AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
BAKI DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

Əlyazması hüququnda

ŞAHVERDİYEVA GÜLNAZ NƏRİMAN QIZI

QEYRİ-BİRCİNS TRANSVERSAL-İZOTROP KONİK ÖRTÜK ÜÇÜN ELASTİKİYYƏT NƏZƏRİYYƏSİNİN BƏZİ ÜÇÖLÇÜLÜ MƏSƏLƏLƏRİ

2002.01 –**Deformasiya olunan bərk cisim mexanikası**

Riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2018

Dissertasiya işi AMEA Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun "Elastiklik və plastiklik nəzəriyyəsi" şöbəsində yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:
riyaziyyat üzrə elmlər doktoru, professor **Natiq Q.Əhmədov**

Rəsmi opponentlər:
mexanika üzrə elmlər doktoru, dosent **Laura F.Fətullayeva**
(Bakı Dövlət Universiteti),

Fizika riyaziyyat elmlər namizədi, dosent **Əlizadə İ.Seyfullayev**
(AMEA Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu)

Aparıcı təşkilat: Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti "Ali riyaziyyat" kafedrası.

Dissertasiyanın müdafiəsi 27 noyabr 2018-ci il saat 14^{00} –da riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün Bakı Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD. 02.016 dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ 1148, Bakı, Z. Xəlilov küç.23, Bakı Dövlət Universiteti.

Dissertasiya işi ilə Bakı Dövlət Universitetinin elmi kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat 22 oktyabr 2018-ci il tarixində buraxılmışdır.

FD. 02.016 Dissertasiya
Şurasının elmi katibi: **dosent A.T.Əfəndiyeva**

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Örtüklər nəzəriyyəsi müasir mexanikanın mühüm sahələrindən biridir. Örtüklər nəzəriyyəsi texnikada geniş tətbiq edilən nazikqalınlıqlı konstruksiyaların hesabat üsullarını həyata keçirir.

Örtüklər nəzəriyyəsində qeyri-bircins, xüsusi ilə çoxlaylı örtüklərin tədqiqi mühüm yer tutur. Çoxlaylı örtüklərin deformasiyası zamanı yaranan mürəkkəb proseslər, çoxlaylı konstruksiyaların müxtəlifliyi bir çox tətbiqi nəzəriyyələrin yaranmasına səbəb olub. Hal-hazırda tətbiqi nəzəriyyələrin qurulmasında iki əsas istiqamət mövcuddur.

Birinci istiqamətə ikiölçülü tənliklərin çıxarılışı zamanı hər bir laya kinematik hipotezlərin tətbiq edildiyi işlər aid edilir. Bu zaman alınan tənliyin tərtibi layların sayından asılıdır. Bu istiqamətə aid işlər A.L. Rabinoviç, E. Reysner, A.P. Prusakov, E.İ.Qriqolyuk, L.M. Kurşin, X.M. Muştari, V.V. Bolotin tərəfindən yerinə yetirilmişdir.

İkiölçülü tənliklər alınarkən bütün laylar paketi üçün hipotezlər qəbul edilən işlər ikinci istiqamətə şamil edilir. Bu yanaşmada alınan tənliklərin tərtibi layların sayından asılı deyil. Bu istiqamət A.F. Ryabov, A.Q. Terequlov, Y.K. Rasteryayevin işlərində verilib.

Çoxlaylı örtüklərin mövcud tətbiqi nəzəriyyələrinin tətbiq olunma oblastlarının öyrənilməsi və dəqiqləşdirilmiş yeni tətbiqi nəzəriyyələrin yaradılması qeyri-bircins örtüklərin gərginlik-deformasiya vəziyyətinin elastikiyyət nəzəriyyəsinin üçölçülü tənlikləri əsasında tədqiqini tələb edir. Bundan əlavə qeyri-bircins örtüklərin gərginlik-deformasiya vəziyyətinin öyrənilməsilə bağlı bir sıra məsələlər yalnız elastikiyyət nəzəriyyəsi çərçivəsində korrekt həll edilə bilər (gərginliyin lokal yükün ətrafında konsentrasiyası məsələsi, tezlikləri kifayət qədər geniş diapazonda dəyişən qeyri-stasionar və stasionar rəqslərin öyrənilməsi məsələləri).

Qeyri-bircins örtüklərin elastikiyyət nəzəriyyəsinin üçölçülü tənlikləri əsasında tədqiqi bir çox riyazi çətinliklərlə bağlıdır. Qeyri-bircins örtüklərin gərginlik-deformasiya vəziyyətinin elastikiyyət nəzəriyyəsinin üçölçülü tənlikləri əsasında öyrənilməsi ikinci tərtib xüsusi törəməli dəyişən əmsallı diferensial tənliklər sistemi üçün sərhəd məsələlərinin öyrənilməsinə gətirilir.

Qeyri-bircins örtüklər üçün üçölçülü məsələlərin həll üsulları A. Byuffler, K. Fridrixs, R. Dressler, İ.İ, Vorovic, Y.A. Ustinov, A.L. Qoldenveyzer, M.F, Mehdiyev, Q.S, Şapiro, V.A, Lomakin və digər alimlərin işlərində verilmişdir.

İşin məqsədi. Qeyri-bircins transversal-izotrop konik örtüyün gərginlik-deformasiya vəziyyətinin elastikiyyət nəzəriyyəsinin üçölçülü tənlikləri əsasında tədqiqi.

Elmi yenilik. Dissertasiya işində alınan əsas nəticələr aşağıdakılardan ibarətdir:

- Dəyişən qalınlıqlı qeyri-bircins transversal-izotrop konik örtüyün üçölçülü asimptotik nəzəriyyəsi qurulub. Elastikiyyət nəzəriyyəsi tənliklərinin asimptotik inteqrallanması üsulu ilə konik örtüyün yan səthində müxtəlif sərhəd şərtləri verildikdə elastikiyyət nəzəriyyəsinin oxa nəzərən simmetrik məsələləri öyrənilib. Qeyri-bircins və bircins həllər qurulub. Örtüyün üçölçülü gərginlik-deformasiya vəziyyətini hesablamağa imkan verən asimptotik düsturlar alınıb. Qeyri-bircins transversal-izotrop konik örtüyün gərginlik-deformasiya vəziyyətinin xarakteri müəyyən edilib.
- Dəyişən qalınlıqlı qeyri-bircins transversal-izotrop konik örtük üçün qeyri-bircins və bircins həllərin qurulması daxil olan asimptotik burulma nəzəriyyəsi işlənib. Elastikiyyət nəzəriyyəsi tənliklərinin asimptotik inteqrallanması üsulu ilə örtüyün yan səthində müxtəlif sərhəd şərtləri verildikdə qeyri-bircins transversal-izotrop konik örtüyün burulma məsələsi tədqiq olunub.
- Dəyişən qalınlıqlı qeyri-bircins transversal-izotrop dairəvi lövhə üçün üçölçülü asimptotik nəzəriyyə qurulub. Aparılan asimptotik təhlil əsasında transversal-izotrop qeyri-bircins lövhə üçün bircins həllin yayılan həll və sərhəd layı xarakterli həllin cəmindən ibarət olduğu göstərilib.

Tədqiqatın ümumi metodikası. Tədqiqat metodikası elastikiyyət nəzəriyyəsi tənliklərinin asimptotik inteqrallanması üsuluna və variasiya prinsiplərinə əsaslanır.

Nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. İş nəzəri xarakterə malikdir. Qurulan həllər konik örtük üçün mövcud olan müxtəlif tətbiqi nəzəriyyələrin qiymətləndirilməsində etalon rolunu oynaya bilər. Qeyri-bircins transversal-izotrop konik örtüyün üçölçülü gərginlik-deformasiya vəziyyətinin hesablanması üçün asimptotik düsturlar alınıb. Heç bir tətbiqi nəzəriyyənin müəyyən edə bilmədiyi yeni sinif həllər müəyyən edilib.

İşin aprobasiyası. Dissertasiyanın əsas nəticələri AMEA- nın müxbir üzvü Y.A. Əmənzadənin 100 illik yubileyi (Bakı , 2014), Azərbaycanın Ümummilli Lideri H.Ə. Əliyevin 95 illik yubileyi (Bakı, 2018) münasibətilə keçirilmiş konfranslarda, BDU-nun "Tətbiqi analizin riyazi üsulları" kaferdasının, ADİU-nun "Riyaziyyat" kafedrasının seminarlarında, AMEA –nın Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun " Elastiklik və plastiklik nəzəriyyəsi" və "Sürüncəklik nəzəriyyəsi" şöbələrinin birgə seminarında məruzə edilmişdir.

Çap. Dissertasiyanın mövzusuna 8 elmi iş çap edilmişdir.

İşin stukturu və həcmi. Dissertasiya işi giriş, üç fəsil, nəticə, 126 addan ibarət ədəbiyyat siyahısı və 9 şəkildən ibarətdir. Dissertasiya işinin həcmi 120 səhifədir.

İŞİN MƏZMUNU

Girişdə işin aktuallığı əsaslandırılıb, ədəbiyyatın qısa xülasəsi və işin qısa məzmunu şərh edilib.

Dissertasiya işinin birinci fəslində qeyri-bircins transversal-izotrop konik örtüyün üçölçülü asimptotik nəzəriyyəsi verilib.

1.1-də iki konik və iki sferik sərhəddən ibarət dəyişən qalınlıqlı transversal-izotrop konik örtük üçün elastikiyyət nəzəriyyəsinin oxa nəzərən simmetrik məsələsinin qoyuluşu verilir. Fərz edilir ki, konik örtük r,θ,φ koordinat sistemində $\Gamma=\{r\in[r_1,r_2],\theta\in[\theta_1,\theta_2],\ \varphi\in[0,2\pi]\}$ həcminə malikdir.

Tarazlıq tənliklərinin yerdəyişmələrlə ifadəsi aşağıdakı kimidir:

$$(L_0+\varepsilon\,\partial_1 L_1+\varepsilon^2\,\partial_1^2 L_2)\bar{u}=\bar{0}\ , \tag{1}$$

$$\frac{\partial}{\partial\eta}\left[G\left(\frac{\partial u_\varphi}{\partial\eta}-\varepsilon u_\varphi ctg(\theta_0+\varepsilon\eta)\right)\right]+2\varepsilon G\left(\frac{\partial u_\varphi}{\partial\eta}-\varepsilon u_\varphi ctg(\theta_0+\varepsilon\eta)\right)\times$$
$$\times ctg(\theta_0+\varepsilon\eta)+\varepsilon^2 G_1\Delta_0 u_\varphi=0. \tag{2}$$

Burada $\bar{u}=\left(u_\rho,u_\theta\right)^T;\quad u_\rho(\rho,\eta),\quad u_\theta(\rho,\eta),\, u_\varphi(\rho,\eta)-$ yerdəyişmə vektorunun komponentləri, L_k- matris şəkilli diferensial operatorlardır:

$$L_0=\left\|\begin{matrix}\begin{gathered}\partial(b_{44}\partial)+2\varepsilon^2(b_{12}-b_{22}-b_{23})+\\ +\varepsilon b_{44}ctg(\theta_0+\varepsilon\eta)\partial\end{gathered} & \begin{gathered}\varepsilon(b_{12}-b_{22}-b_{23})\partial+\\ +\varepsilon^2(b_{12}-b_{23}-b_{44}-b_{22})\times\\ \times ctg(\theta_0+\varepsilon\eta)-\varepsilon\partial(b_{44})\end{gathered}\\ \\ \varepsilon\partial((b_{22}+b_{23}))+2\varepsilon b_{44}\partial & \begin{gathered}\partial(b_{22}\partial)+\varepsilon\partial(b_{23}ctg(\theta_0+\varepsilon\eta))-\\ -2\varepsilon^2 b_{44}+(b_{22}-b_{23})\varepsilon ctg(\theta_0+\\ +\varepsilon\eta)\partial-(b_{22}-b_{23})\varepsilon^2 ctg^2(\theta_0+\varepsilon\eta)\end{gathered}\end{matrix}\right\|,$$

$$L_1 = \left\| \begin{matrix} 2\varepsilon b_{11} & \begin{matrix} \partial(b_{44}) + b_{12}\partial + \varepsilon(b_{44} + \\ + b_{12}) ctg(\theta_0 + \varepsilon\eta) \end{matrix} \\ \partial(b_{12}) + b_{44}\partial & 2\varepsilon b_{44} \end{matrix} \right\|, \quad L_2 = \left\| \begin{matrix} b_{11} & 0 \\ 0 & b_{44} \end{matrix} \right\|,$$

$$\partial = \frac{\partial}{\partial\eta}, \ \partial_1 = \rho\frac{\partial}{\partial\rho}, \ \partial_1^2 = \rho^2\frac{\partial^2}{\partial\rho^2}, \ \Delta_0 = \partial_1^2 + 2\partial_1 - 2;$$

$b_{11} = b_{11}(\eta), \ b_{12} = b_{12}(\eta), \ b_{22} = b_{22}(\eta), b_{23} = b_{23}(\eta), \ b_{44} = b_{44}(\eta) -$ elastilik modulları η dəyişənindən asılı müsbət, kəsilməz və eyni tərtibə malik ixtiyari funksiyalardır; $\eta = (\theta - \theta_0)/\varepsilon, \quad \rho = r/r_0$ -yeni ölçüsüz dəyişənlərdir; $\varepsilon = (\theta_2 - \theta_1)/2 -$ konik örtüyün qalınlığını xarakterizə edən kiçik parametrdir; $\theta_0 = (\theta_1 + \theta_2)/2 -$ orta səthin açılış bucağıdır; $r_0 = \sqrt{r_1 r_2}, \ \eta \in [-1;1], \ \theta_0 \in (0;\pi/2)$.

Fərz edilir ki, konik örtüyün yan səthində aşağıdakı sərhəd şərtləri verilir:

$$\left.\bar{\sigma}\right|_{\eta=\pm1} = \left.M\bar{u}\right|_{\eta=\pm1} = \bar{\tau}^{\pm}(\rho), \tag{3}$$

$$\sigma_{\theta\varphi} = \left.\frac{G(\eta)}{\varepsilon\rho}\left(\frac{\partial u_\varphi}{\partial\eta} - \varepsilon u_\varphi \ ctg(\theta_0 + \varepsilon\eta)\right)\right|_{\eta=\pm1} = q^{\pm}(\rho), \tag{4}$$

burada

$$\bar{\sigma} = \left(\sigma_{\rho\theta}, \sigma_{\theta\theta}\right)^T, \quad \bar{\tau}^{\pm}(\rho) = \left(h^{\pm}(\rho), f^{\pm}(\rho)\right)^T, M = \frac{1}{\varepsilon\rho}\left(M_0 + \varepsilon\partial_1 M_1\right),$$

$$M_0 = \left\| \begin{matrix} b_{44}\partial & -\varepsilon b_{44} \\ (b_{22} + b_{23})\varepsilon & b_{22}\partial + \varepsilon b_{23} ctg(\theta_0 + \varepsilon\eta) \end{matrix} \right\|, \ M_1 = \left\| \begin{matrix} 0 & b_{44} \\ b_{12} & 0 \end{matrix} \right\|,$$

$h^{\pm}(\rho)$, $f^{\pm}(\rho)$, $q^{\pm}(\rho) -$ hamar funksiyalardır və ε -na nəzərən $O(1)$ tərtibinə malikdirlər.

