

Əlyazması hüququnda

ЕСМИРА МУСАИФОВНА МУСТАФАЙЕВА

**АГРЕССИВ МЦЦИТЛЯ ТЯМАСДА ОЛАН
КОНСТРУКСИЙА ЕЛЕМЕНТЛЯРИНИН
УЗУНМЦДЯТЛИ МЮЦКЯМЛИЙИ**

İxtisas: 2002.01-Deformasiya olunan bərk cisim mexanikası

**Riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın**

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

Bakı – 2016

Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin Mexanika-riyaziyyat fakültəsinin «Nəzəri mexanika və bütöv mühit mexanikası» kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbərlər: – fizika-riyaziyyat elmləri doktoru,
professor **M. B. AXUNDOV**;

– fizika-riyaziyyat elmləri doktoru,
professor **L. X. TALIBLI**.

Rəsmi opponətlər: – fizika-riyaziyyat elmləri doktoru,
professor **M. A. NƏCƏFOV**;

– fizika-riyaziyyat elmləri doktoru,
professor **V. İ. BAXŞƏLİYEV**.

Aparıcı təşkilat: Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin «Riyaziyyat» kafedrası

Dissertasiyanın müdafiəsi 29 noyabr 2016-cı il saat 14⁰⁰-da Bakı Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD.02.016 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ 1148, Bakı şəhəri, Z.Xəlilov küçəsi 23.

Dissertasiya işi ilə Bakı Dövlət Universitetinin Kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat 27 oktyabr 2016-cı il tarixdə göndərilib.

**FD. 02.016 Dissertasiya Şurasının
elmi katibi riyaziyyat üzrə elmlər
doktoru, professor**

N. Q. ƏHMƏDOV

İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı. Müasir sənaye konstruksiyalarının iş prosesində dağılması ən aktual problemlərdən biri hesab olunur. Cismin dağılması dedikdə onun bütövlüyünün pozulması nəzərdə tutulur. Qurğuların davamlılıq müddəti bilavasitə onun materialında baş verən dağılma prosesinin xarakterindən asılıdır. Dağılma prosesi bütöv mühit mexanikası, bərk cisim mexanikası və materialşünaslıq üçün ortaq problemdir. Dağılma mexanikası iki istiqamətdə inkişaf edir: 1) ümumi nəzəri mülahizələr və təcrübi verilənlər əsasında bütöv mühitin dağılma modellərinin qurulması; 2) qurulmuş modellərin köməyi ilə uyğun məsələlərin həlli.

Dağılmaya əsas səbəb olan aqressiv mühit və onlarla əhatə olunmuş konstruksiya elementlərində zədələnmənin inkişafına təsiri böyük olduğundan bir çox müəlliflər tərəfindən zədələnmənin kinetik tənliliyənə aqressiv mühitin konsentrasiyasını da daxil edilməklə yeni modellər qurulmuşdur.

Gəmilərin, boru kəmərlərinin və digər qurğuların çoxu qeyri-bircins temperaturda aqressiv mühitlərlə təmasda olduğundan, belə konstruksiya elementlərinin materiallarında aqressiv mühitin təsirindən yaranan zədələnmələrin nəzərə alınması dağılma mexanikasının aktual məsələlərindəndir.

İşin məqsədi. Dissertasiya işinin əsas məqsədi aqressiv mühitlə təmasda olan konstruksiya elementlərinin uzunmüddətli möhkəmliyinin tədqiq olunmasından ibarətdir.

Elmi yeniliklər:

–biroxlı çata malik zədələnmə müstəvidə çatın dayandırılması məsələsinə baxılmış, onun inkişafına lövhə ilə təmasda olan aqressiv mühitin təsiri nəzərə alınmaqla həlli verilmişdir.

–lövhənin materialının zədələnməsi prosesini nəzərə almaqla xarici aqressiv mühitin çatın səthinə təsiri zamanı lövhədə yeganə çatın konstruktiv dayandırılması haqqında riyazi məsələ qoyulmuş və həll edilmişdir. Burada çatın başlanğıc nöqtəsində zəifləmiş əlaqə zonalarının olması qəbul edilmiş, ədədi hesablamalar aparılmış və müəyyən asılılıqların qrafikləri qurulmuşdur.

–zədələnmə prosesini və xarici aqressiv mühitin təsirini nəzərə almaqla çubuğun əyilmədə uzunmüddətli möhkəmliyinin zaman xarakteristikalarının təyin edilməsi məsələsi tədqiq edilərək ilk dəfə irsi tip zədələnmə bərk cismin səpələnmiş dağılması modeli çərçivəsində dağılma mərhələlərinin ardıcılığı və inkişafı müəyyən olunmuşdur.

–aqressiv mühitlə təmasda olan çubuğun biroxlı dövrü yüklənməsində yorğunluqdan səpələnmiş dağılmaya məruz qaldığı şərtlər nəzərə ali-

naraq, çubuğun böhran yükləmə dövrlərinin sayı üçün müvafiq düsturlar alınmışdır.

– Silindrik, sferik təzyiq qabların və boru materiallarının zədələnmə xassələri nəql olunan və saxlanılan mühitin aqressivliyi və temperatur dəyişmələri nəzərə alınmaqla, səpələnmiş dağılması məsələləri həll edilmişdir.

Tədqiqatın metodikası. Məlum deformasiya olunan izotrop cisimlər üçün irsi zədələnmə nəzəriyyəsinin bazasına əsaslanmışdır. Alınmış inteqral tənlilər və tənlilər sistemi ədədi üsulla həll olunmuşdur. Hesablama prosesində Volterin uyğunluq prinsipindən və Rabotnov rezolvent operatorunun cəbri düsturlarından və xassələrindən istifadə edilmişdir.

Praktiki əhəmiyyəti. Alınmış nəticələrdən gəmiqayırma sənayesində və boru kəmərlərinin uzunömürlülüyünün hesablanmasında, onların dayanıqlığının qiymətləndirilməsində istifadə oluna bilər.

Dissertasiyada yerinə yetirilən tədqiqat işləri Bakı Dövlət Universitetinin «Nəzəri mexanika və bütöv mühit mexanikası» kafedrasının elmi planları çərçivəsində aparılmışdır.

Ehtibarlılıq. Məlum olan çoxsaylı təcrübələrdə təsdiq edilmiş zədələnmə nəzəriyyəsi istifadə olunmasına, uyğun elastiki məsələlərin dəqiq həllərindən istifadə edilməsinə, alınmış inteqral tənlilərin və tənlilər sisteminin həlli sxeminin dəqiqliyinin yoxlanılmasına əsaslanır.

İşin aprobeşiyası. İşin nəticələri Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XVII Respublika elmi konfransında, (Bakı, 2013, 24-28 may), BDU, Mexanika-riyaziyyat fakültəsi, AMEA-nın müxbir üzvü, f.-r.e.d., prof. Y.Ə.Əmənzadənin 100-illik yubileyinə həsr olunmuş «Mexanikanın klassik və müasir problemləri» adlı Respublika Elmi Konfransında (Bakı 2014), BDU-nun «Nəzəri mexanika və bütöv mühit mexanikası» kafedrasının və AMEA-nın Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun «Sürüncəklik nəzəriyyəsi» şöbəsinin seminarlarında məruzə və müzakirə edilmişdir.

