı yüklənmənin hər mexaniki dövrü üçün təyin olunacaq parametrlər kimi xarici yüklənmənin təsiri altında yaranan deformasiyanın qalıq intensivliyini təyin etmək lazım gəlir.

Təqdim olunan dissertasiya işi pulsasiyalı qeyristasionar yüklənmə zamanı mexaniki yorğunluq dağılması üçün yeni effektiv münasibətlərin qurulmasına həsr edilmişdir. Və bu münasibətlər ədəbiyyatlarda dərc

olunmuş müvafiq təcrübələrin nəticələri ilə eksperimental əsaslandırılmışdır. Eyni zamanda bu münasibətlərin müxtəlif xarici faktorların pulsasiyalı dəyişməsi şəraitində işləyən lövhə və çubuqların yorğunluq dağılması haqqında məsələlərin həllinə tətbiqi öyrənilmişdir. Bu zaman yorğunluq möhkəmliyinin təyin ediləcək parametri kimi qalıq deformasiyanın intensivliyi qəbul edilmişdir.

Seçilmiş mövzunun aktuallığı konstruksiya elementlərinin, xüsusi halda, çubuq və lövhədə dövrü dayanıqlığın daha dəqiq proqnozlaşdırılmasının təyin edilməsinin vacibliyindən irəli gəlir.

**Dissertasiya işinin məqsədi.** Dissertasiya işinin məqsədi analoji təyinatlı mövcud münasibətlərdə nəzərə alınmayan aşkarlanmış təcrübə faktları əsasında yeni yorğunluq münasibətlərinin qurulmasıdır. Eyni zamanda məqsəd bu münasibətlərin konkret qoyulmuş yorğunluqdan dağılma məsələlərinə tətbiq edilməsidir.

**Tədqiqatın yerinə yetirilməsinin əsas metodikası.** İşdə zədələnmələrin toplanması konsepsiyasından; Tresk-Sen-Venan və Mizes plastiklik şərtindən; plastik axın nəzəriyyəsindən; A.A.İlyuşinin kiçik elastoplastik deformasiya nəzəriyyəsindən; V.V.Moskvitin dəyişən yüklənmə haqqında teoremindən; elastiklik nəzəriyyəsi metodlarından istifadə edilmişdir.

**Elmi yenilik. I.** Pulsasiyalı qeyristasionar yüklənmə zamanı cisimdə yaranan yorğunluq möhkəmliyi üçün yeni münasibətlər alınmışdır. Bu münasibətlər aşağıdakılardır:

- a) yorğunluq zədələnmələrinin yığılmasının kinetik prosesini xarakterizə edən tənlik;
- b) zədələnmələrin yığılması prosesinin başlanmasına qədərki yüklənmənin pulsasiyalı qeyristasionar dövrlərinin sayını təyin etməyə imkan verən zədələnmə şərti;
- c) yorğunluq dağılmasına qədər olan yüklənmənin pulsasiyalı qeyristasionar dövrlərinin sayını təyin etməyə imkan verən yorğunluq şərti.

a,b,c bölmələrində qeyd olunan münasibətlər V.S.İvanova, Y.İ.Raqozin, N.A.Vorobyovun işlərində təqdim olunan eksperimental verilənlərlə əsaslandırılmışdır.

## **II. Tətbiqi yeniliklər:** Məsələnin həlli:

- a) ensiz düzbucaqlı en kəsikli tirin elastikiplastik pulsasiyalı burulma və yorğunluğu;
- b) oval enkəsikli prizmatik çubuğun pulsasiyalı burulması zamanı yorğunluq dağılması;

c) daxili konturu pulsasiyalı moment və təzyiqin təsiri altında olan halqavari lövhənin yorğunluq dağılması.

**Alınmış nəticələrin etibarlılığı.** Yorğunluq möhkəmliyi üçün alınmış bütün nəzəri münasibətlər bir çox müəlliflərin dərc olunmuş müvafiq eksperimentlərindəki verilənlər ilə müqayisə edilmişdir, alınmış nəticələr tətbiq olunmuş mexanikanın fundamental qanunları, riyazi metodları ilə alınmışdır, xüsusi hallar üçün alınmış nəticələr, məlum nəticələrə müvafiqdir.

**İşin praktik əhəmiyyəti və həyata keçirilməsi.** Yorğunluq möhkəmliyi üçün təyin edilmiş münasibətlər, istifadə müddətində müxtəlif pulsasiyalı yüklənmənin təsiri altında olan müxtəlif konstruksiyaların xidməti müddəti haqqında qabaqcadan məlumat vermək üçün istifadə edilə bilər. Çubuqlar (tirlər) və lövhələrin yorğunluq dağılması haqqında məsələnin həllindən alınmış nəticələr, elementləri çubuqlar və lövhələr olan konstruksiyaların proyektləşdirilməsində tətbiq oluna bilər. Dissertasiya işinin nəticələri yorğunluq möhkəmliyinin hesablanması metodikası şəklində proyektləşdirmə müəssisələrinin istifadəsi üçün həyata keçirilə bilər.

**İşin aprobasiyası.** Dissertasiya işinin əsas nəticələri AMEA RMİ-nin “Sürüncəklik nəzəriyyəsi” (prof. L.X.Talıblı), “Elastiklik və plastiklik nəzəriyyəsi” (prof. V.C.Hacıyev), “Tətbiqi riyaziyyat” (prof. Q.Q.Əliyev) şöbələrinin seminarlarında müzakirə edilmiş, eləcə də “Funksiyalar nəzəriyyəsi və harmonik analizin problemləri” akad. İ.İ.İbrahimovun 100-illik yubileyinə həsr olunmuş beynəlxalq konfransda (Bakı 2012), “Riyaziyyat və informatikanın aktual problemləri” ümummilli lider Heydər Əliyevin 90 illiyinə həsr olunmuş beynəlxalq konfransda (Bakı 2013), “Riyaziyyat və mexanikanın aktual problemləri” AMEA RMİ-nin 55 illiyinə həsr olunmuş beynəlxalq konfransda (Bakı 2014), “Riyaziyyat və mexanikanın müasir problemləri”, akad. A.C.Hacıyevin 80 illiyinə həsr olunmuş beynəlxalq konfransda (Bakı 2017) məruzə edilmişdir.