Fərz edilir ki, konik örtüyün oturacaqlarında onu tarazlıqda saxlayan ixtiyari sərhəd şərtləri verilib.

(2), (4) məsələsi qeyri-bircins konik örtüyün burulma məsələsini xarakterizə edir.

1.2-də ε-nun kifayət qədər kiçik olduğunu fərz etməklə elastikiyyət nəzəriyyəsi tənliklərinin asimptotik inteqrallanması üsulu ilə (1) tənliyinin (3) sərhəd şərtini ödəyən həlli, yəni qeyri-bircins həll qurulur. Qeyri-bircins həll aşağıdakı şəkildə axtarılır:

$$\begin{aligned} u_\rho &= \varepsilon^{-1}(u_{\rho 0} + \varepsilon u_{\rho 1} + \ldots), \\ u_\theta &= \varepsilon^{-1}(u_{\theta 0} + \varepsilon u_{\theta 1} + \ldots). \end{aligned} \tag{5}$$

(5)-i (1), (3)-də yazıb alınan sərhəd məsələlərini ardıcıl inteqrallamaqla, (5) ayrılışının əmsalları aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$u_{\rho 0} = C_1(\rho), \quad u_{\theta 0} = C_2(\rho), \tag{6}$$

$$u_{\rho 1} = (\eta + 1)(C_2(\rho) - C_2'(\rho)) + C_3(\rho),$$

$$u_{\theta 1} = -\int_{-1}^{\eta} \frac{b_{23}}{b_{22}} dx \cdot C_2(\rho) ctg\theta_0 - \int_{-1}^{\eta} \frac{b_{12}}{b_{22}} dx \cdot \rho C_1'(\rho) -$$

$$-\int_{-1}^{\eta} \frac{(b_{22} + b_{23})}{b_{22}} dx \cdot C_1(\rho) + C_4(\rho),$$

burada

$$\begin{cases} (p_0 - b_{11}^{(0)}) \cdot \left[\rho C_1''(\rho) + 2C_1'(\rho)\right] + (m_0 + t_0) \cdot \dfrac{C_1(\rho)}{\rho} + \\ + \left[C_2'(\rho) t_0 + (m_0 + t_0) \cdot \dfrac{C_2(\rho)}{\rho}\right] ctg\theta_0 = h(\rho), \\ C_2(\rho) m_0 ctg\theta_0 - t_0 \rho C_1'(\rho) + m_0 C_1(\rho) = \rho f(\rho) tg\theta_0, \end{cases} \tag{7}$$

$$p_k = \int_{-1}^{1} \frac{b_{12}^2}{b_{22}} \eta^k d\eta; \quad m_k = \int_{-1}^{1} \frac{(b_{22}^2 - b_{23}^2)}{b_{22}} \eta^k d\eta;$$

$$t_k = \int_{-1}^{1} \frac{b_{12}(b_{23} - b_{22})}{b_{22}} \eta^k d\eta, \; b_{ij}^{(k)} = \int_{-1}^{1} b_{ij} \eta^k d\eta,$$

$$f(\rho) = f^+(\rho) - f^-(\rho), \quad h(\rho) = h^+(\rho) - h^-(\rho).$$

1.3-də bircins həllər qurulur. Tarazlıq tənliklərinin yan səthin yükdən azad olduğu $(\overline{\tau}^{\pm}(\rho) = \overline{0})$ şərtini ödəyən bütün həllərinə bircins həllər deyilir.

(1)-in

$$\left.\bar{\sigma}\right|_{\eta=\pm1} = M\left.\bar{u}\right|_{\eta=\pm1} = \bar{0}, \tag{8}$$

bircins sərhəd şərtini ödəyən həlli

$$u_\rho(\rho,\eta) = \rho^{z-\frac{1}{2}} v(\eta), \quad u_\theta(\rho,\eta) = \rho^{z-\frac{1}{2}} w(\eta). \tag{9}$$

şəklində axtarılır.

(9)-u (1), (8)-də yazdıqda alırıq:

$$\begin{cases} \left(L_0 + \varepsilon\left(z-\frac{1}{2}\right)(L_1 - \varepsilon L_2) + \varepsilon^2\left(z-\frac{1}{2}\right)^2 L_2\right)\bar{u} = \bar{0}, & (10) \\ \left.\left(M_0 + \varepsilon\left(z-\frac{1}{2}\right)M_1\right)\bar{u}\right|_{\eta=\pm1} = \bar{0}, & (11) \end{cases}$$

burada $\bar{u}(\eta) = (v(\eta), w(\eta))^T$ -dır.

Üç iterasiya prosesindən ibarət olan asimptotik inteqrallama üsulunu tətbiq etməklə $\varepsilon \to 0$ olduqda (10), (11)-in aşağıdakı üç qrup həlli alınır:

1) $z_0 = -\frac{1}{2}$.

$$\begin{aligned} u_\rho^{(1)} = \frac{A}{\rho}\{&m_0 ctg\theta_0 + \varepsilon[-2\eta(m_0+t_0) + m_1 + 2t_1 + \\ &+ctg^2\theta_0(m_0(d_2 - d_1 + +d_3 - t_1 - m_1) + \\ &t_0(d_3 - d_0))(m_0+t_0)^{-1}] + O(\varepsilon^2)\}, \end{aligned} \tag{12}$$

$$u_\theta^{(1)} = \frac{A}{\rho}\left\{-(m_0+t_0) + \varepsilon ctg\theta_0 \cdot \left[(m_0+t_0)\int_{-1}^{\eta}\frac{b_{23}}{b_{22}}dx + \right.\right.$$

$$\left.\left. + m_0(\eta+1) + +m_0\int_{-1}^{\eta}\frac{(b_{12}-b_{23})}{b_{22}}dx\right] + O(\varepsilon^2)\right\},$$

burada

$$d_0 = \int_{-1}^{1}\frac{(b_{22}+b_{23})}{b_{22}}\left(\int_{-1}^{\eta}\frac{(b_{23}^2 - b_{22}^2)}{b_{22}}dx\right)d\eta,$$

$$d_1=\int_{-1}^{1}\frac{(b_{22}+b_{23})}{b_{22}}\left(\int_{-1}^{\eta}\frac{b_{12}(b_{23}-b_{22})}{b_{22}}dx\right)d\eta,$$

$$d_2=\int_{-1}^{1}\frac{(b_{23}^2-b_{22}^2)}{b_{22}}\left(\int_{-1}^{\eta}\frac{b_{12}-b_{23}-b_{22}}{b_{22}}dx\right)d\eta,$$

$$d_3=\int_{-1}^{1}\frac{(b_{23}^2-b_{22}^2)}{b_{22}}\left(\int_{-1}^{\eta}\frac{b_{23}}{b_{22}}dx\right)d\eta.$$

