

(Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан Республикасы)

## **ҚАСИЕТТЕРІ ТЕМПЕРАТУРАҒА ТӘУЕЛДІ ЦИЛИНДРЛІК ДЕНЕЛЕРДІҢ ОСЕСИММЕТРИЯЛЫҚ КЕРНЕУЛІК КҮЙ ЕСЕБІ**

### **Резюме**

Температуралық өрісте орналасқан осесимметриялық құрылғылардағы пайда болатын температуралық кернеулерді анықтау алгоритмі құрылған. Алгоритм көмегімен құрылғы қасиеті физикалық сызықты емес заңдылықпен өзгергенде пайда болған кернеулік-деформациялық күй анықталады. Жылжу модулі әртүрлі температура деңгейінде алынған созу диаграммасынан, ал Пуассон коэффициенті және температуралық ұлғаю коэффициенті эксперимент нәтижесінде алынған графиктерден анықталады. Есеп жазық деформация және жазық кернеулі күй жағдайлары үшін шешілген. Алынған сандық нәтижелер график түрінде беріліп, талдау жүргізілген.

**Кілт сөздер:** өріс, кернеу, температура, цилиндр, Пуассон коэффициенті, ығысу модулі, температуралық ұлғаю коэффициенті, созу диаграммасы, дифференциалдық теңдеу, деформация, алгоритм.

**Ключевые слова:** поля, напряжение, температура, цилиндр, коэффициент Пуассона, модуль сдвига, диаграммы растяжения, дифференциальные уравнения, деформация, алгоритм.

**Keywords:** fields, tension, temperature, cylinder, coefficient Puasson's, shear modulus, stretching chart, differential equations, deformation, algorithm.

Температуралық өріс әсерінде жұмыс жасайтын цилиндр формалы құрылғылардың кернеулік-деформациялық күйін анықтағанда температуралық кернеуді ескеру қажеттігі туындайды [1-9]. Сондықтан температуралық өрісте орналасқан құрылғыларда пайда болатын термосерпімділік кернеулерді есептеуге мүмкіндік беретін әдістер мен алгоритмдер құру қызығушылық туғызады. Құрылғы қасиеттерінің температураға тәуелділігін эксперимент нәтижесінде алынған қисықтар бойынша ескеретін болса, онда есептің аналитикалық шешімін алуда математикалық қиындықтар кездеседі. Бұл жағдайда, құрылғы материалдар қасиеттерінің температураға тәуелділігін, эксперименттік сандық сипаттамаларын пайдалана отырып, есепті шешудің сандық алгоритмдерін жасау қажеттігі пайда болады. Термосерпімді кернеу тензорын анықтаудың

төмендегідей эксперименттік жолдары белгілі. Олар: 1) Дюгамель және Нейман ұқсастығына негізделген әдіс; 2) В. М. Майзель ұсынған әдіс; 3) Н. И. Мусхелишвили ұсынған әдіс; 4) Өртүрлі материалдардан дайындалған, қыз-дырылған және қыздырылмаған денелер арасындағы кернеулерді салыстыру әдісі [4-9]. Құрылғы деформациясы сызықты емес болуы мүмкін. Төменде цилиндр формалы денелердің, физикалық сызықты емес қасиеті ескеріле отырып, кернеулік-деформациялық күйін анықтаудың сандық алгоритмі ұсынылған.

Цилиндрдің ішкі радиусы  $r_1$  және сыртқы радиусы  $r_2$ . Цилиндр осесимметриялық темпера-туралық өрісте орналасқан, яғни  $T = T(r)$ . Пуассон коэффициенті  $\nu$ , температуралық ұлғаю коэффициенті  $\alpha$  температура деңгейіне тәуелді

$$\alpha = \alpha(T). \quad (1)$$

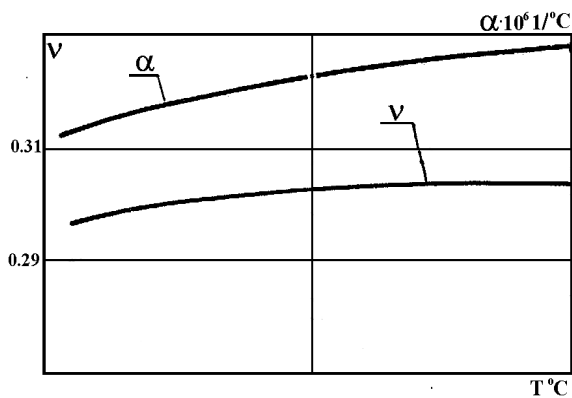
Функциялар (1) эксперимент нәтижесінде анықталады (1-сурет). Жылжу модулі  $\mu$ , әртүрлі тем-пература мәніне байланысты алынған созу диаграммаларынан  $\sigma = f(\varepsilon)$  анықталады (2-сурет) [10].