**Müəllifin şəxsi işi.** Dissertasiya işində alınan bütün əsas nəticələr müəllif tərəfindən alınmışdır. Həmmüəlliflərə yazılmış işlərdə məsələnin qoyuluşu həmmüəllifə aiddir.

**Məqalələr.** Dissertasiya mövzusu üzrə 9 sayda elmi iş dərc edilmişdir.

**İşin strukturu və həcmi.** Dissertasiya işi giriş, üç fəsil, nəticə və 121 sayda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiyanın həcmi 114 səhifə və 5 şəkildən ibarətdir.

## İŞİN MƏZMUNU

**Girişdə** mövzunun aktuallığı əsaslandırılmış, dissertasiya işinin məqsədi göstərilmiş, dissertasiya işinin mövzusunə yaxın işlərdən qısa xülasələr gətirilmişdir. Burada nəzəri və praktik elmi yeniliklər və alınmış nəticələrin praktik əhəmiyyəti gətirilmiş, həmçinin dissertasiya işinin fəsilər üzrə qısa xülasəsi verilmişdir.

Dissertasiyanın **birinci fəslində** ədəbiyyatlarda verilmiş materialların yorğunluq dağılmasının əsas qeyristasionar kriteriyaları təqdim edilmiş və onların elmi analizlərindən nəticələr gətirilmişdir. Göstərilmişdir ki, bu kriteriya materialların yorğunluq dağılması prosesini daha düzgün ifadə edir. Bununla bərabər mövcud qeyristasionar kriteriyaların, xüsusi halları ikinci fəsilə verilmiş bəzi kiçik çatışmamazlıqları qeyd olunmuşdur. Eyni zamanda birinci fəsilə təsvir olunmuş material ikinci və üçüncü fəsilə materialların daha asan oxunmasına xidmət edir.

**İkinci fəsil** materialların dövrü yorğunluq dağılmasının bir kriteriyasının tədqiqinə həsr edilmişdir. Verilən kriteriya digərlərindən onunla fərqlənir ki, yüklənmənin hər mexanki dövründə yorğunluq dağılmasının xarakteristikası kimi ilk dəfə olaraq qalıq deformasiyanın intensivliyi qəbul edilmişdir. Bu kriteri əsasən pulsasiyalı yüklənmənin təsirinə məruz qalan materialların yorğunluğu zamanı tətbiq edilir və bu hadisədə yorğunluq dağılmasının dominant amili qalıq deformasiya olur.

$\eta(n)$  skalyar parametrini daxil edək, burada  $n$  - yüklənmə dövrlərinin cari sayıdır. Normallaşmanı nəzərə alaraq qəbul edirik:  $0 \leq \eta(n) \leq 1$ .  $\eta$  -kəmiyyəti materialın dövrü zədələnməsini xarakterizə edir. Fərz edirik ki,  $0 \leq n \leq N'$ , olduqda  $\eta(n) = 0$ , burada  $N'$  - materialda zədələnmələrin toplanması prosesinin başladığı mexaniki yüklənmə dövrlərinin sayıdır.  $N' \leq n \leq N_*$ , halında  $\eta(n)$  kəmiyyəti  $\varepsilon_t^0(n)$  deformasiyanın qalıq intensivliyindən birqiymətli təyin olunur. Burada  $N_*$  - dağılmaya qədər olan dövrlərin sayıdır.  $0 \leq \eta < 1$  olduqda və yüklənmənin dövrlərinin  $0 \leq n < N_*$  intervalında cisim möhkəm vəziyyətdə olur. Dövrü dağılma  $N_*$  yüklənmə dövrlərinin sayı  $\eta(N_*) = 1$  olduqda başlayır.

$\eta(n)$  üçün aşağıdakı tənlik alınmışdır:

$$\eta(n) = H(n - N') \left[ -\frac{N_1^{1+\alpha}(\varepsilon_{ik}^0(n))}{N_0^{1+\alpha}(\varepsilon_t^0(n)) - N_1^{1+\alpha}(\varepsilon_t^0(n))} + \right. \\ \left. + (1 + \alpha) \int_0^n \frac{(n-k)^\alpha dk}{N_0^{1+\alpha}(\varepsilon_t^0(k)) - N_1^{1+\alpha}(\varepsilon_t^0(k))} \right]. \quad (1)$$

Burada  $N_1 = N_1(\varepsilon_{ik}^0)$ ;  $N_0 = N_0(\varepsilon_{ik}^0)$  -yüklənmənin hər bir  $k$ -cı dövrü üçün eksperimental təyin olunacaq universal funksiyalardır.  $\varepsilon_{ik}^0$  -sabitə isə materialda zədələnmələrin əmələ gəlməsindən əvvəl olanyüklənmə dövrlərinin sayıdır.  $N_0$ ,  $\varepsilon_{ik}^0 = const$  olduqda dağılmaya qədər olan yüklənmə dövrlərinin sayıdır.

(1) tənliyi mexaniki yorğunluq dağılması tənliyi adlanır. Tənliyə eksperimental təyin olunacaq  $N_1$  və  $N_0$  funksiyaları və  $\alpha$  sabiti daxildir. Onlar materialların dövrü yüklənməsi hadisəsində zədələnmələrin toplanması prosesini təsvir edir.(1) tənliyindən  $N_1 \equiv 0$  olduqda Palmqrin-Meyner zədələnmələrinin xətti cəmlənmə məlum münasibətləri alınır.

(1) tənliyindən  $\eta(N') = 0$  və  $\eta(N_*) = 1$  olduqda alınır:

$$\frac{N_1^{1+\alpha}(\varepsilon_{ik}^0(N'))}{N_0^{1+\alpha}(\varepsilon_t^0(N')) - N_1^{1+\alpha}(\varepsilon_t^0(N'))} = (1 + \alpha) \int_0^{N'} \frac{(N' - k)^\alpha dk}{N_0^{1+\alpha}(\varepsilon_t^0(k)) - N_1^{1+\alpha}(\varepsilon_t^0(k))}, \quad (2)$$

$$\frac{N_0^{1+\alpha}(\varepsilon_t^0(N_*))}{N_0^{1+\alpha}(\varepsilon_t^0(N_*)) - N_1^{1+\alpha}(\varepsilon_t^0(N_*))} = (1 + \alpha) \int_0^{N_*} \frac{(N_* - k)^\alpha dk}{N_0^{1+\alpha}(\varepsilon_t^0(k)) - N_1^{1+\alpha}(\varepsilon_t^0(k))}. \quad (3)$$

(2) münasibəti dövrü zədələnmə şərtidir və zədələnmələrin toplanması prosesinin başladığını göstərən  $N'$  dövrlərin sayını müəyyən edir. (3) münasibəti ixtiyari  $\varepsilon_t^0(n)$  üçün dövrü dayanıqlıq şərtidir və dağılmaya qədər olan  $N_*$  dövrlərin sayını müəyyən edir.