Nəşrlər. Dissertasiya işi əsasında 6 (altı) sayda elmi məqalə və 1 (bir) konfrans materialı dərc olunmuşdur.

İşin quruluşu və həcmi. Dissertasiya işi giriş, dörd fəsil, nəticələr və istifadə olunan ədəbiyyat siyahısından ibarət olmaqla, 141 səhifə həcmindədir. Dissertasiyada 17 sayda şəkil, 152 adda ədəbiyyat mövcuddur.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Girişdə işin aktuallığı, məqsədi, elmi yenilikləri, nəticələrin dəqiqliyi və praktiki əhəmiyyəti qeyd olunmuş və dissertasiya fəsillərinin qısa məzmunu verilmişdir.

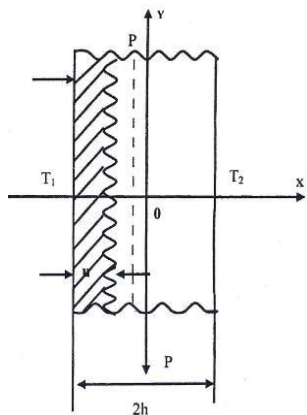
Birinci fəsildə dissertasiyanın mövzusunə aid aparılan elmi işlərin icmalı, zədələnen mühitlərin gərginlik-deformasiya vəziyyətinin tədqiqi problemlərinə aid əsas elmi tədqiqatların qısa xülasəsi verilmişdir.

Bu istiqamətdə gedən proseslərin öyrənilməsində bir çox alimlərin o cümlədən, F.Z.Aebi, F.F.Ajoqin, Q.V.Akimov, P.A.Akolzin, M.B.Axundov, E.Diks, S.Edelyanu, Y.R.Evans, J.Hayns, T.Hor, A.M.Jukov, Q.V.Karpenko, Q.Keşe, W.L.Klark, E.Q.Koleman, V.V.Qerasimov, V.V.Qerasimova, L.A.Qlikman, O.Lissner, X.L.Loqan, R.K.Melxov, V.M.Nikifirova, M.Ooka, Y.N.Rabotnov, P.A.Rebinder, V.V.Romanov, A.V.Ryabrenko, L.X.Talibli, N.D.Tomasev, A.Y.Tsivadze, İ.T.Vaber, İ.İ.Vasilenko, Q.Q.Uliq və başqaların işlərini qeyd etmək olar.

Bu fəslin birinci yarımfəslində əsas zədələnmə nəzəriyyəsinin qısa izahatı verilmişdir.

İkinci yarımfəsilə aqressiv mühitlə əhatə olunmuş mürəkkəb gərginlik vəziyyətində olan konstruksiya elementlərinin uzunmüddətli möhkəmliyinin riyazi modelləri verilmişdir. Üçüncü yarımfəsilə analoji qayda ilə irsi tipli modellərdə temperaturun və aqressiv mühitlərin təsirinin nəzərə alınması halları daxil edilmişdir.

İkinci fəsildə zədələnen materiala malik qeyri-bircins temperatur sahəsində, çubuğun aqressiv mühitdə dartılmasında uzunmüddətli möhkəmliyi tədqiq edilmişdir. Aqressiv mühitin səpələnmiş dağılmaya təsiri temperaturun qeyri-bircins paylanması ilə birlikdə öyrənilmişdir. Bu təsirin dağılma zamanının azalmasına gətirildiyi müəyyənəşdirilmişdir.



Aqressiv mühitlə təmasda olan çubuğun bi-roxlu dövrü yükləmədə səpələnmiş dağılma nəticəsində yorğunluq dağılmaya məruz qalaraq, onun böhran yükləmə dövrlərinin sayı üçün müvafiq düsturlar alınmışdır. Burada gərginlik vəziyyətinin bircins və qeyri-bircins olduğu hallar araşdırılmışdır (şək. 1).

Şək. 1. Qeyri-bircins temperatur sahəsində çubuğun dartılma sxemi.

İkinci fəslin birinci yarımfəslində qeyri-bircins temperatur sahəsində dartılan çubuğun aqressiv mühitin təsirindən dağılmasına baxılmışdır.

Aparılan təcrübələrdən aydın olmuşdur ki, aqressiv xarakterli mühitlər konstruksiya materiallarının möhkəmliyinə zəiflədici təsir göstərir. Bu

təsir əsasən möhkəmlik həddinin azalmasına səbəb olur. Belə ki, σ_p – möhkəmlik həddi aqressiv mühitin konstruksiya materialına diffuziya olunmuş hissəciklərin c konsentrasiyasından asılıdır. Belə aproksimasiya asılılığı A.M.Lokoşenkunun işlərində aşağıdakı şəkildə qəbul edilmişdir:

$$\sigma_p = \sigma_0(1 - \gamma c), \quad (1)$$

burada γ təcrübə vasitəsi ilə təyin olunan və aqressiv mühitin konsentrasiya funksiyası ilə ani möhkəmlik həddi arasında mütənasibliyi xarakterizə edən əmsəldir.

Məsələ bi-roxlu halda həll olduğuna görə divara çubuq kimi baxıla bilər. Çubuğun qalınlığını $2h$ götürsək, x oxunu perpendikulyar, y oxunu isə çubuğun oxu boyu yönəltsək, onda stasionar halda diffuziya tənliyini ödəyən aqressiv mühitin konsentrasiya funksiyasını aşağıdakı sadə şəkildə qəbul etmək olar:

$$c(x) = (h - x)/2h \quad (2)$$

Aqressiv mühitin $x = -h$ tərəfində yerləşməsi qəbul olunub. (2)-yə əsasən $c(-h) = 1$; $c(h) = 0$ sərhəd şərtləri ödənilir.

Tutaq ki, P sabit dartıcı qüvvənin təsiri altında qalınlığı $2h$ -ə bərabər olan çubuğun yan səthi sabit müxtəlif T_1 və T_2 ($T_2 > T_1$) temperaturlarının təsiri altındadır (şəkil 1). Bu cür çubuğun səpələnmiş dağılma prosesini tədqiq edək. Qəbul edək ki, temperatur sahəsi çubuğun eni boyu xətti qanunla dəyişilir:

$$T(x) = a + bx, \quad a = \frac{T_2 + T_1}{2}; \quad b = \frac{T_2 - T_1}{2h} \quad (3)$$

Qoyulmuş məsələ müstəvi deformasiya halı üçün həll olunur. Qəbul olunur ki, məsələnin həllində iştirak edən bütün parametrlər yalnız x koordinatından asılıdır.

Tarazlıq tənliyi yazılır:

$$\begin{cases} \sigma_{xx,x} + \sigma_{xy,y} = 0 \\ \sigma_{xy,x} + \sigma_{yy,y} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Bu sistemdən asanlıqla $\sigma_{xx} = c_1$; $\sigma_{xy} = c_2$ alınır. Burada c_1 və c_2 ixtiyari sabitlərdir. Çubuğun səthində $\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = 0$ olduğundan $c_1 = c_2 = 0$ alınır. Nəticədə $\sigma_{xx} = 0$ və $\sigma_{xy} = 0$ gərginliyinin eninə koordinatlarından asılı olmasına və çubuğun əyilməsinə baxılmır. Hesab edilir ki, dartıcı gərginliklər böyük olduğundan çubuğun əyilməsinə imkan yaranmır.