Тепе-теңдіктің дифференциалдық теңдеуі [1]

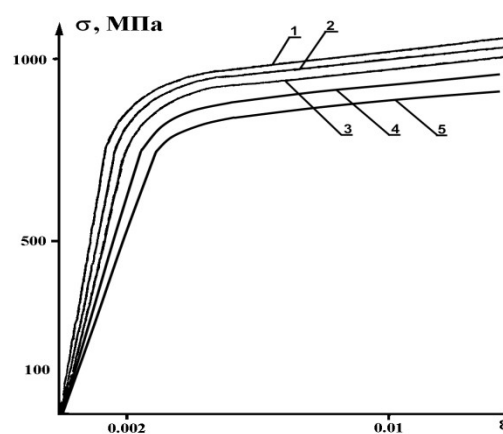
$$(2)$$

Мұнда  $\sigma_r$  – кернеу тензорының радиальдық құраушысы,  $\sigma_\varphi$  – кернеу тензорының дөңгелектік құраушысы.

Деформация тензорының құраушылары және радиальдық орын ауыстыру құраушысы  $u$ , төмендегіше байланысқан:



1-сурет



2-сурет

$$\varepsilon_r = \frac{du}{dr}, \quad \varepsilon_\varphi = \frac{u}{r} \quad (3)$$

Кернеу девиатор құраушылары  $\sigma_r - \sigma_{op}, \sigma_\varphi - \sigma_{op}, \sigma_z - \sigma_{op}$  деформация девиаторы құраушы-лары  $\varepsilon_r - \varepsilon_{op}, \varepsilon_\varphi - \varepsilon_{op}, \varepsilon_z - \varepsilon_{op}$  төмендегіше байланысқан [1]:

$$\sigma_r - \sigma_{op} = 2\mu(\varepsilon_r - \varepsilon_{op}) \quad \sigma_\varphi - \sigma_{op} = 2\mu(\varepsilon_\varphi - \varepsilon_{op}) \quad \sigma_z - \sigma_{op} = 2\mu(\varepsilon_z - \varepsilon_{op}) \quad (4)$$

Мұнда  $\varepsilon_{op} = \frac{\sigma_{op}}{K} + \alpha T$ ,  $K = \frac{E_c}{1-2\nu}$ ,  $E_c$  – қиюшы серпімділік модулі,  $\sigma_{op} = (\sigma_r + \sigma_\varphi + \sigma_z)/3$ .

Келесі өлшемсіз параметрлер енгізілген:

$$\bar{r} = \frac{r}{r_2}, \quad u_1 = \frac{u}{r_2}, \quad u_2 = \frac{1-\nu}{2\mu} \sigma_r, \quad \bar{\sigma}_\varphi = \frac{1-\nu}{2\mu} \sigma_\varphi, \quad \sigma_z = \frac{1-\nu}{2\mu} \sigma_z, \quad (5)$$

Мұнда жылжу модулі  $\mu^*$ , Пуассон коэффициенті  $\nu^*$  мәндері қалыпты температурада анықталған  $\mu, \nu$  мәндеріне сәйкес келеді. Жазуға ыңғайлы болу үшін өлшемсіз шамалар үстіндегі сызықша алып тасталынады.

Теңдеулер (1)–(4)-терді

$$\bar{V} = \{u_1, u_2\} = A\bar{V} + \bar{b}T \quad (6)$$

дифференциалдық теңдеулер жүйесі және

$$\varepsilon_\varphi = \frac{u_1}{r}, \quad \sigma_\varphi = C_1 u_1 + C_2 u_2 + C_3 T. \quad (7)$$