Xüsusi hallara baxılmışdır. a)

$N_1(\varepsilon_t^0)/N_0(\varepsilon_t^0) \approx A = const$  olduğu fərz edilir. Belə olan halda (2) və (3) dövrü zədələnmə şərti aşağıdakı münasibətə çevrilir:

$$(1 + \alpha) \int_0^{N'} \frac{(N' - k)^\alpha dk}{N_0^{1+\alpha} (\varepsilon_t^0(k))} = A^{1+\alpha}$$

$$\int_0^{N_*} \frac{(N_* - k)^\alpha dk}{N_0^{1+\alpha} (\varepsilon_t^0(k))} = \frac{1}{1 + \alpha} \quad (4)$$

b)  $N_1 \equiv 0$ . Bu halda (2) münasibəti istisna olmaqla (3) münasibəti (4) münasibətinin ikinci tənliyinə keçir. Bu halda maraqlı fakt yaranır: yorğunluq möhkəmliyi şərti (3) baxılan hər iki hal üçün də eyni V.V.Moskvitinin yorğunluq möhkəmliyi şərtinə gəlir.

Universal  $N_1$  və  $N_0$  funksiyalarını və  $\alpha$  sabitini təyin etmək üçün sistem qurulmuşdur. Müəlliflər V.S.İvanova, Y.İ.Raqozin, N.A.Vorobyovun işlərində olan bəzi eksperimental verilənlər işlənmişdir.

45 markalı polad üçün nəticələr alınmışdır:  $N_0 \approx 8,8 \cdot 10^{-4} (\varepsilon_t^0)^{-2,5}$ ;  $N_1 \approx 3,9 \cdot 10^{-4} (\varepsilon_t^0)^{-2,5}$ . Buna görə də:  $N_1 / N_0 \approx 0,45$  və ya  $A \approx 0,45$ . Bundan başqa  $\alpha \approx 0,9$ .  $\varepsilon_t^0(k) = \varepsilon_t^{00}$  burada  $\varepsilon_t^{00} = 6 \cdot 10^{-4}$  yüklənmə zamanı dövrü dayanıqlıq eksperimentlərinin nəticəsi olaraq:  $N_* = 1,46 \cdot 10^7$  dövr. Qeyd olunan proqram üzrə dövrü dayanıqlıq şərtinin nəticəsi şərtə uyğun olaraq:  $N_* = 1,53 \cdot 10^7$  dövr olacaqdır.

Dayanıqlığın hesablanmış və eksperimental qiymətləri arasında fərq 4,4% təşkil edir. Bu da 45 markalı poladdan konstruksiyaların elementlərinin yorğunluq dağılması üzrə alınan nəticələrin uyğun münasibətlər ilə alınmış hesablamalara uyğun olmasını təsdiq edir. Həmçinin ЭИ826 markalı polad üçün də eksperimental verilənlər alınmışdır. Nəzəri və təcrübi verilənlərin müqayisəsi bu markalı polad üçün dissertasiyada göstərilmişdir.

Bu fəsildə həmçinin yüklənmənin stasionar assimetrik dövrləri zamanı yorğunluq dağılması prosesini təsvir edən xarakteristik funksiya təklif edilmişdir. Fərz edək ki,  $S_a$  baxılan yüklənmə prosesinin amplitududur. Yorğunluq əyrisi bu halda  $S_o$  və  $S_a$  -dən asılı olacaq.  $N_s = N_s(S_o, S_a)$  ilə yorğunluq dağılmasına qədər dövrlərin sayı olsun. Bu funksiya üçün formula aşağıdakı şəkildə olacaq:



$$N_s(S_0, S_a) = \begin{cases} N_0 \exp \left[ \alpha \left( 1 - \frac{(S_0 + S_a)^2}{r^2} \right) + \beta \left( 1 - \frac{(S_0 - S_a)^2}{r^2} \right) \right], & npu \quad S < r. \\ \infty, & npu \quad S \geq r; \end{cases} \quad (5)$$

Burada  $N_0$  - yorğunluq dağılmasına qədər olan dövrlərin sayı,  $\alpha$  və  $\beta$  - materialın sabitləri,  $r$  - dözümlülük həddidir.

Təklif olunmuş (5) münasibətində, maksimal və minimal gərginliklərə dözümlülük həddində  $N_s$  kəmiyyətinin əhəmiyyətli təsiri eksperimental faktı nəzərə alınmışdır. Qeyd olunanlar  $N_s$ -də dövrün assimetriklik dərəcəsinin təsirinə nəzərə alınmasına imkan verir. Məchul material sabitlərini təyin etmək üçün təcrübələrin sistemi qurulmuşdur. Dəniz sularında olan tikintilərdə istifadə olunan sruktur poladın yorğunluq dağılması üçün bəzi eksperimental məlumatlar işlənmişdir.

Qeyd edək ki, yorğunluq dağılmasının xarakteristik funksiyaları üçün təklif olunan (5) formulu, materialların deterministik və stoxastik yorğunluq dağılması nəzəriyyələrində istifadə oluna bilər.

**Üçüncü fəsil** ikinci fəsildə alınmış nəticələrin dairəvi çubuq və lövhələrin yorğunluq dağılması haqqında konkret məsələlərinin həllinin tətbiqinə həsr edilmişdir.

Burada pulsasiyalı yüklənmə zamanı konstruksiyaların elementlərində yorğunluq dağılmasının ümumi məsələsi qoyulmuşdur. Qeyd edilmişdir ki, məsələ üç mərhələdə həll edilir:

-birinci mərhələdə müvafiq elastikiplastik məsələ həll edilir;

-ikinci mərhələdə boşalma haqqında - ilkin elastikiplastik deformasiyalanmadan sonra tam boşalma zamanı qalıq gərginlik və deformasiyanın təyini məsələsi həll edilir. Bu mərhələdə k-cı elastikiplastik deformasiyalanmadan sonra k-cı tam boşalma zamanı qalıq gərginlik və deformasiyanın təyini məsələsi həll edilir. Müxtəli formalı boşalmalara baxılır: elastiki boşalma və ikinci plastik boşalmadan sonra yaranan boşalma. Tapılan qalıq deformasiyadan qalıq deformasiyanın intensivliyi tapılır.