2) $z_j=\varepsilon^{-\frac{1}{2}}(\alpha_{0j}+\varepsilon\alpha_{1j}+....)$.

$$u_\rho^{(2)}=\left(\frac{\varepsilon}{\rho}\right)^{\frac{1}{2}}\sum_{j=1}^{4}B_jU_{\rho j}^{(2)},\quad u_\theta^{(2)}=\rho^{-\frac{1}{2}}\sum_{j=1}^{4}B_jU_{\theta j}^{(2)}. \tag{13}$$

$$U_{\rho j}^{(2)}=\Big\{-(\eta+1)\alpha_{0j}^2(b_{11}^{(0)}-p_0)q_j+q_j^2+$$
$$+\varepsilon^{\frac{1}{2}}\Big[(\eta+1)(\alpha_{0j}(b_{11}^{(0)}-p_0)\times(m_0+2t_0)ctg\theta_0-$$
$$-\alpha_{ij}\alpha_{0j}^2(b_{11}^{(0)}-p_0)q_j\ln\rho)+$$
$$+\alpha_{1j}q_j^2\ln\rho\Big]+O(\varepsilon)\Big\}\exp\left(\frac{\alpha_{0j}}{\sqrt{\varepsilon}}\ln\rho\right),$$

$$U_{\theta j}^{(2)}=\left\{\alpha_{0j}(b_{11}^{(0)}-p_0)q_j+\varepsilon^{\frac{1}{2}}\left[-\frac{3}{2}\alpha_{0j}^2(p_1+p_0-b_{11}^{(1)}-b_{11}^{(0)})\times\right.\right.$$
$$\left.\left.\times\left(m_0+\frac{1}{2}t_0\right)ctg\theta_0+\alpha_{0j}\alpha_{1j}q_j\ln\rho\right](b_{11}^{(0)}-p_0)+O(\varepsilon)\right\}\exp\left(\frac{\alpha_{0j}}{\sqrt{\varepsilon}}\ln\rho\right),$$

$$q_j=\alpha_{0j}^2(b_{11}^{(1)}+b_{11}^{(0)}-p_1-p_0)+t_0ctg\theta_0.$$

α_{0j} -aşağıdakı bikvadrat tənliyin kökləridir:

$$\left(p_0p_2-p_0b_{11}^{(2)}-p_2b_{11}^{(0)}+b_{11}^{(0)}b_{11}^{(2)}-\left(b_{11}^{(1)}-p_1\right)^2\right)\alpha_{0j}^4+2ctg\theta_0(t_1b_{11}^{(0)}-$$
$$-t_1p_0-t_0b_{11}^{(1)}+t_0p_1)\alpha_{0j}^2+(m_0(b_{11}^{(0)}-p_0)-t_0^2)ctg^2\theta_0=0.$$

3) $z_k = \varepsilon^{-1}(\beta_{0k} + \varepsilon\beta_{1k} + ...)$.

$$u_\rho^{(3)}(\rho,\eta) = \varepsilon\rho^{-\frac{1}{2}} \sum_{k=1}^{\infty} D_k \left[\beta_{0k}^{-2} g_0 f_k''(\eta) - g_1 f_k(\eta) + O(\varepsilon)\right] \times$$

$$\times \exp\left(\left(\frac{\beta_{0k}}{\varepsilon} + \beta_{1k}\right)\ln\rho\right),$$

$$u_\theta^{(3)}(\rho,\eta) = \varepsilon\rho^{-\frac{1}{2}} \sum_{k=1}^{\infty} D_k \left[-\beta_{0k}^{-3}(g_0 f_k''(\eta))' + \beta_{0k}^{-1} g_2 f_k'(\eta) + \right.$$

$$\left. + \beta_{0k}^{-3}(g_1 f_k(\eta))' + O(\varepsilon)\right] \exp\left(\left(\frac{\beta_{0k}}{\varepsilon} + \beta_{1k}\right)\ln\rho\right). \qquad (14)$$

Burada β_{0k}, $f_k(\eta)$ -lar

$$\begin{cases} (g_0 f_k''(\eta))'' - \beta_{0k}^2 \left[(g_1 f_k(\eta))'' + g_1 f_k''(\eta) + \left(g_2 f_k'(\eta)\right)'\right] + \\ + \beta_{0k}^4 g_3 f_k(\eta) = 0, \\ f_k'(\eta)\Big|_{\eta=\pm 1} = 0, \\ \beta_{0k} f_k(\eta)\Big|_{\eta=\pm 1} = 0, \end{cases} \qquad (15)$$

$$g_0 = \frac{b_{22}}{b_{12}^2 - b_{11}b_{22}}; \; g_1 = \frac{b_{12}}{b_{12}^2 - b_{11}b_{22}}; \quad g_2 = b_{44}^{-1}; \quad g_3 = \frac{b_{11}}{b_{12}^2 - b_{11}b_{22}}$$

ümümiləşmiş P.F. Papkoviç spektral məsələsinin məxsusi ədəd və məxsusi funksiyalarıdır.

İzotrop haldan fərqli olaraq (15)-də β_{0k} məxsusi ədədi sırf xəyali qiymətlər ala bilər.

(1), (8) sərhəd məsələsinin ümumi həlli (12), (13), (14) həllərinin cəmindən ibarət olacaqdır:

$$u_\rho(\rho,\eta) = u_\rho^{(1)} + u_\rho^{(2)} + u_\rho^{(3)}, \;\; u_\theta(\rho,\eta) = u_\theta^{(1)} + u_\theta^{(2)} + u_\theta^{(3)}.$$

(12) həlli konik örtüyün daxili gərginlik-deformasiya vəziyyətini təyin edir. Bu həllin ε-na nəzərən ayrılışının birinci həddi momentsiz gərginlik vəziyyətini müəyyən edir. (12) həllinə uyğun gərginlik vəziyyəti

konik örtüyün ixtiyari $\rho = const$ kəsiyinə tətbiq edilən qüvvələrin baş vektoru ilə ekvivalentdir:

$$P = 2\pi\varepsilon\omega_0 A, \tag{16}$$

burada $\omega_0 = \left[m_0(p_0 - b_{11}^{(0)}) + t_0^2\right]\cos^2\theta_0 + O(\varepsilon)$.

İkinci və üçüncü iterasiya prosesinə uyğun gərginlik vəziyyəti konik örtüyün ixtiyari $\rho = const$ kəsiyində öz-özünə tarazlaşandır.

(13) həllinə uyğun gərginlik vəziyyəti örtüklərin tətbiqi nəzəriyyəsindəki sərhəd effektinə uyğundur. İkinci iterasiya prosesinə uyğun (13) həlli əyici moment və kəsici qüvvənin baş hissəsini müəyyən edir.

(12) və (13)-ün ε-na nəzərən ayrılışının birinci hədlərinə örtüklərin tətbiqi nəzəriyyəsindən alınan həll kimi baxmaq olar.