алгебралық қатынастарға келтіруге болады. Мұнда  $A$  матрицасының және  $\bar{b}$  векторының құраушылары және  $C_k$  ( $k = 1, 2, 3$ ) коэффициенттері төмендегі теңдіктермен

$$a_{11} = -\frac{\nu}{(1-\nu)r}, \quad a_{12} = \frac{\mu^*(1-2\nu)}{\mu_1(1-\nu)^*(1-\nu)}, \quad a_{21} = \frac{\mu_1}{(1-\nu)r^2}, \quad a_{22} = -\frac{(1-2\nu)}{(1-\nu)r},$$

$$b_1 = \frac{a(1+\nu)}{(1-\nu)}, \quad b_2 = -\frac{\mu_1(1+\nu)\alpha}{(1-\nu)r},$$

$$c_1 = \frac{\mu_1}{(1-\nu)r}, \quad c_2 = \frac{\nu}{(1-\nu)}, \quad c_3 = -\frac{\alpha(1+\nu)\mu_1}{(1-\nu)}, \quad (8)$$

$$\sigma_z = \nu(u_2 + \sigma_\varphi) - \mu_1(1+\nu)\alpha T, \quad \varepsilon_z = 0$$

жазық деформация жағдайында, ал

$$a_{11} = -\frac{\nu}{r}, \quad a_{12} = -\frac{(1-\nu)}{\mu_1}, \quad a_{21} = \frac{\mu_1(1+\nu)}{r^2}, \quad a_{22} = -\frac{\mu(1-\nu)}{r},$$

$$b_1 = (1+\nu)\alpha, \quad b_2 = \frac{\mu_1(1+\nu)\alpha}{r} \quad (9)$$

$$c_1 = \frac{\mu_1(1-\nu)}{r}, \quad c_2 = \nu, \quad c_3 = -\frac{(1+\nu)}{\mu_1}$$

$$\sigma_z = 0, \quad \varepsilon_z = -\frac{\nu(u_2 + \sigma_\varphi)}{(1+\nu)\mu_1} + \alpha T$$

жазық кернеу күйінде анықталады. Мұнда  $\mu_1 = \frac{(1+\nu)\mu}{\mu^*}$ .

Сонда, полярлық-осесимметриялық күйде орналасқан термосерпімді цилиндр формалы дене-лердің кернеулік-деформациялық күй есебін шешу үшін айнымалы коэффициентті дифференциал-дық теңдеулер жүйесі (6) алынды.

Цилиндрдің ішкі  $r^* = \frac{r_1}{r_2}$  және сыртқы  $r = 1$  беттерінде әртүрлі шекаралық шарттар беріледі. Мүмкін болатын барлық шекаралық шарттарды

$$\bar{\alpha} \bar{u}(r^*) = p, \quad \bar{\beta} \bar{u}(1) = q \quad (10)$$

түрінде жазуға болады. Мұнда вектор  $\bar{u}$  құраушылары-радиальдық орын ауыстыру және кернеу. Егер (10)-да  $\bar{\alpha} = \{0,1\}, \bar{\beta} = \{1,0\}, p = q = 0$  болса, онда цилиндрдің ішкі беті  $r^* = \frac{r_1}{r_2}$  кернеуден бос, ал сыртқы беті қатты бекітілген шекаралық шарттарды көрсетеді.

Есеп шартына сәйкес  $\bar{\alpha}, \bar{\beta}$  векторларының құраушылары және  $p$  мен  $q$  параметрлерінің мәндері анықталып беріледі.

Сонымен, цилиндрдің термосерпімділік есебін шешу, (10) шекаралық шарттарды қанағаттан-дыратын, (6) айнымалы коэффициентті дифференциалдық теңдеулер жүйесін, яғни шеттік есепті шешуге алып келеді. Енді осы шеттік есепті шешу алгоритмін қарастырайық.

Алынған дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шешімі, екі сызықтық-тәуелсіз шешімдердің суперпозициясы түрінде анықталады. Цилиндр қалыңдығы өзара тең  $n$  кесінділерге бөлінеді. Сонда  $r_1 \leq \rho_k < \rho_{k+1} \leq r_2$ , мұнда  $k = 0,1,2,\dots,n-1$ . Әрбір кесінді ұштарындағы температура мәні ескеріле отырып, температура кесіндіде сызықтық түрде орналасқан деп есептелінеді. Әртүрлі температура деңгейіне сәйкес берілген  $\sigma = f(\varepsilon)$  созу диаграммаларынан, анықталған температура деңгейіне сәйкес  $\sigma \sim \varepsilon$  қисығы тұрғызылады. Осы процесс төмендегіше жүргізіледі.  $T$  температура-турасының деңгейіне сәйкес, эксперименталды  $T_1$  және  $T_2$  температураларына сәйкес салынған созу диаграммалары анықталынады. Мұнда  $T_1 \leq T \leq T_2$  шарты орындалуы тиіс. Сызықтық аппроксимациялау