Beləliklə, gərginlik komponentlərindən yalnız σ_{yy} sıfırdan fərqlidir, yəni gərginlik vəziyyəti bi-roxludur. Onda

$$\sigma_{yy} = \sigma - \chi T . \quad (5)$$

Burada σ –biroxlulu dartılmaya uyğun gərginlikdir və $\sigma = const$; T – isə temperatur gərginliyidir; $\chi = \alpha E$ – sabitdir, α – xətti genişlənmə əmsalındır; E – Yunq moduludur.

Tarazlıq tənliyindən alınır:

$$\int_{-h}^h \sigma_{yy} dx = P. \quad (6)$$

(5)-i burada nəzərə alsaq,

$$\int_{-h}^h (\sigma - \chi T) dx = P \quad (7)$$

olar. $\sigma = const$ olduğunu nəzərə alsaq (7)-dən asanlıqla alınır:

$$\sigma = \frac{P}{2h} + \frac{\chi}{2h} \int_{-h}^h T dx \quad (8)$$

(8)-i (5)-də yerinə yazsaq, σ_{yy} üçün aşağıdakı ifadə alınır:

$$\sigma_{yy} = \frac{P}{2h} + \frac{\chi}{2h} \int_{-h}^h T dx - \chi T \quad (9)$$

Dağılmanın ilkin inkubasiya mərhələsini tədqiq etmək üçün aşağıdakı dağılma meyarından istifadə olunur:

$$\sigma_{\max} + M^* \cdot \sigma_{\max} = \sigma_0 (1 - \gamma c), \quad (10)$$

M^* – zədələnməni xarakterizə edən irsi tipli inteqral operatorudur. Bu operator monoton dəyişən gərginlik vəziyyətində özünü adi elastiki operator kimi aparır. σ_0 – zədələnmə olmayan halda materialın möhkəmlik həddidir.

(3) temperatur paylanması (9)-da nəzərə alsaq, σ_{yy} üçün yazsaq:

$$\sigma_{yy} = \frac{P}{2h} - \gamma b x; \quad b > 0 \quad (11)$$

Bu ifadədən görünür ki, σ_{yy} gərginliyinin maksimum qiyməti $x = -h$ sərhəddində alınır və ilk dağılma bu hissədə baş verir:

$$\sigma_{\max} = \sigma_{yy} \Big|_{x=-h} = \frac{P}{2h} + \chi b h . \quad (12)$$

(12) -ni (10) dağılma meyarında yazsaq, dağılmanın başladığı an və ya inkubasiya dövrü üçün alınır ki,

$$\int_0^{t_0} M(\tau) d\tau = \frac{\sigma_0 (1 - \gamma)}{\sigma_{\max}} - 1 \quad (13)$$

$M(t)$ nüvəsi $M(t) = m = const$ olarsa (13)-dən

$$m t_0 = \frac{2h \sigma_0 (1 - \gamma)}{P + \chi h \Delta T} - 1; \quad \Delta T = T_2 - T_1 \quad (14)$$

alınır. Burada dağılmanın gizli dövrü üçün tapılır ki,

$$P < P_0 = h(2\sigma_0(1 - \gamma) - \chi \Delta T). \quad (15)$$

Dartıcı qüvvə $P > P_0$ olduqda dağılma ani olaraq baş verir. (15) ifadəsindən görünür ki, temperatur sahəsinin təsirindən P_0 qüvvəsinin sərhəd qiyməti azalır. (14)-dən isə inkubasiya dövrünün azadlığı alınır. Aqressiv mühitin mövcudluğu məhdudə qüvvənin P_0 qiymətini azaldır.

$x = -h$ səthi dağıldıqdan sonra dağılma səthi növbəti səthə keçir və müəyyən τ müddətindən sonra eni u -ya bərabər olan dağılmış təbəqə əmələ gəlir (şəkil 1). Çubuğun dağılmayan təbəqəsinin eni $h - u$ -ya bərabər olur. Bu zaman $x = -(h - u)$, ($u > \dot{u}$) nöqtəsində gərginlik (7) ifadəsində aşağı inteqrallama sərhəddi ilə $-h - 1 - (h - u)$ əvəz etməklə (5)-dən təyin olunur və nəticədə alınır:

$$\sigma_{yy} \Big|_{x=-(h-u)} = \frac{1}{2h-u} \left(P + \chi \int_{-(h-u)}^h T dx \right) - \chi T \quad (16)$$

Tutaq ki, $t > \tau$ anında dağılan hissənin v eni, t zamanın funksiyasıdır, yəni $v = u(t)$. Onda (16) ifadəsini aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$\sigma_{yy}(t, \tau) = \frac{1}{2h - u(\tau)} \left(P + \chi \int_{-h+u(\tau)}^h T dx \right) - \chi T \Big|_{x=-h+u(t)}. \quad (17)$$

Temperaturun (3) ifadəsini (17)-də yerinə yazsaq

$$\sigma_{yy}(t, \tau) = \frac{P}{2h - u(\tau)} + \chi b \left(h + \frac{1}{2} u(\tau) - u(\tau) \right). \quad (18)$$

tapırıq. Bu ifadəni dağılma sərhəsi üçün yazılmış dağılma meyarında nəzərə alsaq, aşağıdakı ifadə alınır ($x = -h + u(\tau)$):

$$\sigma_{yy}(t, t) + \int_0^t M(t - \tau) \sigma_{yy}(t, \tau) d\tau = \sigma_0 (1 - \gamma c(t)). \quad (19)$$

(18)-i və (2)-ni (19)-da yerinə yazsaq, dağılma hissənin enini xarakterizə edən $u = u(t)$ funksiyası üçün aşağıdakı tənlik alınır:

$$\begin{aligned} & \frac{P}{2h - u(t)} - \frac{\chi b}{2} [2h - u(t)] + \chi b [h - u(t)] \int_0^t M(\tau) d\tau + \\ & + \int_0^t M(t - \tau) \left\{ \frac{P}{2h - u(t)} - \frac{\chi b u(t)}{2} \right\} d\tau = \sigma_0 \left(1 - \gamma \frac{2h - u(t)}{2h} \right). \end{aligned} \quad (20)$$

(20) tənliyi qeyri-xətti inteqral tənlikdir və bu tənlik ədədi üsulla həll olunur. Xüsusi halda zədələnmə operatorunun nüvəsi sabit olduqda, yəni $M(t) = m = const$ (20) ifadəsini sadələşdirək. Bu halda (20) aşağı-

dakı şəkildə olar:

$$\frac{P}{2h-u(t)} - \frac{\chi b}{2}[2h-u(t)] + m \int_0^t \left(\frac{P}{2h-u(\tau)} - \frac{\chi b}{2}u(\tau) \right) d\tau + \chi b m (h-u(t))t = \sigma_0 \left(1 - \gamma \frac{2h-u(t)}{2h} \right). \quad (21)$$