-üçüncü mərhələdə ikinci fəsildə olan nəticələrdən istifadə etməklə materialda birinci zədələnmə yaranana qədər yüklənmə dövrlərinin sayı və konstruksiya elementlərinin materiallarında yorğunluq dağılmasına qədər yüklənmə dövrlərinin sayı təyin edilmişdir.

Konkret sərbəst məsələlərə baxılmışdır. Pulsasiyalı burulma zamanı oval en kəsiqli prizmatik tirin yorğunluq dağılması haqqında məsələ həll edilmişdir. Tirin materialı sərtləşmir və plastik sahə kəsiyin bütün konturunu əhatə edir. Tirin əvvəlki vəziyyətindən ilk elastikiplastik burulmasında V.V.Sokolovsk həllindən istifadə edilmişdir. Yorğunluq dağılmasının təyin olunacaq parametri kimi qalıq deformasiyanın intensivliyi qəbul edilir. Boşalma zamanı ikinci dərəcəli plastik deformasiya sahəsinin yaranması fərz edilir. Qalıq deformasiya, gərginlik V.V.Moskvitinin ikinci dərəcəli plastik deformasiya teoremindən istifadə etməklə təyin edilir.

Ovalın yarımoxu aşağıdakı kimi olsun:  $a + b$ ,  $a - b$  və  $\varphi$  - kəsiyin konturuna toxunanın meyl bucağı,  $a > 3b$ .  $x y z$ , koordinant sistemindən istifadə edilir, koordinant başlanğıcı ovalın mərkəzi ilə üst-üstə düşür,  $z - c$  oxu çubuğun oxu,  $x - c$  böyük yarımox,  $y - c$  kiçik yarımoxdur. Tir əvvəlki deformasiya olunmamış vəziyyətindən  $M'$  momentinin təsiri ilə burulmaya məruz qalır. İlk plastik deformasiya  $x = 0$ ,  $y = \pm(a - b)$  nöqtəsində burucu momentin

$$M_s = \left(1 - 5 \frac{b^2}{a^2} + \frac{51}{8} \frac{b^4}{a^4}\right) \frac{\pi a^5 \tau_s}{2(a - b)(a + 2b)} \text{ qiymətində meydana}$$

çıxır. Burada  $\tau_s$  - yerdəyişmə zamanı axıcılıq həddidir.  $M' > M_s$  olduqda çubuğun en kəsiyində plastik deformasiya sahəsi yaranır. Plastik oblast bütün konturu əhatə edəndə V.V.Sokolovsk həlli doğru olur. Burucu moment itdikdən sonra oval çubuqda saxlanılan qalıq gərginlik və deformasiya təyin edilmişdir. Hesab edilmişdir ki, boşalma prosesi ikinci plastik deformasiya yarandıqdan sonra baş verir. V.V.Sokolovsk və V.V.Moskvitinin həllərindən istifadə edilmişdir. Fərz edilmişdir ki boşalmanın başlanğıcında burucu momentin qiyməti  $M'$ -dir. Tam boşalma zamanı ikinci plastik deformasiyanın yaranması şərti aşağıdakı kimidir:

$$M' \geq \left(1 - 5 \frac{b^2}{a^2} + \frac{51}{8} \frac{b^4}{a^4}\right) \frac{\pi a^5 \tau_s}{(a - b)(a + 2b)}.$$

$M'$  burucu momentin  $M_{\lim}$  limit qiymətində başlanğıc burulma zamanı plastik oblast bütün kəsiyi əhatə

edir:  $M_{\text{lim}} = \frac{1}{3} \pi \tau_s (2a^3 - 9ab^2 + 8b^3)$ . Elastik boşalma zamanı həmçinin

ikinci plastik deformasiya yaranan zaman boşalma hadisəsində qalıq gərginlik və qalıq deformasiya üçün formullar dissertasiyada gətirilmişdir. Çubuğun materialı ideal plastik olarsa, bu zaman istənilən  $k$ -cı dövr üçün tam boşalma zamanı qalıq deformasiya ilk boşalmada olduğu kimi olacaqdır. Bu qanuna uyğunluq o zaman doğru olur ki, ilk tam boşalma ikinci plastik deformasiyadan sonra baş versin. Oval çubuqda təhlükəli dağılma kəsiyi  $x = 0$  kəsik olacaqdır. Oval çubuqda dağılma  $(0, a - b)$ ;  $(0, -(a - b))$  nöqtəsində baş verəcəkdir.  $x = 0$ ,  $y = a - b$  olduqda qalıq deformasiyanın intensivliyi aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\varepsilon_t^0 = \frac{\theta^0}{\sqrt{3}}(a + 3b).$$

Burada  $\theta^0$  – qalıq burulma bucağıdır, formulu dissertasiyada verilmişdir. Birinci paragrafda alınmış yorğunluq zədələnməsi və yorğunluq dağılması şərtlərindən istifadə etməklə 45 markalı polad üçün  $\alpha_0, B, A_0$  kəmiyyətlərinin qiymətlərində, həmçinin

$$\frac{M'}{\tau_s a^3} = 1, \quad \frac{G\theta^0 a}{\tau_s} = 1,5 \quad \text{və} \quad \frac{a}{b} = 6,5 \quad \text{qiymətlərində} \quad N' \quad \text{və} \quad N_*$$

kəmiyyətləri üçün aşağıdakı qiymətlər alınır:  $N' = 1,2 \cdot 10^5$  dövr,  $N_* = 2,67 \cdot 10^5$  dövr.

Bu onu göstərir ki,  $(0, a - b)$ ;  $(0, -(a - b))$  nöqtəsində baxılan 45 markalı poladdan olan tirdə  $N' = 1,2 \cdot 10^5$  sayda pulsasiyalı burulmadan sonra birinci zədələnmə yaranır,  $N_* = 2,67 \cdot 10^5$  sayda pulsasiyalı burulmadan sonra isə dağılma baş verir.