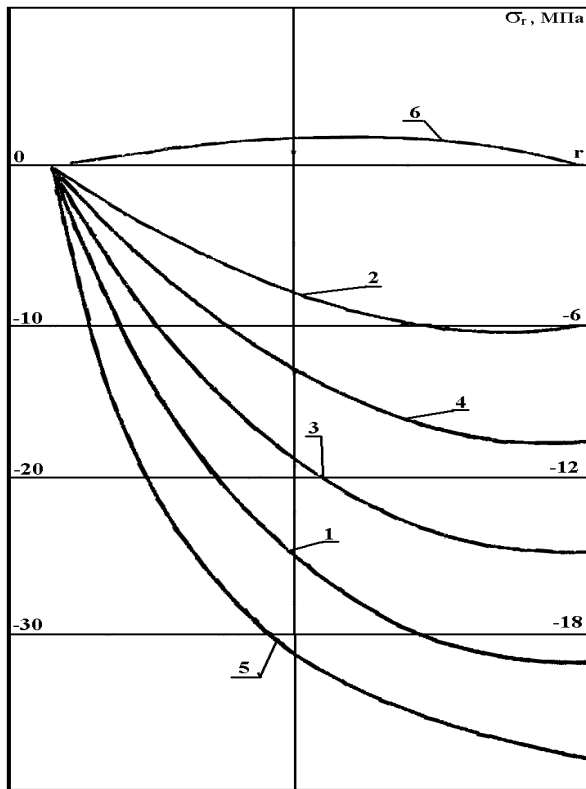
$$\sigma = \sigma_2 + [(\sigma_1 - \sigma_2)(T_1 - T_2)] / (T_1 - T_2) \quad (11)$$

арқылы  $\varepsilon$  тұрақты мәні үшін,  $T$  температурасына сәйкес келетін  $\sigma$  кернеудің мәні табылады. Осындай амалдар жүргізу нәтижесінде  $T$  температурасының деңгейіне сәйкес келетін  $\sigma \sim \varepsilon$  диаграммасы алынады. Осы созу диаграммасынан жылжу модулі  $\mu_c$  анықталады, ал  $\nu = \nu(T)$ ,  $\alpha = \alpha(T)$  экспериментальды сызықтардан,  $T$  температура деңгейіне сәйкес Пуассон коэффициенті мен температуралық ұлғаю коэффициенттері анықталады. Табылған  $\mu$ ,  $\nu$  және  $\alpha$  коэффициент-терінің көмегімен,  $A$  матрицасының,  $\bar{b}$  векторының құраушылары және  $C_k$  ( $k = 1, 2, 3$ ) коэффициенттері анықталады. Нәтижесінде (6) дифференциалдық теңдеулер жүйесінің, (7) алгебралық қатынастардың коэффициенттері тұрақты мәндер қабылдайды. Дифференциалдық теңдеулер жүйесі Рунге-Кутта әдісімен шешіледі [11]. Мұнда цилиндрдің ішкі бетінде екі сызықтық тәуелсіз шарттар үшін дифференциалдық теңдеулер жүйесі екі рет сандық әдіспен шешіледі. Нәтижесінде екі сызықтық-тәуелсіз шешім  $\bar{V}_1, \bar{V}_2$  алынады. Сонда теңдеулер жүйесінің жалпы шешімі  $\bar{V} = C_1 \bar{V}_1 + C_2 \bar{V}_2$  түрінде алынады. Мұндағы  $C_1$  мен  $C_2$  тұрақтылары шекаралық шарттардан анықталады. Анықталған кернеулік-деформациялық күй,  $\mu_c = \mu_c(T)$  жылжу модуліне сәйкес есептелінеді. Ал  $\mu_c(T)$  модулі,  $T$  температурасына сәйкес тұрғызылған  $\sigma = f(\varepsilon)$  қисығынан табылған. Цилиндр материалын сипаттайтын сызықтар: Суретте 1-сызық – 20°C, 2-сызық – 2000°C, 3-сызық – 3000°C, 4-сызық – 4000°C, 5-сызық – 5000°C температуралары деңгейлеріне сәйкес эксперимент нәтижесінде алынған. Есептеу нәтижесінде алынған кернеу мен деформация тензорларының құраушыларын ескере отырып