(21) ifadəsini zamana görə diferensiallasaq, axtarılan $u(t)$ funksiyanın törəməsinə nəzərən aşağıdakı tənlik alınır

$$\dot{u} = m \frac{P(2h-u)^{-1} + \chi b(h-1,5u)}{P(2h-u)^{-2} + \chi b(0,5+mt) + \frac{\sigma_0 \gamma}{2h}}. \quad (22)$$

Alınmış diferensial tənlik üçün başlanğıc şərt aşağıdakı şəkildə olar:

$$u|_{t=t_0} = 0. \quad (23)$$

Qeyd edək ki, (22) ifadəsi dağılma cəbhəsinin yayılma sürətinin ifadəsidir. \dot{u} funksiyası istənilən zaman anı, o cümlədən də başlanğıc anında müsbətdir:

$$\dot{u}|_{t=t_0} = 2mh \frac{P + 2h^2 \chi b}{P + 2h^2 \chi b(1 + 2mt_0) + 2h\sigma_0 \gamma}. \quad (24)$$

(22) tənliyinin sağ tərəfindəki ifadənin məxrəci heç vaxt sıfıra çevrilmir. Bu tənliyi ədədi üsulla həll etmək üçün onu ölçüsüz kəmiyyətlərdə yazmaq daha məqsədəuyğundur. Aşağıdakı kimi ölçüsüz kəmiyyətlər daxil edək:

$$\begin{cases} f = \frac{u}{h}; & \theta = mt; & \beta = \frac{h^2 \chi b}{P}, \\ f' = \frac{df}{d\theta}; & \omega = \frac{2h\sigma_0}{P}. \end{cases} \quad (25)$$

Bu dəyişənlərdə (22) tənliyi aşağıdakı şəkildə düşür:

$$f' = \frac{(2-f)^{-1} + \beta(1-1,5f)}{(2-f)^{-2} + \beta(0,5+\theta) + 2,25\omega^{-1}\gamma}. \quad (26)$$

(23) başlanğıc şərti aşağıdakı kimi olar:

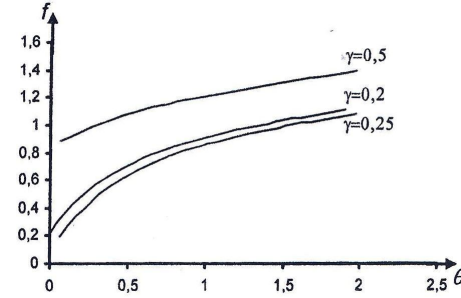
$$f|_{\theta=\theta_0} = 0. \quad (27)$$

(14)-ə əsasən θ_0 zamanı aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$\theta_0 = \frac{\omega(1-\gamma)}{1+2\beta} - 1. \quad (28)$$

Dağılma cəbhəsinin hərəkət sürəti ölçüsüz kəmiyyətlərdə aşağıdakı ifadə şəkildədir:

$$f'|_{\theta=\theta_0} = 2 \frac{1+2\beta}{1+2\beta(1+2\theta_0) + \omega^{-1}\gamma}. \quad (29)$$



Şək. 2. Dağılma cəbhəsinin zamandan asılılıq əyriləri.

Şəkil 2-də (28)-ə əsasən γ mütənasiblik əmsalından asılı olaraq dağılma cəbhəsinin zamandan asılılıq əyriləri qurulmuşdur.

Aqressiv mühitin qeyri-bircins temperatur sahəsində olan çubuğun səpələnmiş dağılmasına təsiri öyrənilmişdir. Bu təsir materialın ilkin dağılma zamanının azalmasına səbəb olmuşdur.

İkinci fəslin ikinci yarım fəslində aqressiv mühidə əyilən çubuğun uzunmüddətli dağılması məsələsinə baxılmışdır.

Xarici aqressiv mühitin konsentrasiyasının cisimdə paylanması aşağıdakı diffuziya tənliyi ilə ifadə olunur:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \text{div}(D \cdot \text{grad} c) \quad (30)$$

Aqressiv mühitin konsentrasiyası üçün sıfır başlanğıc qiyməti və sərhəd şərti:

$$c(\vec{r}; t)|_{\vec{r} \in S} = 1, \quad (31)$$

burada \vec{r} – cismin S səthinin vektorial koordinatı; c – cismin səthində verilmiş nöqtədə aqressiv mühitin konsentrasiya komponenti adlanır.

Deformasiya tənliyi aşağıdakı kimi qəbul olunmuşdur;

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{2\mu_0} (1 + M^*) S_{ij}, \quad \varepsilon = \frac{\sigma}{3K_0}, \quad (32)$$

burada S_{ij} – deviator, ε və σ – uyğun olaraq deformasiya və gərginlik tenzorlarının kürəvi hissələridir, M^* – zədələnməni xarakterizə edən inteqral tipli operator, K – həcmi elastiklik moduludur.

Bundan sonra tənliklərdə növbəti sadələşmələr aparılmışdır: özlülük effekti nəzərə alınmır; həcmi deformasiyalar xalis elastiki qəbul olunur. Zədələnmə prosesini xarakterizə edən irsi tip diskret inteqral operator aşağıdakı şəkildədir:

$$M^* S_{ij} = \sum_{k=1}^n \Phi(\varepsilon_u^{(k)}) \int_{t_k^-}^{t_k^+} M(t_k^-, \tau) S_{ij}(\tau) d\tau, \quad (33)$$

burada (t_k^+, t_k^-) – aktiv yüklənmə zamanı zədələnmənin toplanması intervalı; $\Phi(\varepsilon_{ij}^{(k)})$ – defektlərin (zədələrin) bərpası funksiyası olub aktiv yüklənmə müddətində deformasiyanın intensivliyindən asılı olur.

Aqressiv mühit diffuziya nəticəsində səthə nüfuz edərək zədələnmə prosesini sürətləndirir. Bu sürətlənmə zaman keçdikcə cismin həcmi boyu qeyri-bircins və qeyri-bərabər paylanır. Təbii ki, aqressiv mühitin təsiri materialın mexaniki sabitlərinin uzunmüddətlik xüsusiyyətlərinə təsir göstərəcək. Misal üçün zədələnmə operatorunun nüvəsinin aqressiv mühitin konsentrasiyasından asılılığını belə qəbul etmək olar:

$$M(t, \tau) = M(t, \tau, c(\tau)). \quad (34)$$

Praktikada aqressiv mühitin cismin materialının σ_n – ani möhkəmlik həddinə təsirinin nəzərə alınması daha vacib hesab olunur.

$$\sigma_n = \sigma_{n0} \cdot \omega(c) \quad (35)$$

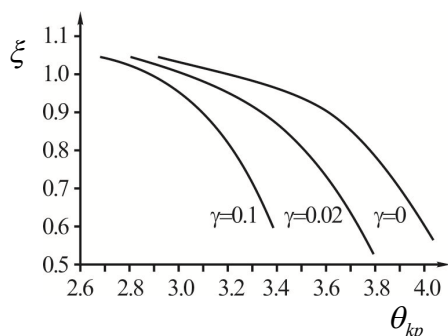
burada σ_{n0} – çubuğun aqressiv mühit olmayan halda ani möhkəmlik həddidir.