Üçüncü fəslin ikinci məsələsində daxili konturu pulsasiyalı moment və təzyiğin təsiri ilə yüklənmiş halqavari lövhələrin yorğunluq dağılması haqqında məsələ həll edilir. Plastik axın nəzəriyyəsi çərçivəsində daxili konturu boyu təzyiq və  $M(t)$  momentin təsiri altında olan halqavari lövhənin deformasiyası haqqında riyazi məsələnin qoyuluşu gətirilmişdir,

burada  $t$  - zamandır:  $0 \leq t \leq t_*$ ,  $t_*$  - yorğunluq dağılmasına qədər olan zamandır. Başlangıçlı halqavari çubuğun mərkəzi ilə üst-üstə düşən silindrik koordinat sistemindən istifadə edilmişdir  $(r, \theta, z)$ . Bu halda  $a \leq r \leq b$ ;  $0 \leq \theta \leq 2\pi$ . Hesab edilmişdir ki, müstəvi gərginlik vəziyyətinə baxılır. İlk yüklənmədə elastikiplastik məsələ Nordqrin və Naxdi tərəfindən həll edilmişdir;  $\sigma_r, \sigma_\theta, \sigma_{r\theta}$  gərginlik komponentləri,  $\varepsilon_r, \varepsilon_\theta, \varepsilon_{r\theta}$  deformasiya və  $u_r, u_\theta$  yerdəyişmə təyin edilmişdir.

$$\frac{M(t)}{2\pi\tau_s} \leq a^2, \quad \frac{p(t)}{\tau_s} < 1 + \left[ 1 - \left( \frac{M(t)}{2\pi\tau_s} \right)^2 \right]^{1/2}. \quad \text{şərti} \quad \text{yerinə}$$

yetirilir. İlk plastik deformasiya lövhənin daxili konturunda yaranır. Bu halda  $P(t)$  daxili təzyiq və  $M(t)$ : momenti arasında əlaqə yaranan aşağıdakı münasibət alınır:

$$\frac{p(t)}{\tau_s} = \frac{b^2 - a^2}{a^2 b^2} \left[ a^r - \left( \frac{M(t)}{2\pi\tau_s} \right)^2 \right]^{1/2}.$$

$$\text{Əgər } M(t) = 0, \quad \text{onda } p_s = \frac{b^2 - a^2}{b^2} \tau_s, \quad \text{əgər } P(t) = 0,$$

$$\text{onda } M_s = 2\pi a^2 \tau_s.$$

Fərz edilir ki,  $P(t)$  və  $M(t)$  xarici qüvvələri

$0 \leq t \leq \frac{t_1}{2}$  intervalında monoton artır. Qəbul edilmişdir ki,  $t = \frac{t_1}{2}$  zamanı

ilə bu qüvvə azalır və  $t = t_1$  zamanında sıfıra bərabər olur:

$$P(t_1) = 0, \quad M(t_1) = 0. \quad \frac{t_1}{2} \leq t \leq t_1 \text{ zamanında lövhədə boşalma baş verir.}$$

Hesab edilmişdir ki, boşalma prosesi ikinci dərəcəli plastik deformasiyanın yaranması ilə müşayiət olunur. Nordqrin və Naxdinin həllərindən istifadə etməklə dairəvi lövhədə daxili təzyiq  $P(t)$  və  $M(t)$  momenti itdikdən sonra saxlanılan qalıq gərginlik, deformasiya və yerdəyişmə təyin edilir. İkinci plastik deformasiyanın yaranması şərti V.V.Moskvitin şərti üzrə aşağıdakı şəkildədir:

$$\frac{M(t_1/2)}{4\pi\tau_s} \leq a^2; \quad \frac{P(t_1/2)}{2\tau_s} < 1 + \left[ 1 - \left( \frac{M(t_1/2)}{4\pi\tau_s a^2} \right)^2 \right]^{1/2}.$$

Əgər  $M(t) = 0$ , olarsa onda  $p_s = \frac{b^2 - a^2}{b^2} \tau_s$ , əgər  $P(t) = 0$ ,

onda  $M_s = 2\pi a^2 \tau_s$ .

Elastiki boşalma oblastında qalıq gərginlik və deformasiya A.A.İlyuşinin elastiki boşalma nəzəriyyəsinə müvafiq olaraq təyin edilmişdir. Elastik boşalma və ikinci plastik deformasiyanın yaranması zamanı boşalma oblastının sərhəddində qalıq gərginlik və deformasiyanın kəsilməzlik şərti nəzərə alınmışdır. Qalıq gərginlik və deformasiya üçün formullar, həmçinin elastik və plastik boşalma sərhəddi üçün formullar dissertasiyada gətirilmişdir. Qalıq kəmiyyətlərin təyinindən sonra baxılan lövhənin yorğunluq dağılması haqqında məsələ həll edilmiş olur.

Tam boşalmadan sonra baxılan lövhənin  $P(t)$  və  $M(t)$  monoton artan qüvvə ilə yükləndiyi və  $t = \frac{3}{2}t_1$  zamanına qədər yüklənmə prosesinin davam etdiyi, sonra isə  $\left(\frac{3}{2}t_1, 2t_1\right)$  zaman intervalında tam boşalma baş verdiyi qəbul edilmişdir. Həmçinin fərz edilir ki, yüklənmə və boşalma prosesi yorğunluq dağılmasına qədər davam edir. Bu halda yüklənmə-boşalmada hər dövr üçün zaman  $t_1$  olur. Yorğunluq dağılmasına qədər  $N_0$  dövrlərinin sayı belə olacaq:  $N_0 = t_*/t_1$ . İlk zədələnmələrin yaranmasına qədər dövrlərin sayı  $N_f$  aşağıdakı formul ilə təyin olunur:  $N_f = t_f/t_1$  burada  $t_f$  -ilk zədələnmələrin yaranmasına qədər olan zamandır.

Fiziki mülahizələrdən aydındır ki, ilk zədələnmə lövhənin  $r = a$  daxili konturunda yaranır. Dağılma lövhənin bu konturunda başlayır.  $r$  radiuslu lövhədə dağılmaya və ilk zədələnmənin yaranmasına qədər olan yüklənmə dövrlərinin sayını təyin etmək üçün aşağıdakı formullardan istifadə edilmişdir:

$$N_0 = A_0 \left( \frac{\varepsilon_t^0}{\varepsilon_s} \right)^{\alpha_0} ; \quad N_f = A_1 \left( \frac{\varepsilon_t^0}{\varepsilon_s} \right)^{\alpha_1} ,$$

burada  $A_0$ ,  $\alpha_0$ ,  $A_1$ ,  $\alpha_1$  - materialın universal sabitidir,  $\varepsilon_t^0$  - qalıq deformasiyanın intensivliyidir,  $\varepsilon_s$  - deformasiyadır.