(14) həllinə uyğun gərginlik vəziyyəti sərhəd layı xarakterinə malikdir. (14)-ün birinci həddi qeyri-bircins transversal-izotrop lövhələrin Sen-Venan sərhəd effektinə ekvivalentdir. Sırf xəyali β_{0k} -lar üçün sərhəd layı xarakterli həllər zəif sönür. Bu halda transversal-izotrop qeyri-bircins və izotrop qeyri-bircins örtüklərin gərginlik-deformasiya vəziyyətləri keyfiyyət baxımından fərqlənirlər. β_{0k}-lar həqiqi və ya kompleks ədəd olduqda isə qeyri-bircins transversal-izotrop və qeyri-bircins izotrop örtüklərin gərginlik vəziyyətləri keyfiyyət baxımından eynidir və onlar sərhəd layı xarakterli həllərin sönmə sürətləri ilə fərqlənirlər.

1.4 –də konik örtüyün oturacaqlarında sərhəd şərtlərinin ödənilməsi məsələsinə baxılır. Fərz edilir ki, konik örtüyün oturacaqlarında

$$\begin{cases} \sigma_{\rho\rho}\big|_{\rho=\rho_j} = f_{1j}(\eta), \\ \sigma_{\rho\theta}\big|_{\rho=\rho_j} = f_{2j}(\eta), \end{cases} \tag{17}$$

sərhəd şərtləri verilir.

Qeyd edək ki, $f_{1j}(\eta), f_{2j}(\eta)$ $(j = 1,2)$ -tarazlıq şərtini ödəyən hamar funksiyalardır.

(12)-yə daxil olan A sabitinin P baş vektoru ilə əlaqəsi (16) ilə təyin edilir.

(13), (14)-ə daxil olan B_j D_n sabitlərinin təyini üçün Laqranjın variasiya prinsipindən istifadə etməklə aşağıdakı kimi sonlu və sonsuz xətti cəbri tənliklər sistemi alınır:

$$\sum_{j=1}^{4} m_{jk} B_{j0} = h_k^{'}; \quad (k=\overline{1,4}), \tag{18}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} g_{kn} D_{n0} = h_k^{''}; \quad (k=1,2,....) \tag{19}$$

burada

$$B_j = B_{j0} + \varepsilon^{\frac{1}{2}} B_{j1} + ... , \qquad D_n = D_{n0} + \varepsilon D_{n1} + ...,$$

$$m_{jk} = \Big[\alpha_{0j}\alpha_{0k}^2 (b_{11}^{(0)} - p_0)(p_0 + p_1 - b_{11}^{(0)} - b_{11}^{(1)}) q_k q_j^2 +$$

$$+ \alpha_{0k}\alpha_{0j}^2 (b_{11}^{(0)} - p_0)^2 \tau_{2j} q_k q_j + \alpha_{0k}\alpha_{0j}^2 (b_{11}^{(0)} - p_0) \times$$

$$\times (p_0 - p_1 - b_{11}^{(0)} + b_{11}^{(1)}) q_k q_j^2 - \alpha_{0j}\alpha_{0k}^2 (b_{11}^{(0)} - p_0)^2 \tau_{1j} q_k q_j \Big] \times$$

$$\times \sum_{s=1}^{2} \exp\left(\frac{(\alpha_{0k} + \alpha_{0j})}{\sqrt{\varepsilon}} \ln \rho_s \right);$$

$$h_k^{'} = \sum_{s=1}^{2} \rho_s^{3/2} \int_{-1}^{1} \Big\{ \gamma_{1s}^{(0)}(\eta) \Big[\alpha_{0k}^2 q_k (p_0 - b_{11}^{(0)})(\eta + 1) + q_k^2 \Big] +$$

$$+ \alpha_{0k} q_k (b_{11}^{(0)} - p_0) f_{2s}^{(1)}(\eta) \Big\} d\eta \exp\left(\frac{\alpha_{0k}}{\sqrt{\varepsilon}} \ln \rho_s \right);$$

$$\tau_{1j} = \alpha_{0j}^2 (p_2 + 2p_1 + p_0 - b_{11}^{(2)} - 2b_{11}^{(1)} - b_{11}^{(0)}) - (t_0 + t_1) ctg\theta_0;$$

$$\tau_{2j} = \alpha_{0j}^2 (b_{11}^{(0)} - b_{11}^{(2)} - p_0 + p_2) + (t_0 - t_1) ctg\theta_0;$$

$$\gamma_{1s}^{(0)} = f_{1s}(\eta) - \frac{A}{\rho_s^2} \left[\frac{m_0}{g_0} + t_0 \frac{b_{12}(b_{23} - b_{22})}{b_{22}} \right] ctg\theta_0;$$

$$g_{kn} = \int_{-1}^{1} \Big\{ -\beta_{0n}^{-1} f_n^{''}(\eta) \Big[\beta_{0k}^{-2} g_0 f_k^{''}(\eta) - g_1 f_k(\eta) \Big] +$$

$$+ f_n^{'}(\eta) \Big[\beta_{0k}^{-1} (g_1 f_k(\eta))' + \beta_{0k}^{-1} g_2 f_k^{'}(\eta) - \beta_{0k}^{-3} (g_0 f_k^{''}(\eta))' \Big] \Big\} d\eta \times$$

$$\times \sum_{s=1}^{2} \exp\left(\left(\beta_{1n} + \beta_{1k} + \frac{(\beta_{0n} + \beta_{0k})}{\varepsilon} \right) \ln \rho_s \right);$$

$$h_k'' = \sum_{s=1}^{2} \rho_s^{3/2} \exp\left(\left(\frac{\beta_{0k}}{\varepsilon} + \beta_{1k}\right)\ln \rho_s\right) \int_{-1}^{1} \left\{ \gamma_{1s}^{(0)}(\eta)\left[\beta_{0k}^{-2} g_0 f_k''(\eta) - g_1 f_k(\eta)\right] + \right.$$

$$\left. + f_{2s}(\eta)\left[-\beta_{0k}^{-3}(g_0 f_k''(\eta))' + \beta_{0k}^{-1} g_2 f_k'(\eta) + \beta_{0k}^{-1}(g_1 f_k(\eta))'\right]\right\} d\eta.$$

B_{jp}, D_{np} $(p = 1,2...)$ sabitləri uyğun olaraq matrisləri (18),(19) sistemlərinin matrisləri ilə eyni olan sistemlərdən təyin edilir.

1.5-də yan səthində

$$u_\rho\big|_{\eta=\pm1} = h_1^{\pm}(\rho), \quad u_\theta\big|_{\eta=\pm1} = h_2^{\pm}(\rho), \tag{20}$$

sərhəd şərti verilən qeyri-bircins transversal-izotrop konik örtük üçün elastikiyyət nəzəriyyəsi məsələsi tədqiq edilir (burada $h_1^{\pm}(\rho), h_2^{\pm}(\rho)$ - ε -na nəzərən $O(1)$ tərtibinə malik hamar funksiyalardır).

(1), (20)- məsələsinin xüsusi həlli (qeyri-bircins həll) qurulur. Göstərilir ki, yan səthi bağlanmış qeyri-bincins transversal-izotrop konik örtüyün gərginlik –deformasiya vəziyyəti sərhəd layı xarakterinə malikdir .

1.6-da yan səthində

$$\sigma_{\rho\theta}\big|_{\eta=\pm1} = h_3^{\pm}(\rho); u_\theta\big|_{\eta=\pm1} = h_4^{\pm}(\rho) \ ,$$

qarışıq sərhəd şərti verilmiş qeyri-bircins transversal-izotrop konik örtük üçün elastikiyyət nəzəriyyəsi məsələsi öyrənilir. Qeyri-bircins və bircins həll qurulur, gərginlik-deformasiya vəziyyətinin xarakteri müəyyən edilir.