Dağılma aşağıdakı şəkildə olacaq:

$$(1 + M^*)\sigma_n = \sigma_n, \quad (36)$$

burada σ_n – gərginlik intensivliyidir.

Ətraf aqressiv mühitlə təmasda olan zədələnmənin cismin uzunmüddətli möhkəmlik probleminin öyrənilməsi, (30), (31) (aqressiv mühitin konsentrasiyasının cismin həcmi boyu paylanması müəyyən edən tənliklər) asılılıqları, cismin gərginlik-deformasiya vəziyyətini müəyyən edən (32) asılılıqları və zamanın hər bir anı üçün (36) dağılma kriteriyası ilə birlikdə alınmış tənliklər sisteminin həllinə gətirilir.



Şəkil 3. Dağılma cəbhəsinin inkişafı.

Aqressiv mühitin cisimdəki miqdarı həmin komponentlərin cisimdəki konsentrasiyası ilə ölçülür. Analoji qayda ilə bu yarımfəsildə çubuğun dövrü gərginliklərin təsiri altında yorğunluğa gətirən yüklənmə dövrlə-

rinin sayı təyin edilmişdir.

Üçüncü fəsildə silindrik, sferik təzyiqli qabları və boru materiallarının zədələnmə xassələri və saxlanılan mühitin aqressivliyi nəzərə alınmaqla səpələnmiş dağılması məsələləri həll edilmişdir.

Üçüncü fəslin birinci yarımfəslində aqressiv maddə saxlanılan silindrik qabın uzunmüddətli dağılması məsələsi tədqiq edilmişdir. Qalın divarlı boruda dağılma zonasının əmələ gəlməsi və yayılması prosesi tədqiq olunmuş, məsələ aqressiv mühitin yalnız ani möhkəmlik həddinə təsir etməsi çərçivəsində həll edilmişdir. Bu halda qalındivarlı borular üçün Lamé tənliklərini, radial və tangensial gərginlik düsturlarını intensivlik düsturunda nəzərə alaraq, σ_u gərginliklərin intensivliyi üçün aşağıdakı ifadəni almış olarıq:

$$\sigma_u = \sqrt{2}P \frac{a^2}{b^2 - a^2} \left[3 \left(\frac{b}{r} \right)^4 + (1 - 2\nu)^2 \right]^{1/2} \quad (37)$$

Sadəlik üçün materialın sıxılmazlıq şərtini qəbul edək, yəni $\nu = 0,5$, onda alarıq:

$$\sigma_u = \sqrt{6}P \frac{a^2 b^2}{b^2 - a^2} \cdot \frac{1}{r^2}. \quad (38)$$

Möhkəmlik kriteriyası (36) kimi qəbul etsək və qısamüddətli möhkəmliyin son həddi üçün olan (1) ifadəsini nəzərə almaqla, yazı bilərik:

$$\sigma_u + M^* \sigma_u = \sigma_{\pi 0} (1 - \gamma c). \quad (39)$$

Gərginliklərin intensivliyi maksimal qiyməti qabın daxili səthində alır:

$$\sigma_{\max} = \sigma_u \Big|_{r=a} = \sqrt{6}P \frac{b^2}{b^2 - a^2} \quad (40)$$

və ya $\beta_0 = a/b$ olduqda

$$\sigma_{u \max} = \frac{\sqrt{2}P}{1 - \beta_0^2}. \quad (41)$$

Bu o deməkdir ki, əvvəlcə dağılma prosesi borunun daxili konturunda başlayacaqdır. Bu zaman başlanğıc dağılmanın vaxtı – t_0 inkubasiya periodu (39) şərtindən təyin olunur:

$$\frac{\sqrt{6}P}{1 - \beta_0^2} (1 + M^*)P = \sigma_{n0} (1 - c). \quad (42)$$

Silindrik boruda olan aqressiv maddənin konsentrasiyasının boru divarının qalınlığı boyu paylanması aşağıdakı kimi verək:

$$c(r) = \frac{\ln b/r}{\ln b/a}, \quad (43)$$

Burada (43)-ə əsasən $c(a)=1$ olduğu nəzərə alınmışdır. t_0 üçün aşkar ifadəni yazmaqdan ötrü zədələnmə operatorunun nüvəsinin formasını konkret vermək lazımdır. Əgər $M(t) = mt^{-\alpha}$; $0 < \alpha < 1$, onda

$$t_0 = \left\{ \frac{1-\alpha}{m} \left[\frac{\sigma_{\pi_0}(1-\gamma)}{\sqrt{6P}} (1-\beta_0^2) - 1 \right] \right\}^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (44)$$

Xüsusi halda $\alpha = 0$ olduqda buradan alırıq:

$$mt_0 = \frac{\sigma_{\pi_0}(1-\gamma)}{\sqrt{2P}} (1-\beta_0^2) - 1 \quad (45)$$

Bu düsturlar göstərir ki, həyəcanlı mühitin olması dağılmanın başlanğıc vaxtını aşağı salır.

Üçüncü fəslin ikinci yarım fəslində aqressiv maddə saxlanılan sferik qabın uzunmüddətli dağılması məsələsinə baxılmışdır. Burada yüklənmənin monotonluğundan, yuxarıda qeyd olunduğu kimi, elastiki zədələnməmiş sferada gərginliklər, elastiki sfera halında olduqları kimi olur.

$$\sigma_r = \frac{pk^3}{1-k^3} \left[1 - \left(\frac{R}{r} \right)^3 \right], \sigma_\theta = \sigma_\phi = \frac{pk^3}{1-k^3} \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{R}{r} \right)^3 \right], \quad (46)$$

burada r – cari radius və $k = R_0/R$. (46)-ya əsasən gərginliklərin intensivliyi aşağıdakı şəkildə olur:

$$\sigma_u = |\sigma_r - \sigma_\phi| = \frac{1,5pk^3}{1-k^3} \left(\frac{R}{r} \right)^3 \quad (47)$$

Bu düsturdan alınır ki, σ_u gərginliklərin intensivliyi öz ən böyük qiymətini $r = R_0$ olduqda kürənin daxili səthində alır:

$$\sigma_{u \max} = \sigma_u \Big|_{r=R_0} = \frac{1,5p}{1-k^3} \quad (48)$$

Bu o deməkdir ki, əvvəlcə dağılma, sferanın daxili səthində $t = t_0$ zamanında baş verəcəkdir, zamanın bu anını (48)-də nəzərə almaqla, (39)-dan dağılma kriteriyası təyin olunur. (48)-i (39)-da yerinə yazsaq, alırıq:

$$\int_0^{t_0} M(t_0, \tau) d\tau = \frac{\sigma_0(1-\gamma)(1-k^3)}{1,5p} - 1 \quad (49)$$

t_0 üçün aşkar ifadəni yazmaq üçün zədələnmə operatorunun nüvəsinin formasını konkretləşdirmək lazımdır.