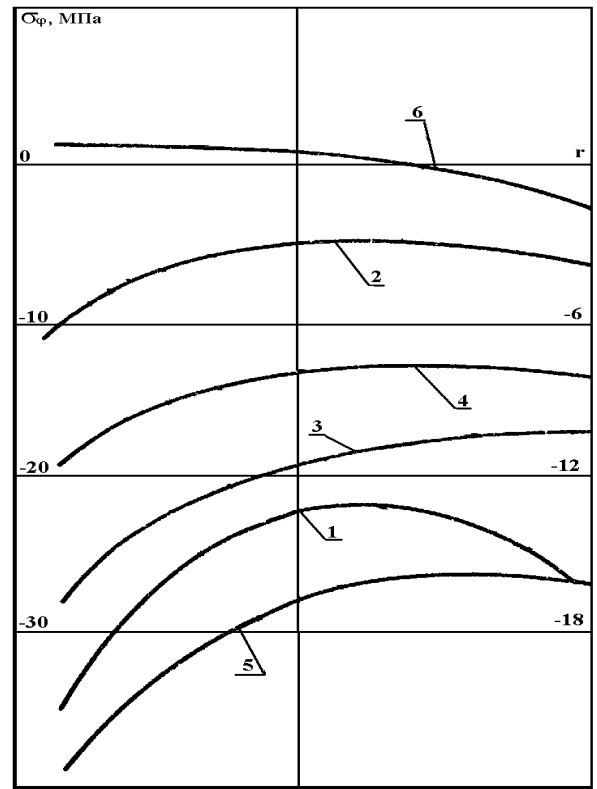
$$\sigma_i = \sqrt{2[(\sigma_r - \sigma_\varphi)^2 + (\sigma_\varphi - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_r)^2]} / 2$$

$$\varepsilon_i = \sqrt{2[(\varepsilon_r - \varepsilon_\varphi)^2 + (\varepsilon_\varphi - \varepsilon_z)^2 + (\varepsilon_z - \varepsilon_r)^2]} / 2$$

есептелінеді. Мұнда  $\sigma_i$  – кернеу интенсивтілігі,  $\varepsilon_i$  – деформация интенсивтілігі. Мына  $\sigma_i = \sigma_r$ ,  $\varepsilon_i = 2(1 + \nu)/3$  қатынастарын пайдаланып  $\sigma = f(\varepsilon)$  қисығынан  $\sigma_i^*$  сәйкес келетін  $\varepsilon_i^*$  табылады. Табылған есептеу нәтижесінде алынған кернеу интенсивтілігімен салыстырылады. Егер ол мәндер өзара сәйкес келетін болса, онда серпімділіктің айнымалы параметрлер әдісі бойынша, шешім алынды деп есептелінеді [12]. Егер олар өзара сәйкес келмесе, онда жаңа параметр  $E = \sigma_i^* / \varepsilon_i^*$  есептелініп, жаңа жылжу модулі  $\mu = E / 2(1 + \nu)$  тауып есеп қайтадан шешіледі. Бұл кезеңде созу диаграммасы, Пуассон коэффициенті  $\nu$  және сызықтық ұлғаю коэффициенті  $\alpha$ , ағымдық температура деңгейіне сәйкес болуы тиіс. Есептеу нәтижесінде алынған және эксперименттік түрде алынған мәндері сәйкестенгенше, есептеу алгоритмі циклдық түрде орындалады.



3-сурет



4-сурет

Есеп жазық деформация және жазық кернеулік күй жағдайлары үшін шешілген. Есепті шешуде төмендегідей жағдайлар қарастырылды: 1) Цилиндр материалының қасиеті температура деңгейіне тәуелді емес. Бұл жағдайда алынған қисықтар 1 арқылы белгіленді; 2) Тек қана жылжу модулі температураға тәуелді деп есептегенде алынған қисықтар 2 арқылы белгіленді; 3) Жылжу модулі және Пуассон коэффициенті температура деңгейіне тәуелді деп есептегенде алынған қисықтар 3 арқылы белгіленді; 4) Жылжу модулі және сызықтық ұлғаю коэффициенті температура деңгейіне тәуелді деп есептегенде алынған қисықтар 4 арқылы белгіленді; 5) Жылжу модулі, Пуассон және сызықтық ұлғаю коэффициенттері температура деңгейіне тәуелді десек, жылжу модулі  $\sigma = f(\varepsilon)$  созу диаграммасынан, ал Пуассон және сызықтық ұлғаю коэффициенттері  $\nu = \nu(T)$ ,  $\alpha = \alpha(T)$ , эксперименталды тұрғызылған қисықтардан анықталады. Бұл жағдайда алынған сызықтар 5 арқылы белгіленген.