İkinci fəsildə yan səthində müxtəlif sərhəd şərtləri verilmiş qeyri-bircins transversal-izotrop konik örtüyün burulma məsələsi öyrənilir.

2.1-də (2),(4) məsləsinə baxılır. (2)-nin (4) sərhəd şərtlərini ödəyən xüsusi həlli, yəni qeyri-bircins həll

$$u_\varphi(\rho,\eta) = \varepsilon^{-1}(u_{\varphi0} + \varepsilon u_{\varphi1} + \varepsilon^2 u_{\varphi2} + ...) \tag{21}$$

şəklində axtarılır.

(21)-i (2),(4)-də yazıb, son nəticədə alırıq:

$$u_{\varphi0} = A_{10}(\rho),$$

$$u_{\varphi1} = (\eta+1)A_{10}(\rho)ctg\theta_0 + A_{20}(\rho),$$

burada

$$\Delta_0 A_{10}(\rho) = -\frac{\rho q(\rho)}{G_1^{(0)}},$$

$$\Delta_0 A_{20}(\rho) = -\frac{\rho}{G_1^{(0)}}\left[\left(\frac{3G_1^{(1)}}{G_1^{(0)}} - 1\right)q(\rho) - 4q^-(\rho)\right]ctg\theta_0,$$

$$G_1^{(k)} = \int_{-1}^{1} G_1(\rho)\eta^k d\eta; q(\rho) = q^+(\rho) - q^-(\rho).$$

Daha sonra bircins həll qurulur (2)-nin

$$\sigma_{\theta\varphi} = \frac{G(\eta)}{\varepsilon\rho}\left(\frac{\partial u_\varphi}{\partial\eta} - \varepsilon u_\varphi\ ctg(\theta_0 + \varepsilon\eta)\right)\Bigg|_{\eta=\pm 1} = 0, \tag{22}$$

bircins sərhəd şərtlərini ödəyən həlli

$$u_\varphi(\rho,\eta) = \rho^{z-\frac{1}{2}}c(\eta)$$

şəklində axtarılır.
Nəticədə

$$Bc = z^2 c, \tag{23}$$

$$Bc = \Big\{-\frac{1}{\varepsilon^2 G_1(\eta)}\big[(G(\eta)(c'(\eta) - \varepsilon c(\eta)ctg(\theta_0 + \varepsilon\eta)))' + 2\varepsilon G(\eta)(c'(\eta) -$$

$$-\varepsilon c(\eta)ctg(\theta_0 + \varepsilon\eta))ctg(\theta_0 + \varepsilon\eta)\big] + \frac{9}{4}c(\eta);$$

$$G(\eta)(c'(\eta) - \varepsilon c(\eta)ctg(\theta_0 + \varepsilon\eta))\big|_{\eta=\pm 1} = 0\Big\}$$

spektral məsələsi alınır.

İsbat edilir ki, B operatoru $L_2(-1;1)$ Hilbert fəzasında $G_1(\eta)\sin(\theta_0 + \varepsilon\eta)$ çəkisi ilə simmetrik operatordur.

(23)-ə asimptotik inteqrallama üsulunu tətbiq etməklə aşağıdakı iki qrup həll alınır:

1) $z_0 = -\frac{3}{2}.$

$$u_\varphi^{(1)}(\rho,\eta) = D\rho^{-2}\sin(\theta_0 + \varepsilon\eta). \tag{24}$$

2) $z_k = \varepsilon^{-1}(\delta_{0k} + \varepsilon\delta_{1k} + \ldots).$

$$u_{\varphi}^{(3)}(\rho,\eta)=\sum_{n=1}^{\infty}E_n\Big\langle c_{30n}+\varepsilon\Big\{ctg\theta_0\int_{-1}^{\eta}c_{30n}(x)dx-$$

$$-\frac{\cos\theta_0}{2}\Bigg[\int_{-1}^{1}\eta G_1(\eta)c_{30n}^2(\eta)d\eta+$$

$$+2\int_{-1}^{1}\left(G_1(\eta)c_{30n}(\eta)\int_{-1}^{\eta}c_{30n}dx\right)d\eta\Bigg]c_{30n}(\eta)+$$

$$+\sum_{\substack{m=0\\ m\neq n}}^{\infty}\frac{\cos\theta_0}{\delta_{0m}^2-\delta_{0n}^2}\Bigg[2\int_{-1}^{1}G(\eta)c'_{30n}(\eta)c_{30m}(\eta)d\eta+ \qquad (25)$$

$$\delta_{0n}^2\int_{-1}^{1}G_1(\eta)c_{30m}(\eta)\left(\int_{-1}^{\eta}c_{30n}dx\right)d\eta\Bigg]c_{30m}(\eta)\Big\}+O(\varepsilon^2)\Big\rangle$$

$$\times\exp\left(\left(\frac{\delta_{0n}}{\varepsilon}+\delta_{1n}\right)\ln_{\rho}\right),$$

burada $\delta_{0n}, c_{30n}(\eta)$ - hündürlük boyu qeyri-bircins transversal-izotrop lövhənin burulmasını təsvir edən

$$\begin{cases}-\dfrac{1}{G_1(\eta)}(G(\eta)c'_{30n}(\eta))'=\delta_{0n}^2c_{30n}(\eta),\\ G(\eta)c'_{30n}(\eta)\big|_{\eta=\pm1}=0,\end{cases}$$

spektral məsələsinin məxsusi ədəd və məxsusi funksiyalarıdır.

(2), (22) –nin ümumi həlli (24),(25) həllərinin cəmindən ibarətdir:

$$u_{\varphi}(\rho,\eta)=u_{\varphi}^{(1)}+u_{\varphi}^{(3)}.$$

(24) həlli konik örtüyün daxili gərginlik-deformasiya vəziyyətini müəyyən edir. (24) həllinə uyğun gərginlik vəziyyəti ixtiyari $\rho=const$ kəsiyinə təsir edən qüvvələrin M_{bur} - burucu momenti ilə mütənasibdir:

$$M_{bur.}=-6\pi\varepsilon D\int_{-1}^{1}G_1(\eta)\sin^3(\theta_0+\varepsilon\eta)d\eta.$$

(25) həllinə uyğun gərginlik vəziyyəti ixtiyari $\rho=const$ kəsiyində öz-özünə tarazlaşandır və sərhəd layı xarakterinə malikdir. (25) asimptotik ayrılışının birinci həddi qeyri-bircins transversal –izotrop lövhə üçün Sen-

Venan sərhəd effektinə ekvivalentdir.

Daha sonra konik örtüyün sferik hissəsində verilmiş sərhəd şərtinin ödənilməsi məsələsinə baxılır.

2.2-də yan səthində ikinci sərhəd şərti verilmiş qeyri-bircins transversal-izotrop konik örtüyün burulma məsələsi tədqiq edilir. Qeyri–bircins və bircins həllər qurulur, gərginlik-deformasiya vəziyyətinin xarakteri müəyyən edilir.

2.3-də yan səthində qarışıq sərhəd şərti verilmiş qeyri-bircins transversal-izotrop konik örtüyün burulma məsələsi öyrənilir.