$M(t, \tau) = m(t-\tau)^{-\alpha}$ $0 < \alpha < 1$, Abelın zəif sinqulyar nüvəsi üçün (49)-dan alırıq:

$$t_0 = \left(\frac{1-\alpha}{m} \left(\frac{\sigma_0(1-\gamma)(1-k^3)}{1,5p} - 1 \right) \right)^{-1} \quad (50)$$

$M(t, \tau) = me^{-\alpha(t-\tau)}$ requlyar eksponensial nüvə üçün:

$$t_0 = \frac{1}{\alpha} \ln \left\{ 1 + \frac{\alpha}{m} \left(1 - \frac{\sigma_0(1-\gamma)(1-k^3)}{1,5p} \right) \right\}^{-1}. \quad (51)$$

$M(t, \tau) = m = const$ sabit nüvə üçün:

$$t_0 = \frac{1}{m} \left[\frac{\sigma_0(1-\gamma)(1-k^3)}{1,5p} - 1 \right] \quad (52)$$

Üçüncü fəslin üçüncü yarım fəslində aqressiv maddə ilə doldurulmuş daxili radiusu a , xarici radiusu b olan və xarici səthi nazik silindrik səthlə armirləşdirilmiş borunun uzunmüddətli dağılması məsələsi tədqiq olunmuşdur.

Fərz etsək ki, boru və örtük müstəvi deformasiya şəraitindədir və borunun materialı sıxılmayıdır. Onda məsələnin həlli $k(t) = rU_r$ funksiyası üçün inteqral tənliyin həllinə gətirilir, U_r isə borunun nöqtələrinin radius boyu yerdəyişməsidir:

$$-\frac{1}{s} \frac{k(t)}{b^2} = \left(\frac{1}{a^2(t)} - \frac{1}{b^2} \right) 2\mu k(t) - q(t); s = \frac{b}{h} \frac{1-\nu^2}{E}. \quad (53)$$

Burada, E və ν – örtüyün materialının Yunq modulu və Puasson əmsalı, b – örtüyün daxili radiusu, h – örtüyün qalınlığı, μ – dağılma operatoru, q – zədələnməmiş oblastla zədələnməyən oblastın təmas səthində yaranan təzyiqlik qüvvəsi, $k(t)$ – isə dağılma cəbhəsinin radiusudur

Alınmış nəticələrin analizi göstərir ki, həyəcanlı mühitin konsentrasiyası parametrinin üç qiyməti üçün dağılma cəbhəsinin inkişafına təsiri əhəmiyyətlidir, yəni bu proses nəzərə çarpacaq dərəcədə tez başlayır və qurtarır.

Üçüncü fəslin dördüncü yarım fəslində qeyri-bircins temperatur sahəsində gəmi qazanlarının boru elementlərinin uzunmüddətli möhkəmliyi tədqiq edilmişdir.

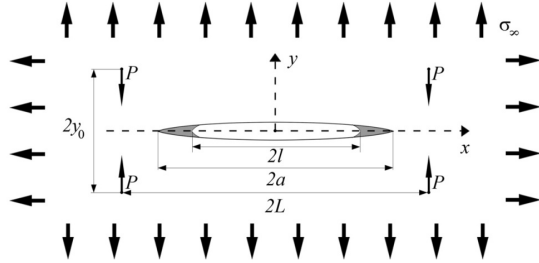
Gəmi qazanlarının ümumi etibarlılığının şərtləri buxar və suyun daxili və ya xarici təzyiqlik altında olan bütün elementlərin möhkəmliyi ilə müəyyən olunurlar. Belə ki, bu elementlərin temperatur rejimi bir birindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqli ola bildiyinə görə, bu fərq materialın və onun xarakteristikalarının müvafiq seçimi ilə nəzərə alınır.

Üçüncü fəslin beşinci yarım fəslində aqressiv mühitlə təmasda olan xaricdən nazik elastiki örtüklə əhatə olunmuş zədələnməmiş qalıdivarlı

borunun dağılması tədqiq edilmişdir.

Dördüncü fəsildə biroxlux çata malik zədələnən müstəvidə çatın dayandırılması məsələsi tədqiq olunmuşdur. Lövhənin materialının zədələnməsi prosesini nəzərə almaqla və yumşalma xarakterli xarici aqressiv mühitin çatın səthinə təsiri zamanı lövhədə yeganə çatın konstruktiv dayandırılması haqqında riyazi məsələ qoyulmuş və həll edilmişdir.

Çatın sürətlə inkişafının qarşısını almaq üçün lövhə digər cisimlərə möhkəm çubuqlarla bərkidilir ki, bu da çatların yayılmasının qarşısını alır. Hesablamalar zamanı bu məsələdə aşağıdakı sadə sxem tətbiq edilir: bərkidilmiş çubuqların təsiri dörd simmetrik yerləşmiş və cəmlənmiş P qüvvələri ilə əvəz olunur. Bu qüvvələr isə çata yaxın yerləşmiş pərçimlərin olduğu yerlərə təsir edirlər. Eyni zamanda P qüvvələrinin qiyməti verilmiş hesab olunur. Burada da həmçinin bu sxemə əməl edəcəyik (şək. 4)



Şək. 4. Çatın yerləşmə sxemi.

Uyğun riyazi məsələni təsvir edək. Simmetriyaya əsasən, zamanın ixtiyari t anında çatın kənarları $x = \pm l(t)$ nöqtələrində x oxu üzərində yerləşəcəkdir. $\sigma_{x\infty} = \sigma_{y\infty} = \sigma_\infty$ - sonsuzluqdakı qüvvə $t = 0$ zaman anında tətbiq olunur və sonra dəyişilməz qalır. Çatlama davam etdikcə materialda hissə-hissə dağılma zonası əmələ gəlir. Bu zonanın kənarları hər hansı $x = \pm a(t)$ nöqtələrində x oxu üzərində yerləşirlər.

Çatın sahilləri təsir edən qüvvələrdən azaddır və kənarında toxunan gərginlik simmetriya şərtinə görə sıfıra bərabər olur, yəni:

$$\sigma_{xy} = 0; \quad y = 0; \quad -\infty < x < +\infty \quad (54)$$

Normal gərginlik çatın özündə olmayıb, hissə-hissə dağılma zonasında x -dən asılı deyildir və $\sigma_x(t)$ qiymətinə bərabərdir. Bu qiymət zamanın baxılan anında, hissə-hissə dağılma zonasının $x = \pm a(t)$ davam etdiyi elementində alınır:

$$\sigma_y = 0; \quad y = 0; \quad |x| < l(t); \quad (55)$$

$$\sigma_x = \sigma_x(t); \quad y = 0; \quad l(t) < |x| < a(t).$$

Simmetriya şərtinə əsasən çatdan və materialın hissə-hissə dağılma zonasından kənarında şaquli yerdəyişmə yoxdur:

$$v = 0; \quad y = 0; \quad |x| > a(t). \quad (56)$$

Sonsuzluqda yüklənmə şərtləri bunlardır:

$$\sigma_x = \sigma_y = \sigma_\infty; \quad \tau_{xy} = 0; \quad x^2 + y^2 \rightarrow \infty. \quad (57)$$

Bütöv materiallı hissə-hissə dağılma zonasının sərhədində $\sigma_n = \sigma_{n0}(1 - \gamma c)$ şərti ödənilir:

$$(1 + M^*)\sigma_y = \sigma_n; \quad y = 0; \quad x = \pm a(t). \quad (58)$$

Çat və hissə-hissə dağılma zonası arasındakı sərhəd $[v] = \delta_{cr}$ şərti ilə təyin olunur:

$$[v] = 2v = \delta_{cr}; \quad y = 0; \quad x = \pm l(t). \quad (59)$$

Baxılan xətti-elastiki zədələnmiş lövhədə gərginliklər və deformasiyalar arasındakı əlaqə irsi tipli xətti ifadələrlə təsvir olunur.