Uyğun olaraq baxılan məsələdə qalıq deformasiya aşağıdakı formul ilə təyin olunmuşdur:

$$\varepsilon_t^0 = \frac{2}{3} \left[ \left( \varepsilon_r^0 \right)^2 + \left( \varepsilon_\theta^0 \right)^2 - \varepsilon_r^0 \varepsilon_\theta^0 + 3 \left( \varepsilon_{r\theta}^0 \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} .$$

ЭН 826 markalı polad üçün V.S.İvanova, Y.İ.Raqozin, N.A.Vorobyovun işlərində dövrü dayanıqlıq üzrə aparılmış eksperimental verilənlərin nəticələri bunlardır:  $\varepsilon_s = 0,01$ ,

$\alpha_0 \approx \alpha_1 \approx 1,6$ ;  $A_1 / A_0 \approx 0,56$ ;  $A_0 \approx 1,8 \cdot 10^6$  dövr. Bu verilənlərdən istifadə etməklə qalıq deformasiyanın intensivliyini hesabladıqdan sonra lövhənin daxili konturunda ilk zədələnmə yaranana qədər və yorğunluq dağılmasına qədər yüklənmə dövrlərinin sayı tapılır. Dissertasiyada lövhənin daxili konturunda  $\frac{N_0}{A_0} \sim \frac{M(t_1/2)}{2\pi a^2 \tau_s}$ ,  $\frac{N_f}{A_0} \sim \frac{M(t_1/2)}{2\pi a^2 \tau_s}$  asılılıq qrafiki təqdim edilmişdir.

Yuxarıda gətirilmiş ədədi verilənlərdən başqa parametrlərin aşağıdakı qiymətlərindən istifadə edilmişdir:

$p(t_1/2)/\tau_s = 1$ ;  $b/a = 4$ ;  $\nu = 0,3$ ;  $E = 2 \cdot 10^4$  МПа.  $r$  radiuslu lövhənin dağılma kinetikası  $M(t_1/2)/(2\pi a^2 \tau_s = 0,4)$  olduqda təyin edilmişdir. Daxili konturda dağılma başlayandan sonra lövhənin digər hissələrində sürətlə yorğunluq dağılması başlayır.

Üçüncü fəslin üçüncü məsələsi ensiz düzbucaqlı eninə kəsikli tirin yorğunluq və pulsasiyalı elastikiplastik burulması haqqında məsələdir. Ensiz düzbucaqlı eninə kəsikli tirlərin elastikiplastik burulması, xüsusilə dəyişən burulma və yorğunluğu az tədqiq edilmişdir. Bu baxımdan burada, bu problemin bir neçə mərhələdə həll edilməsinə cəhd edilmişdir. Elastiki burulma haqqında məsələlərin həllində istifadə olunan məlum mühakimələrin elastikiplastik və dəyişən burulma halında da qüvvədə

olduğu qəbul edilmişdir.  $x, y, z$  koordinant sistemindən istifadə edilmişdir; koordinant başlanğıcını düzbucaqlı eninə kəsikli tirin mərkəzində,  $x$  oxunu tirin böyük tərəfindən,  $y$  tirin kiçik tərəfindən,  $z$  – oxunu isə tirin oxu boyu yönəlmişdir. Tirin materialı elastiki-ideal plastiktir; sərtləşmə xassəsi nəzərə alınmır. Aşağıdakı işarələmələr qəbul edilmişdir:  $a$  – ellipsin böyük yarımoxu,  $b$  – kiçik yarımox;  $M_t$  – burucu momentdir. Yuxarıda qəbul edilmiş mühakiməni nəzərə alaraq aşağıdakı münasibət doğrudur:

$$u_1 = -\theta zy, u_2 = \theta zx, u_3 = w(x, y)\theta.$$

Burada  $u_i (i=1,2,3)$ , yerdəyişmə tenzorunun komponentləridir.  $\theta$  - vahid uzunluqlu tirin burulma bucağıdır;  $w = w(x, y)$  -eninə kəsiyin deplanisya- təyin olunacaq funksiyasıdır.  $\varepsilon_{31}, \varepsilon_{21}, \sigma_{31}, \sigma_{32}$  deformasiyanın və gərginliyin sıfırdan fərqli komponentləri olacaq. Əvvəlcə müvafiq elastiki burulma məsləsi həll edilmişdir. Bu məslənin həlli üçün ədəbiyyatlardan məlum olan elliptik en kəsikli tirin elastik burulması haqqında məslənin həllindən istifadə edilmişdir. Fərz edilmişdir ki, kiçik yarımox böyük yarımoxla nisbətdə nəzərə çarpacaq qədər kiçikdir. Bu halda elliptik eninə kəsikli tir ensiz düzbucaqlı eninə kəsikli tir ilə əvəz edilir. Bu əvəzləmədən sonra elastik gərginlik və deformasiya komponentləri üçün aşağıdakı formullar alınmışdır.

$$w = \frac{M_t xy}{a^2 b^2 \pi G},$$

$$\sigma_{31} = -2G\theta y; \sigma_{32} = 0; M_t = G\theta ab^3 \pi,$$

$$\varepsilon_{31} = -\frac{\sigma_{31}}{2G} = -\theta y, \quad \varepsilon_{32} = -\frac{\sigma_{32}}{2G} = 0.$$

Ensiz düzbucaqlı eninə kəsikli tirin elastik burulması haqqında alınmış məslənin həlli digər yolla membran analogiyasının istifadəsi yolu ilə alınmış həllə müvafiqdir. Mizes plastiklik şərtindən istifadə etməklə tədqiq olunan tirdə plastik deformasiya yaradan burucu moment təyin edilmişdir:  $M_t^s = \frac{\pi ab^2}{2\sqrt{3}} \sigma_s$ , burada  $\sigma_s$  - gərilmə zamanı axıcılıq həddidir.