Üçüncü fəsildə dəyişən qalınlıqlı qeyri-bircins transversal-izotrop lövhə üçün elastikiyyət nəzəriyyəsinin oxa nəzərən simmetrik məsləsinə baxılır. Yəni konik örtüyün orta səthinin müstəviyə çevrildiyi xüsusi hal ($\theta_0 = \frac{\pi}{2}$) nəzərdən keçirilir.

3.1-də qeyri-bircins həll qurulur.

3.2-də dəyişən qalınlıqlı qeyri-bircins transversal-izotrop lövhə üçün bircins həll qurulur. $\theta_0 = \frac{\pi}{2}$ olduqda (10), (11)-in asimptotik təhlili nəticəsində aşağıdakı iki qrup həll alınır:

1) a) $z_0 = -\frac{1}{2}$.

$$\begin{cases} u_\rho^{(1)}(\rho,\eta) = \varepsilon\rho^{-1}\widetilde{D}\left[-2(m_0+t_0)\eta + 2t_1 + m_1 + O(\varepsilon)\right], \\ u_\theta^{(1)}(\rho,\eta) = \widetilde{D}\rho^{-1}\left[-(m_0+t_0) + O(\varepsilon)\right]. \end{cases} \tag{26}$$

b) $z_k = z_{0k} + \varepsilon^2 z_{2k} + \ldots.$

$$\begin{cases} u_\rho^{(2)}(\rho,\eta) = \rho^{-\frac{1}{2}} \sum_{k=1}^{4} C_{2k} u_{\rho k}^{(2)}(\rho,\eta), \\ u_\theta^{(2)}(\rho,\eta) = \rho^{-\frac{1}{2}} \varepsilon^{-1} \sum_{k=1}^{4} C_{2k} u_{\theta k}^{(2)}(\rho,\eta), \end{cases} \tag{27}$$

burada

$$u_{\rho k}^{(2)}(\rho,\eta) = \left\{\left(\frac{3}{2} - z_{0k}\right)\left[\left(z_{0k}^2 - \frac{1}{4}\right)(p_0 - b_{11}^{(0)}) + t_0 + m_0\right](\eta+1) + \right.$$

$$+\left(z_{0k}-\frac{3}{2}\right)(m_0+m_1+t_1+t_0)-\left(z_{0k}-\frac{3}{2}\right)\left(z_{0k}^2-\frac{1}{4}\right)\times$$

$$\times(b_{11}^{(1)}-p_1+b_{11}^{(0)}-p_0)+\left(z_{0k}-\frac{1}{2}\right)t_1+m_1+O(\varepsilon)\Bigg\}\exp(z_{0k}\ln\rho);$$

$$u_{\theta k}^{(2)}(\rho,\eta)=\left[\left(z_{0k}^2-\frac{1}{4}\right)(p_0-b_{11}^{(0)})+t_0+m_0+O(\varepsilon)\right]\exp(z_{0k}\ln\rho),$$

z_{0k} -lar aşağıdakı bikvadrat tənliyin kökləridir:

$$l_0z_{0k}^4+l_1z_{0k}^2+l_2=0,$$

$$l_0=\left(b_{11}^{(1)}-p_1+b_{11}^{(0)}-p_0\right)\left(p_0-p_1-b_{11}^{(0)}+b_{11}^{(1)}\right)+$$

$$+\left(b_{11}^{(0)}-p_0\right)\left(p_2-p_0-b_{11}^{(2)}+b_{11}^{(0)}\right);$$

$$l_1=\left(b_{11}^{(0)}-p_0\right)\left(3t_2+m_2-m_0-t_0\right)+(b_{11}^{(1)}+b_{11}^{(0)}-p_0-p_1)\times$$

$$\times(t_0+m_0-m_1-2t_1)-(b_{11}^{(1)}-b_{11}^{(0)}-p_1+p_0)\left(2t_1+m_0+t_0+m_1\right)-$$

$$-(t_0+m_0)(p_2-b_{11}^{(2)}+b_{11}^{(0)}-p_0)-\frac{5}{2}(b_{11}^{(0)}-p_0)(p_2-b_{11}^{(2)}+$$

$$+b_{11}^{(0)}-p_0)-\frac{5}{2}(p_0-p_1-b_{11}^{(0)}+b_{11}^{(1)})(b_{11}^{(1)}+b_{11}^{(0)}-p_0-p_1);$$

$$l_2=\left(p_0-p_1-b_{11}^{(0)}+b_{11}^{(1)}\right)\left(\frac{3}{2}t_1+\frac{9}{4}m_0+\frac{9}{4}t_0+\frac{3}{4}m_1\right)+$$

$$+(b_{11}^{(0)}+b_{11}^{(1)}-p_0-p_1)\left(\frac{3}{4}m_1+\frac{3}{2}t_1-\frac{9}{4}t_0-\frac{9}{4}m_0\right)+$$

$$+(p_2-p_0-b_{11}^{(2)}+b_{11}^{(0)})\left(\frac{9}{16}b_{11}^{(0)}-\frac{9}{16}p_0+\frac{9}{4}m_0+\frac{9}{4}t_0\right)+$$

$$+(b_{11}^{(0)}-p_0)\left(\frac{9}{4}m_0+\frac{9}{4}t_0-\frac{1}{4}m_2-\frac{15}{4}t_1-\frac{3}{4}t_2\right)+$$

$$+\frac{9}{16}(b_{11}^{(1)}+b_{11}^{(0)}-p_0-p_1)\left(p_0-p_1-b_{11}^{(0)}+b_{11}^{(1)}\right)+4t_1^2+$$

$$+4m_1t_1+m_1^2-m_0m_2-3m_0t_2-t_0m_2-3t_0t_2.$$

$$2)\ z_k=\varepsilon^{-1}\left(\beta_{0k}+\varepsilon^2\beta_{2k}+....\right). \qquad (28)$$

$$u_\rho^{(3)}(\rho,\eta)=\varepsilon\rho^{-\frac{1}{2}}\sum_{k=1}^{\infty}D_k\left[\beta_{0k}^{-2}g_0f_k''(\eta)-g_1f_k(\eta)+O(\varepsilon)\right]\exp\left(\frac{\beta_{0k}}{\varepsilon}\ln\rho\right),$$

$$u_\theta^{(3)}(\rho,\eta)=\varepsilon\rho^{-\frac{1}{2}}\sum_{k=1}^{\infty}D_k\left[-\beta_{0k}^{-3}\left(g_0f_k''(\eta)\right)'+\beta_{0k}^{-1}g_2f_k'(\eta)+\right.$$

$$\left.+\beta_{0k}^{-1}\left(g_1f_k(\eta)\right)+O(\varepsilon)\right]\exp\left(\frac{\beta_{0k}}{\varepsilon}\ln\rho\right).$$

3.3-də qurulmuş həllərin xarakteri müəyyən edilir. Birinci iterasiya prosesinə uyğun (26), (27) həlli qeyri-bircins transversal-izotrop lövhənin daxili gərginlik-deformasiya vəziyyətini təyin edir. (26) həllinə uyğun gərginlik vəziyyəti simmetriya oxu boyu yönəlmiş qüvvələrin baş vektoruna ekvivalentdir :

$$P=-2\pi\varepsilon^3\widetilde{D}\widetilde{\omega}_0,$$

burada

$$\widetilde{\omega}_0=(2m_0+2t_0+2t_1+m_1)(p_1-2t_1+t_0+m_0-m_1-b_{11}^{(1)})-$$
$$-(m_0+t_0)(2p_1-2t_1+2p_2-3t_2+2m_0+2t_0-m_1-m_2-2b_{11}^{(1)}-$$
$$-2b_{11}^{(2)})+O(\varepsilon);$$

Digər bircins həllərə uyğun gərginliklərin $\rho=const$ kəsiyində baş vektoru sıfıra bərabərdir.