Verilmiş qüvvənin təsiri altında çatlama yalnız arta bilər, uyğun sərhəd şərtləri isə gərginliklərlə ifadə olunurlar. Bu, gərginlik, deformasiya və yerdəyişmələri təyin etmək üçün Volter-Rabotnov uyğunluq prinsipini tətbiq etməyə imkan verir. Sərhəd şərtlərinə daxil olan $\sigma_x(r)$, $l(t)$ və $a(t)$ funksiyaları vasitəsilə ifadə olunmuş gərginlik, deformasiya və yerdəyişmələr üçün düsturları tapıldıqdan sonra, həmin parametrlər (58) və (59) şərtləri əsasında təyin olunurlar.

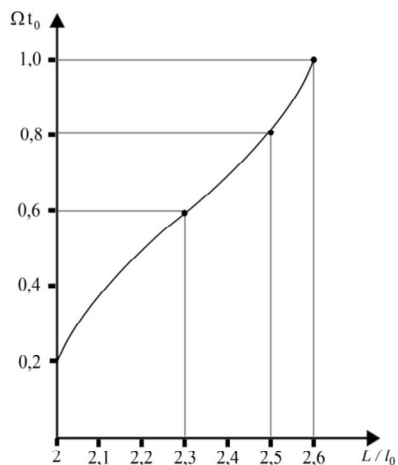
Çatlama başlamazdan qabaq çatın vəziyyəti tədqiq olunduğundan, onda gərginlik, deformasiya və yerdəyişmələr Volter-Rabotnov uyğunluq prinsipindən istifadə edilməklə, elastiklik məsələsinin yuxarıda baxılmış həlli əsasında təyin oluna bilər. Bundan sonra σ_y gərginliyi və v yerdəyişməsi üçün bu fərziyyələri, (58) və (59) şərtlərini nəzərə alsaq, həmçinin $x = \pm a$ nöqtələrində gərginliklərin məhdud olmasını tələb etsək, ölçüsüz kəmiyyətlərdən ibarət iki integral və bir cəbri tənlikdən ibarət sistem alırıq:

$$\begin{cases} -\frac{P}{2\pi(\theta+1)}Z_1(t) + \alpha - \sigma(t) \arccos \frac{1}{a(t)} = 0; \\ \sigma(t) = \frac{1-\gamma}{1+k\Omega t} \frac{H-a(t)}{H-1} \left(1 - \frac{P(1+\Omega t)}{\pi(\theta+1)} Z_2(t) \right); \\ \left(\frac{2(2-\theta)PLy_0(K(1)T(1)+M(1)R(1))}{\pi(\theta+1)\sqrt{(a^2(1)-L^2+y_0^2)^2+4L^2y_0^2}} J(1) + (1)\ln a(1) \right) (1+k\Omega) = \delta_{cr}. \end{cases} \quad (60)$$

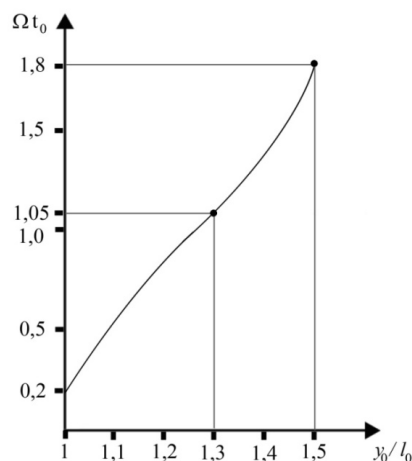
(60) tənliklər sistemi qeyri-xətti cəbri tənliklər sistemidir. İlk iki tən-

likdən $a(t)$ və $\sigma(t)$ funksiyaları, üçüncü tənlikdən isə çatın hərəkətinin başlanğıc anı olan t_0 zamanını təyin edilir:

(60) sisteminin ikinci tənliyini birinci tənlikdə yerinə yazsaq, çatın təpəsinin yanında zəifləmiş əlaqələr zonasının ölçüsüz xarakterik $a(t)$ ölçüsünə nəzərən qeyri-xətti cəbri tənlik alarıq. Sonra ikinci tənlikdən istifadə etməklə, üçüncü tənlikdən Ω kəmiyyəti təyin olunur ki, o da çatın qırılması vaxtını xarakterizə edir. Bu alqoritmin realizasiyası hesablaşma proqramı əsasında $\alpha=0,1$; $\theta=1$; $\delta_{cr}=1$; $P=0,1$; $\gamma=0,01$; $H=100$ verilənləri üçün ədədi olaraq aparılmışdır. Hesablaşmaların nəticələri şəkl. 5 və 6-da verilmişdir, burada əyanilik üçün işarə olunmuş oxlarda ölçülü kəmiyyətlər göstərilmişdir.



Şəkl. 5. Çatın uzunluğuna nəzərən mərkəzləşmiş qüvvələrin tətbiq olduğu nöqtələrin üfüqi yerləşməsinin nisbi ölçüsündən çatın hərəkətinin başlanğıc vaxtının asılılıq qrafiki.



Şəkl. 6. Çatın uzunluğuna nəzərən mərkəzləşmiş qüvvələrin tətbiq olduğu nöqtələrin şaquli yerləşməsinin nisbi ölçüsündən çatın hərəkətinin başlanğıc vaxtının asılılıq qrafiki.

Hesabi əyriilər çatın uzunluğuna nisbətən mərkəzləşmiş P qüvvələrinin tətbiq olunduğu nöqtələrin həm üfüqi, həm də şaquli yerləşməsinin nisbi ölçüsündən çatın qırılması vaxtının asılılıqlarının qeyri-monoton xarakterini əks etdirirlər.

Dissertasiya işində aşağıdakı yekun nəticələr alınmışdır:

1. Biroxlu çata malik zədələnen lövhədə çatın dayandırılması məsələsi tədqiq olunmuşdur. Bu məsələnin həllində çatın inkişafına lövhə ilə təmasda olan aqressiv mühitin təsiri nəzərə alınmışdır.

2. Lövhənin materialının zədələnməsi prosesini nəzərə almaqla xarici aqressiv mühitin çatın səthinə təsiri zamanı lövhədə yeganə çatın konstruktiv dayandırılması haqqında riyazi məsələ qoyulmuş və həll edilmişdir. Ədədi hesablaşmalar aparılmış və uyğun qrafiklər qurulmuşdur.

3. Zədələnmə prosesini və xarici aqressiv mühitin təsirini nəzərə almaqla çubuğun əyilmədə uzunmüddətli möhkəmliyinin zamandan asılı olan xarakteristikalarının təyin edilməsi məsələsi tədqiq edilərək ilk dəfə irsi tip bərk cismin səpələnmiş zədələrdən dağılması modeli çərçivəsində dağılma mərhələlərinin ardıcılığı və inkişafı müəyyən edilmişdir.