Цилиндр қалыңдығындағы радиалдық кернеу компоненттерінің өзгеруі және сақиналық кернеу компоненттерінің өзгеруі 3, 4-суреттерде көрсетілген. Алынған сандық нәтижелерді талдасақ, жылжу модулінің деформациялық күйге әсері аз, ал кернеулік күйге әсерінің үлкен екендігі көрініп тұр. Әр типтегі шекаралық шарттар және қасиеттері температураға тәуелді әртүрлі материалдар үшін де, құрылған алгоритмді пайдалана отырып талдау жұмыстарын жүргізуге болады. Құрылған сандық-аналитикалық әдіс физикалық сызықты емес, заңдылыққа бағынатын термосерпімді цилиндрлік денелердегі цилиндр қалыңдығы бойынша температура кез келген заңдылықпен орналасқан жағдайда, кернеулік-деформациялық күйді бағалауға, талдауға және нәтижелер бойынша ұсыныстар жасауға мүмкіндік береді.

## ӘДЕБИЕТ

- 1 Макаров Б.В. Основы математической теории упругости. – М.: МГОУ, 2007. – 240 с.
- 2 Бородаев Н.М. О задачах термоупругости в напряжениях // Прикладная механика. – 2005. – Вып. 41, № 3. – С. 46-54.
- 3 Прокопенко Ю.А. Математическое моделирование термически нагруженных двухслойных цилиндров // Вестник ТГТУ. – 2009. – 15, №4. – С. 806-813.
- 4 Рассказов А.О., Бабков А.В., Ивченко Ю.В. Термоупругое равновесие бесконечного многослойного цилиндра со свойствами зависящими от температуры // «Композиционные материалы в конструкциях глубоководных технических средств». Тезисы докл. межвузов. науч.-техн. конференции. – Николаев, 1991. – С. 114-115.
- 5 Thermoelastic problems of multilayered cylinders / Birman Victor / intersoc. conf. Therm. Phenomena Electron. Syst. Las. Begas, Wen. May 23-25. 1990, 1 – IHERM H: Proc 7 - New-York, 1990. – С. 33-39
- 6 Литвинов А.Н. Термоупругие напряжения в круглых многослойных упругих элементах // Новые промышленные технологии. – 2000. – № 5. – С. 39-44.
- 7 Мусабаев Т.Т., Каримов Т.К. О влиянии коэффициента Пуассона на напряжение в неоднородном цилиндре // Стр. механика и расчет сооружений. – 2010. – № 6. – С. 20-21.
- 8 Нестеренко А.Ф., Васильев Е.А. Напряженно-деформированное состояние неравномерно нагретых толстостенных труб и оценка их длительной прочности // Вестник Гос. техн. ун-та. – 2008. – № 19. – С. 59-63.
- 9 Огарков В.Б., Мильцин А.Н. Термопрочность полого упругого цилиндра // «Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологии, параметров оборудования и систем управления» Межвузов. сб. науч. тр. – Вып. 14. – Воронеж: ВорГТЛА, 2009. – С. 45-47.
- 10 Композиционные материалы. Справочник / Под. ред. В. В. Василова и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
- 11 Бахвалов Н.С. Численные методы. – М.: Наука, 1973. – 631 с.
- 12 Ильюшин А.А., Огибалов П.М. Уругопластические деформации полых цилиндров. – М.: МГУ, 1960. – 230 с.