(27) həlli ilə təyin edilən gərginlik vəziyyəti M_ρ, M_φ əyici momentləri və T_ρ, T_φ qüvvələrinə ekvivalentdir.

Üçüncü iterasiya prosesinə uyğun olan (28) həlli sərhəd layı xarakterinə malikdir. Göstərilir ki, qeyri–bircins transversal-izotrop lövhədə bircins həll yayılan həll və sərhəd layı xarakterli həllərin cəmindən ibarətdir.

Lövhənin yan səthində verilmiş sərhəd şərtinin ödənilməsi məsələsinə baxılır.

3.5-də dəyişən qalınlıqlı qeyri-bircins transversal-izotrop lövhənin burulma məsələsi tədqiq edilir.

Dissertasiyanın əsas nəticələri aşağıdakı işlərdə çap edilmişdir:

1. Ахмедов Н.К., Шахвердиева Г.Н. Анализ пространственной задачи теории упругости для неоднородного трансверсально – изотропного конуса малой толщины // Bakı Dövlət Universiteti , Y.Ə.Əmənzadənin anadan olmasının 100 illik yubileyinə həsr olunmuş "Mexanikanın klassik və müasir problemləri" adlı respublika elmi konfransının materialları (22 may, 2014), Bakı, 2014, s.45-49.
2. Ахмедов Н.К., Мехтиев М.Ф., Шахвердиева Г. Н. Анализ осесимметричной задачи теории упругости для неоднородной трансверсально-изотропной конической оболочки.// Известия Высших учебных заведений, Северо-Кавказский регион, Естественные науки, 2015, №2, с. 5-11
3. Ахмедов Н.К., Шахвердиева Г.Н. Анализ трехмерной задачи теории упругости для неоднородной трансверсально-изотропной плиты переменной толщины. // Мıнıстерство Освıтu ı Науки Украіни. Вісник Національного Технічного Університету («Харківський Політехнічний Інститут»), серія «Механіко-технологічні системи та комплекси», Харків, 2016, №7 (1179), с.8-12
4. Бабаева Г.Н. Задача кручения для неоднородной трансверсально-изотропной конической оболочки //Министерство Образования Азербайджанской Республики, Азербайджанский Технический Университет, «Ученые записки», фундаментальные науки, 2012, XI(43), №3, стр.104-113.
5. Шахвердиева Г.Н. Задача кручения для неоднородной трансверсально- изотропной плиты переменной толщины //Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, Sumqayıt Dövlət Universiteti, "Elmi xəbərlər", təbiət və texniki elmlər bölməsi, 2017, cild 17, №4, s.21-26.
6. Шахвердиева Г.Н. Анализ смешанной краевой задачи теории упругости для неоднородного трансверсально-изотропного конуса малой толщины // Министерство Образования Азербайджанской Республики, Азербайджанский Технический Университет, «Ученые записки», Математика, 2017, №3, стр.71-77.
7. Шахвердиева Г. Н. Анализ задачи кручения для неоднородной трансверсально-изотропной конической оболочки со смешанными граничными условиями на боковой поверхности . / Bakı Dövlət Universiteti, Azərbaycanın Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 95-ci il dönümünə həsr olunmuş " Riyaziyyat və mexanikanın aktual problemləri" adlı Respublika konfransının

materialları (17-18 may) 2018, c.209-212.
8. Akhmedov N.K., Shakhverdieva G.N. Analysis of the second boundary value problem of elasticity theory for a small thickness inhomogeneous transversally-isotropic cone// Transactions of NAS of Azerbaijan, issue mechanics series of physical-technical and mathematical sciences, 37(7), 2017, p.11-17.

GULNAZ NARIMAN kızı SHAHVERDIYEVA

SOME THREE-DIMENSIONAL PROBLEMS OF THEORY OF ELASTICITY FOR A NONHOMOGENEOUS TRANSVERSALLY-ISOTROPIC CONICAL SHELL.

SUMMARY

-Three-dimensional asymptotic theory of a transversally isotropic non- homogeneous conical shell of variable thickness is obtained. By the method of asymptotic integration of equations of theory of elasticity, an axially – symmetric problem of theory of elasticity for a conical shell are studied under different boundary conditions on lateral surface. The homogeneous and non-homogeneous solutions are constructed. The asymptotic formulas allowing to calculate the stress –strain state of a shell, are obtained. The character of the stress-stain state of a transversally – isotropic non-homogeneous conical shell is clarified.

-The asymptotic theory of torsion for a transversally isotropic non-homogeneous conical shell of variable thickness, that includes the methods for constructing homogeneous and non-homogeneous solution, is developed. By the method of asymptotic integration of equation of theory of elasticity, a problem of torsion of a non-homogeneous transversally isotropic conical shell is studied under different boundary conditions on later surface. The factures of the stress-stain state of a conical shell are revealed.

-The there-dimensional asymptotic theory of a transversally isotropic annular plate whose thickness varies along the generator by the linear low, is structured.

Based on the asymptotic analysis, it is shown that in a transversally-isotropic non-homogeneous plate, the homogeneous solutions are composed of two types of solutions; penetrating solutions and boundary layer character solutions.

ГЮЛЬНАЗ НАРИМАН кызы ШАХВЕРДИЕВА

НЕКОТОРЫЕ ТРЕХМЕРНЫЕ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОЙ ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ИЗОТРОПНОЙ КОНИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

АННОТАЦИЯ

Основные результаты и выводы, полученные в диссертации, состоят в следующем:

-Построена трехмерная асимптотическая теория трансверсально- изотропной неоднородной конической оболочки переменной толщины. Методом асимптотического интегрирования уравнений теории упругости изучена осесимметричная задача теории упругости для конической оболочки при различных граничных условиях на боковой поверхности. Построены неоднородные и однородные решения. Получены асимптотические формулы, позволяющие рассчитать трехмерное напряженно- деформированное состояние оболочки. Разъяснен характер напряженно-деформированного состояния трансверсально- изотропной неоднородной конической оболочки.

-Разработана асимптотическая теория кручения для трансверсально- изотропной неоднородной конической оболочки переменной толщины, которая включает в себя методы построения неоднородных и однородных решений. Методом асимптотического интегрирования уравнений теории упругости исследована задача кручения неоднородного трансверсально-изотропной конической оболочки при различных граничных условиях на боковой поверхности. Раскрыты особенности напряженно-деформированного состояния конической оболочки.

-Построена трехмерная асимптотическая теория трансверсально- изотропной неоднородной круглой плиты, толщина которой изменяется вдоль образующей по линейному закону. На основе проведенного асимптотического анализа показано, что в трансверсально- изотропной неоднородной плите однородные решения складываются из двух типов решений: проникающего решения и решения характера пограничного слоя.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
БАКИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

На правах рукописи

ГЮЛЬНАЗ НАРИМАН кызы ШАХВЕРДИЕВА

НЕКОТОРЫЕ ТРЕХМЕРНЫЕ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОЙ ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ИЗОТРОПНОЙ КОНИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

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 – 2018