4. Aqressiv mühitlə təmasda olan çubuğun biroxlu təkrar dəyişən yüklənmələrində böhran yüklənmə dövrlərinin sayı üçün müvafiq düstur alınmışdır. Burada gərginlik vəziyyətinin bircins və qeyri-bircins olduğu hallar araşdırılmışdır.

5. Silindrik, sferik təzyiq qabların və boru materiallarının zədələnmə xassələri nəql olunan və saxlanılan mühitin aqressivliyi və temperatur dəyişmələri nəzərə alınmaqla, səpələnmiş dağılması məsələləri həll edilmişdir.

6. Materialının müəyyən həcmnin zədələnməsi şərtilə daxildən aqressiv mühitlə təmasda olan qalındıvarlı boruda dağılma zonasının əmələ gəlməsi və yayılması prosesi tədqiq olunmuşdur.

Nazik elastiki örtüklə əhatə olunmuş qalın divarlı borunun aqressiv mühitdə dağılması məsələsi həll edilmişdir. Borunun materialına təsir dərəcəsinin ölçüsü kimi mühitin konsentrasiyası qəbul edilmişdir.

Dissertasiyanın əsas nəticələri aşağıdakı işlərdə çap edilmişdir:

1. Ахундов М.Б., Мустафаева Е.М. Длительная прочность сосудов давления содержащих агрессивный продукт // Научные труды Азербайджанской Государственной Морской Академии, Баку 2012, №2, с. 27-34.
2. Ахундов М.Б., Мустафаева Е.М., Мамедов Р.В., Предельное состояние стержня при изгибе в агрессивной окружающей среды // Проблемы вычислительной механики и прочности конструкции, Баку, 2012, №20, с. 38-50.
3. Мустафаева Э.М., Длительное разрушение армированной трубы с

агрессивным заполнителем // Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XVII Respublika elmi konfransının materialları, Bakı 2013, №1, s.109-110.

4. Həsənova L.A., Mustafayeva E.M. Qeyri-bircins temperatur sahəsində gəmi qazanlarının zədələnən boru elementlərinin uzunmüddətli möhkəmliyi // Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının Elmi Əsərləri, Bakı 2013, №1, s. 180-183.
5. Mustafayeva E.M., Aqressiv mühitdə zədələnən çubuğun dövrü yükləmədə möhkəmliyi // Azərbaycan Texniki Universiteti Elmi Əsərlər, Fundamental Elmlər, Bakı, 2014, №2, s. 222-227.
6. Akhundov M.B., Sadayev A.S., Mustafayeva E.M., Constructional braking of a crack in a damaging plate with account of susceptibility of its edges to action of an aggressive medium // SYLWAN,159(6)]. ISI Indexed, Poland 2015, pp. 51-61.
7. Mustafayeva E.M., News of Baku University, Physico-Mathematical Sciences // Destruction of the stretched rod with non-uniform temperature field from the effect of aggressive medium // News of Baku University, Series of Physico-Matematical sciences, 2015, №1, pp. 93-99.

Есмира Мусаифовна Мустафаева

ДЛИТЕЛЬНАЯ ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ С АГРЕССИВНОЙ СРЕДОЙ

Резюме

Исследована длительная прочность повреждающегося в агрессивной среде стержня с неоднородным полем температуры. Выведены формулы критического числа циклов до разрушения для стержня, контактирующего с агрессивной средой с учетом процесса повреждаемости материала стержня. Рассмотрены варианты однородного и неоднородного напряженного состояния. Решена задача рассеянного разрушения цилиндрического и сферического сосудов давления, с учетом повреждаемости этих сосудов и агрессивного характера содержимого продукта.

Изучен процесс рассеянного разрушения трубопроводных элементов судовых котлов с учётом агрессивного характера прокачиваемой среды. Выведено уравнение движения фронта разрушения, определяющего процесс поэтапного разрушения. Получено решение этого уравнения.

Исследована длительная прочность стержня в агрессивной среде, изготовленного из повреждающегося материала при его растяжении в поле неоднородной температуры. Изучено действие агрессивной среды на рассеянное разрушение совместно с действием неоднородного распространения температуры.

В диссертационной работе определены временные характеристики длительной прочности стержня при изгибе с учетом взаимосвязанных процессов повреждаемости материала стержня и действия внешней агрессивной среды. В рамках модели рассеянного разрушения твердых тел наследственного типа выявлена последовательность этапов разрушения и даны оценки их продолжительности.

Сформулирована и решена математическая задача о конструкционном торможении одиночной трещины в пластинке с учетом процесса повреждаемости материала пластинки и воздействия внешней агрессивной среды на поверхность трещины. Принимается во внимание наличие возле вершины трещины зоны ослабленных связей. Проведена численная реализация и построены графики зависимостей, отражающие влияние наличия контакта берегов трещины с агрессивной средой и расположения мест приложения тормозящих сил на кинетику развития трещины.

Esmira Musaifovna Mustafayeva

**A LONG TIME DURABILITY OF THE ELEMENT
OF CONSTRUCTION UNDER THE INTERACTION
WITH AGGRESSIVE ENVIRONMENT**

Summary

A problem on influence of corrosive external contact medium on long-term strength by stretching damaged bar in inhomogeneous temperature field. Derived formulas of the critical member of cycles to failure for a rod in contact with aggressive media, taking into account the process of damage to the rod material. Consider variants of the homogenous and inhomogeneous stress state. The problem of scattered damage cylindrical and spherical pressure vessels, with the failure rate of these vessels and the aggressive nature of the contents of the product.

Taking into consideration the aggressive character of the passed product into the ship's boiler pipelines the long duration strength is considered. Defining the process of step-by-step break of motion equilibrium of front break is received.

A long-term strength of the rod made of the damaging material with non-uniform temperature field at pulling in the aggressive medium has been investigated. A combined effect of the aggressive contact medium and non-uniform temperature distribution on dispersing destruction have been studied.

Dissertational work is devoted definition of temporary characteristics of duration bending strength of rod with due regard of intercommunication processes of damage of rod material and unstrengthened action of aggressive environment. Within the bounds of model of dispersed destruction of solid bodies of hereditary type the stage sequence of destruction is revealed and the estimation of their duration is given.

The mathematical problem about constructional braking of a single crack in a plate with account of process of damageability of a material of a plate and at influence of an external aggressive medium of not hardening character on a surface of a crack is formulated and solved. A presence near top of a crack in a zone of the weakened connections is taken into consideration. Numerical realization has been done and the schedules of dependences reflecting influence of presence of contact of edges of a crack with an aggressive medium and an arrangement of places of application of braking forces on kinetics of development of a crack are constructed.

Çapa imzalanmışdır: 26.10. 2016
Format 60x84 1/16. Tiraj 100 nüsxə
© Bakı Universiteti nəşriyyatı

Bakı Dövlət Universiteti
Bakı, AZ 1148, Z.Xəlilov, 23

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
БАКИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

На правах рукописи

ЭСМИРА МУСАИФОВНА МУСТАФАЕВА

**ДЛИТЕЛЬНАЯ ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ
КОНСТРУКЦИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ
С АГРЕССИВНОЙ СРЕДОЙ**

2002.01 – Механика деформируемого твердого тела

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
доктора философии по математике

Баку - 2016