## REFERENCES

- 1 Makarov B.V. Osnovy matematicheskoy teorii uprugosti. – M.: MGOU, 2007. – 240 s.
- 2 Borodaev N.M. O zadachah termouprugosti v naprjazhenijah // Prikladnaja mehanika. – 2005. – Vyp. 41, № 3. – S. 46-54.
- 3 Prokopenko Ju.A. Matematicheskoe modelirovanie termicheski nagruzhennyh dvuhslojnyh cilindrov // Vestnik TGTU. – 2009. – 15, №4. – S. 806-813.
- 4 Rasskazov A.O., Babkov A.V., Ivchenko Ju.V. Termouprugoe ravnovesie beskonechnogo mnogoslojnogo cilindra so svojstvami zavisimymi ot temperatury // «Kompozicionnye materialy v konstrukcijah glubokovodnyh tehniceskikh sredstv». Tezisy dokl. mezhvuzov. nauch.-tehn. konferencii. – Nikolaev, 1991. – S. 114-115.
- 5 Thermoelastic problems of multilayered cylinders / Birman Victor / intersoc. conf. Therm. Phenomena Electron. Syst. Las. Begas, Wen. May 23-25. 1990, 1 – IHERM H: Proc 7 - New-York, 1990. – S. 33-39
- 6 Litvinov A.N. Termouprugie naprjazhenija v kruglyh mnogoslojnyh uprugih jelementah // Novye promyshlennye tehnologii. – 2000. – № 5. – S. 39-44.
- 7 Musabaev T.T., Karimov T.K. O vlijanii kojefficienta Puassona na naprjazhenie v neodnorodnom cilindre // Str. mehanika i raschet sooruzhenij. – 2010. – № 6. – S. 20-21.

8 Nesterenko A.F., Vasil'ev E.A. Naprjazhenno-deformirovannoe sostojanie neravnomerno nagretyh tolstostennyh trub i ocenka ih dlitel'noj prochnosti // Vestnik Gos. tehn. un-ta. – 2008. – № 19. – S. 59-63.

9 Ogarkov V.B., Mil'cin A.N. Termoprochnost' pologo uprugogo cilindra // «Matematicheskoe modelirovanie, komp'yuternaja optimizacija tehnologii, parametrov oborudovanija i sistem upravlenija» Mezhvuzov. sb. nauch. tr. – Vyp. 14. – Voronezh: VorGTLA, 2009. – S. 45-47.

10 Kompozicionnye materialy. Spravochnik / Pod. red. V. V. Vasilova i dr. – M.: Mashinostroenie, 1990. – 512 s.

11 Bahvalov N.S. Chislennye metody. – M.: Nauka, 1973. – 631 s.

12 Il'jushin A.A. Ogibalov P.M. Uprugoplasticheskie deformacii polyh cilindrov. – M.: MGU, 1960. – 230 s.

## Резюме

*М. Ж. Жумабаев, Г.С. Тилесова*

(Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясави, Туркестан, Республика Казахстан)

## ЗАДАЧА ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ТЕЛА СО СВОЙСТВАМИ ЗАВИСЯЩИМИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Разработан алгоритм определения температурных напряжений в осесимметрических конструкциях, установленных в температурном поле. С помощью алгоритма определяется напряженно-деформированное состояние, возникающее при изменениях физических свойств по нелинейному закону. При этом модуль сдвига определяется из диаграммы растяжения при различных уровнях температуры, а коэффициент Пуассона и температурного расширения из графиков, построенных по результатам эксперимента. Задача решена для случаев плоской деформации и плоского напряженного состояния. Полученные численные результаты представлены в виде графиков и проанализированы.

**Ключевые слова:** поля, напряжение, температура, цилиндр, коэффициент Пуассона, модуль сдвига, диаграммы растяжения, дифференциальные уравнения, деформация, алгоритм.

## Summary

*M. Zh. Zhumabayev, G. S. Tilessova*



(International Kazakh-Turkish University named by Kh. A. Yassavi, Turkestan, Republic of Kazakhstan)

THE PROBLEM OF ASYMMETRIC INTENSITY OF A CYLINDRICAL BODY  
WITH PROPERTIES DEPENDING ON TEMPERATURE

The algorithm of determination of axisymmetric thermal stresses in the structures established in the temperature field. Using the algorithm condition arising on changes of the physical properties of a nonlinear law. The shear modulus is determined from the chart, stretching across different levels of temperature and thermal expansion coefficient of Poisson and graphs based on the result of the experiment. The problem is solved for the case of flat deformation and stress state of flat. Numerical results of tained are presented in the form of sharts and analysed.

**Keywords:** fields, tension, temperature, cylinder, coefficient Puasson's, shear modulus, stretching chart, differential equations, deformation, algorithm.

*Поступила 25.06.2013 г.*