Gördüyümüz kimi birinci plastik deformasiya  $M_t^s$ , burucu momenti ilə

$y = \pm b$  nöqtəsində yaranır. Elastikiplastik burulma haqqında məsələ də həll edilmişdir  $M_t > M_t^s$ . Elastikiplastik məsələnin həlli üçün gərginlik aşağıdakı şəkildədir:

$$\sigma_{31} = -\frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \frac{y}{\xi},$$

$$|y| \leq \xi, \text{ olduqda } \sigma_{31} = -\frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \text{sign}y, \quad |y| \geq \xi \text{ olduqda } \xi \text{ sərhəddi}$$

elastik və plastik oblastı ayıran koordinatdır.  $y > 0$  olduqda  $b$  – dən sıfıra qədər azalır,  $y < 0$  olduqda isə  $(-b)$ -dan sıfıra qədər artır.  $y < 0$   $\xi$

kəmiyyəti üçün aşağıdakı formul alınmışdır:  $|\xi| = 3 \left[ \frac{2ab^2\sigma_s - \sqrt{3}M_t}{2a\sigma_s} \right]^{\frac{1}{2}}$ .

Deformasiya üçün həll bu formadadır:  $\varepsilon_{31} = -\frac{\sigma_s}{2\sqrt{3}G} \frac{y}{\xi}$ ,

$|y| \leq \xi$  olduqda,  $\varepsilon_{31} = -\frac{\sigma_s}{2\sqrt{3}G} \text{sign}y$ ,  $|y| \geq \xi$  olduqda.  $M_{\text{lim}}$  limit burucu momenti təyin edilmişdir. Bu moment ilə tir tam plastik vəziyyətə keçir ( $\xi=0$ ):  $M_{\text{lim}} = \frac{2ab^2}{\sqrt{3}} \sigma_s$ . Burucu moment  $\theta$  üçün aşağıdakı

formul alınmışdır:  $\theta = \frac{\sigma_s}{2\sqrt{3}G\xi} \cdot w(x, y)$  -deplanasiya baxılan tirin

elastikiplastik burulması zamanı aşağıdakı formul ilə təyin edilir:

$w = -\theta y$ ,  $\theta$  və  $w$  kəmiyyətləri təyin olunduqdan sonra yerdəyişmə vektoru komponentləri yuxarıda təsvir edilən həndəsi münasibətlərdən tapılır. Birinci elastikiplastik yüklənmədən sonra boşalma zamanı qalıq deformasiya və gərginlik təyin edilmişdir. Fərz edilmişdir ki, plastik oblast tirin en kəsiyini tamamilə tutur. Tirdə tam boşalmanın baş verdiyi qəbul edilmişdir, başqa sözlə  $M_{\text{lim}}$  momenti yox olur. Bu halda qalıq gərginlik

$\sigma_{31}^0$  və qalıq deformasiya  $\varepsilon_{31}^0$  A.A.İlyuşinin elastik boşalma teoremindən istifadə etməklə təyin edilə bilər:



$$\sigma_{31}^0 = \frac{M_{\text{lim}}}{ab^2} \left( \frac{2y}{\pi b} - \frac{\text{sign}y}{2} \right); \quad \varepsilon_{31}^0 = \frac{M_{\text{lim}}}{Gab^2} \left( \frac{y}{\pi b} - \frac{\text{sign}y}{4} \right).$$

Pulsasiyalı burucu moment  $M_{\text{lim}}$  ilə baxılan tirdə yorğunluq məsələsi tədqiq edilmişdir.  $y = \pm b$  halında maraq doğuran qalıq deformasiyanın intensivliyini təyin edilmişdir

$$\varepsilon_t^0 \Big|_{y=\pm b} = \frac{(4-\pi)M_{\text{lim}}}{2\sqrt{3}\pi Gab^2}.$$

Nəticə olaraq göstərilmişdir ki, ensiz düzbucaqlı eninə kəsikli tirin pulsasiyalı burulması zamanı birinci zədələnmə  $y = \pm b$  olduqda aşağıdakı formullar ilə təyin edilən  $N'$  sayda yüklənmədən sonra, yorğunluq (dövri dağılma) baxılan tirdə  $y = \pm b$  zamanı,  $N_*$  sayda burulmadan sonra yaranır.

$$N' = AB \left[ \frac{(4-\pi)M_{\text{lim}}}{2\sqrt{3}\pi Gab^2} \right]^\beta; \quad N_* = B \left[ \frac{(4-\pi)M_{\text{lim}}}{2\sqrt{3}\pi Gab^2} \right]^\beta.$$

$A$ ,  $B$  və  $\beta$  müvafiq eksperimentlərdən təyin olunan parametrlərdir. Qeyd edək ki,  $0 \leq A < 1$ .

Müəllif məsələlərin qoyuluşuna, işə daimi diqqətinə və dəyərli məsləhətlərinə görə elmi rəhbəri professor Lətif Talıblıya öz dərin təşəkkürünü bildirir.

## NƏTİCƏ

1. Materiallarda yorğunluq dağılmasının qeyri stasionar kinetik prosesini təsvir edən tənliklər qurulmuş və eksperimental olaraq əsaslandırılmışdır. Burada dağılma prosesinin inkubasiya periodu nəzərə alınmış və təyin olunacaq parametr kimi deformasiyanın qalıq intensivliyi qəbul edilmişdir.
2. Materiallarda birinci zədələnmənin yaranmağa başladığı yüklənmənin qeyristasionar dövrlərinin sayını təyin etməyə imkan verən zədələnmə şərti alınmışdır.
3. Materiallarda dağılmaya (tam zədələnməyə) qədər olan olan yüklənmələrin sayını təyin etməyə imkan verən dövri möhkəmlik şərti alınmışdır.

4. Materialların dövrü möhkəmlik və zədələnmə universal funksiyaları təklif edilmişdir.
5. Yüklənmənin stasionar assimetrik dövrləri zamanı materialların yorğunluq dağılması prosesini təsvir edən funksiya-xarakteristika təklif edilmişdir. Bu funksiya əsasında dəniz sularında işlədilən tikintilərdə istifadə olunan struktur poladın yorğunluq dağılması üçün bəzi eksperimental məlumatlar işlənmişdir.
6. Daxili konturu boyu təzyiq və momentin təsiri altında olan halqavari lövhələrin ilkin elastikiplastik deformasiyalanmasından sonra tam boşalma zamanı ikinci dərəcəli plastik deformasiyanın əmələ gəlməsi şərti təyin edilmişdir.
7. Daxili konturu boyu pulsasiyalı təzyiq və momentin təsiri altında olan halqavari lövhələrin dövrü elastikiplastik deformasiyalanması zamanı tam dağılmasına və yorğunluq zədələnməsinə qədər olan yüklənmələrin sayı təyin edilmişdir.
8. Oval en kəsikli prizmatik çubuqların ilkin elastikiplastik burulmasından sonra tam boşalması zamanı ikinci dərəcəli plastik deformasiyanın yaranma şərti təyin edilmişdir.
9. Oval en kəsikli prizmatik çubuqların tam dağılması və yorğunluq zədələnməsinə qədər elastikiplastik burulmanın pulsasiyalı dövrlərinin sayı təyin edilmişdir.
10. En kəsiyi ensiz düzbucaqlı olan prizmatik tirin ilkin vəziyyətindən elastikiplastik burulması haqqında məsələ həll edilmişdir. Bu məsələdə yeni metod işlənmişdir; baxılan tir elliptik eninə kəsikli tirlə əvəz edilmişdir. Tirdə pulsasiyalı və elastikiplastik burulma zamanı yaranan gərginlik, deformasiya və yerdəyişmə üçün analitik formullar alınmışdır. Baxılan tirdə birinci zədələnməni yaradan və dağılmanın baş verdiyi pulsasiyalı burulmaların sayı təyin edilmişdir.
11. En kəsiyi ensiz düzbucaqlı olan prizmatik tirin ilk yorğunluq zədələnməsinə və son dağılmasına səbəb olan burulma dövrlərinin sayı təyin olunmuşdur.

### **Dissertasiyanın əsas nəticələri aşağıdakı işlərdə dərc olunub:**

1. Нагиева Н.М. Формула определения числа стационарных асимметричных циклов нагружения до усталостного разрушения материалов./ Межд. конф. посв. 100-лет. юбилею акад. И.И.Ибрагимова, Баку 2012, 219с.

2. Nagiyeva N.M. On a characteristic function of fatigue failure under asymmetric loading cycles// Proceedings of IMM, v.XXXVI, 2012, pp.105-108.
3. НагиеваН.М. Характеристическая долговечность бесконечной пластины с отверстием под действием стационарного случайного давления./ Межд. конф. посв. 90 лет.со дня рожд. Гейдара Алиева, Баку 2013, 182с.
4. НагиеваН.М. Усталостное разрушение пластины в стационарном стохастическом температурном воздействии/ Материалы межд. конф. посв. 55 лет. ИММ, Баку 2014, 279 с.
5. Talybly L.Kh., Nagiyeva N.M. Fatigue failure of an annular plate under the action of pulsating moment and pressure along the internal contour.// Inter.Journal of Engineering and Innovative Technology, v.4,2014.,pp.122-127, imp.fac. 0,477.
6. Talybly L.Kh., Nagiyeva N.M. Fatigue failure of an oval cross section prismatic bar at pulsating torsion//Inter.Journal of Engineering and Innovative Technology, v.5, issue, 2016, pp.76-83.
7. Talybly L.Kh.,Nagiyeva N.M. On fatigue of materials with regard to incubation period of failure and influence of loading history.//Journal of Baku Engineering university-mechanical and industrial engineering. 2017, v.1, №1, p.21-25.
8. НагиеваН.М.. Упругопластическое пульсирующее кручение и усталость бруса узкого прямоугольного поперечного сечения// Научные труды Аз.ГУ, серия техн. наук, 2017, №4, с.121-127.
9. NagiyevaN.M.Fatiguefailureofaprismaticbarofellipticcrosssectionu nderpulsatingtorsion// Международная конференция "Современные проблемы математик и механики", посв. 80 летию акад. А.Гаджиева, 2017 г., с.157.

**НИГЯР МИРЯШАР кызы НАГИЕВА**

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАЛОСТНОГО  
РАЗРУШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СТЕРЖНЕЙ И ПЛАСТИН**

**АННОТАЦИЯ**

Диссертационная работа посвящена построению новых эффективных соотношений механического усталостного разрушения при пульсирующем нестационарном нагружении. В диссертации получены следующие новые результаты:

**I. Теоретическая новизна.** Выведены новые соотношения усталостной прочности тел при пульсирующих нестационарных нагружениях:

- а) уравнение, описывающее кинетический процесс накопления усталостных повреждений;
- б) условие поврежденности, позволяющее определить число пульсирующих нестационарных циклов нагружения до начала процесса накопления повреждений;
- в) условие усталости, которое дает возможность определить число пульсирующих нестационарных циклов нагружения до усталостного разрушения.

Соотношения, отмеченные в пунктах а), б), в) обоснованы экспериментами, данные которых представлены в опубликованных трудах В.С. Ивановой, Ю.И. Рагозина, Н.А. Воробьева.

**II. Прикладная новизна.** Решены задачи:

- а) упругопластическое пульсирующее кручение и усталость бруса узкого прямоугольного поперечного сечения;
- б) усталостное разрушение призматического стержня овального поперечного сечения при пульсирующем кручении;
- в) усталостное разрушение кольцевой пластины при действии по внутреннему контуру пульсирующего момента и давления.

**STUDYING FATIGUE FAILURE IN DIFFERENT RODS  
AND PLATES**

**ABSTRACT**

The dissertation work is devoted to establishment of new effective relations for mechanical fatigue failure under nonstationary loading. The following new results were obtained:

**II. Theoretical novelty.** New relations for fatigue failure under pulsational nonstationary loading were obtained. These relations are the followings:

- a) An equation characterizing the kinetic process of fatigue failure accumulation;
- b) The failure condition enabling to determine the number of pulsational nonstationary periods of loads to the failure accumulation process;
- c) The failure condition enabling to determine the number of pulsational nonstationary periods of loads to fatigue failure.

The relations in a), b) and c) were justified by experimental data given in [26-28].

**II. Applied novelty.** The following problems were solved:

- a) Elastico-plastic pulsational torsion and fatigue of narrow rectangular cross-section beam;
- b) Fatigue failure of oval cross-section prismatic rod under pulsating torsion;
- c) Fatigue failure of annular plate with internal contour under the influence of pulsating moment and pressure.
- d) The relations determined for fatigue failure may be used to predict the durability of different constructions under the influence of different pulsation loads during use. The results obtained from the solution of a problem of fatigue failure of rods (beams) may be applied to design the constructions with rod and plate elements. The results of the dissertation work can be implemented in the form of the method for calculating the fatigue failure in design institutions.

