

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

3 (301)

МАМЫР – МАУСЫМ 2015 ж.

МАЙ – ИЮНЬ 2015 г.

MAY – JUNE 2015

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

Мұтанов Г. М.

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчечков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

Г. М. Мутанов

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

G. M. Mutanov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.A. Ashimov, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

I.N. Vishnievski, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 1991-346X

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 3, Number 301 (2015), 73 – 79

**INFLUENCE OF CONTACT CONDITIONS
ON TUNNEL TWO-LAYER LINING WITH A MASSIF ON ITS
TENSE-DEFORMED CONDITION AT ACTION OF TRANSPORT LOADS****V. N. Ukrainets¹, Zh. O. Otarbaev², S. R. Girnis¹**¹Pavlodar state university of S. Toraigyrov, Pavlodar, Kazakhstan,²Kazakh National Technical University after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: otarbayev_zh@kazntu.kz

Keywords: tunnel, layered shell, transport load, tense-deformed condition.**Abstract.** On base of task solution on effect of moving load on two-layer lining in elastic space influence of contact conditions steel-concrete shell a deep tunnel and a massif on its tense-deformed condition at action of transport loadings (loadings from moving intra tunnel transport) is researched.

In constructing a mathematical model of the dynamics of the tunnel under the influence of the traffic load to describe the motion of the outer thick layer of the lining and surrounding massif uses dynamic equations of the theory of elasticity in the moving coordinate system associated with the load. Displacement vector points from the layer and the massif expressed in terms of Lamé potentials. Fluctuations in the inner thin layer of the lining described in the moving coordinate system adopted by the approximate equations of the classical theory of thin shells, which greatly simplifies the solution of the problem, the authors obtained for the case of subsonic motion of the load (when the velocity of load is less than the velocity of shear wave in a thick layer of the lining and the surrounding massif).

When using the obtained solution of the problem and the numerical experiment in the paper we investigate the effect of conjugation conditions (rigid and sliding contacts) two-layer tunnel lining with a rockmass in its tense deformed condition under the influence traffic load. In this case, the contact between the layers lining relied rigid. The results of calculations are presented in tables and graphs, which are analyzed in details. It was found that with increasing distance from the inner layer lining the influence of contact conditions on the tense deformed condition of the rockmass is reduced.

УДК 539.3 + 65.035(076.2)

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СОПРЯЖЕНИЯ ДВУХСЛОЙНОЙ
ОБДЕЛКИ ТОННЕЛЯ С ПОРОДНЫМ МАССИВОМ,
НА ЕГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ****В. Н. Украинец¹, Ж. О. Отарбаев², С. Р. Гирнис¹**¹Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, Павлодар, Казахстан,²Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан**Ключевые слова:** тоннель, слоистая оболочка, транспортная нагрузка, напряженно-деформированное состояние.**Аннотация.** На основе решения задачи о действии бегущей нагрузки на двухслойную оболочку в упругом пространстве исследуется влияние контактных условий сталебетонной обделки тоннеля глубокого заложения с массивом на его напряженно-деформированное состояние при действии транспортной нагрузки (нагрузки от движущегося внутритоннельного транспорта).

1. Постановка и аналитическое решение задачи. Используя для исследований модельный подход, представим подкреплённый двухслойной обделкой тоннель глубокого заложения как цилиндрическую полость радиусом R_1 в бесконечной, линейно-упругой, однородной и изотропной среде (массиве). Полость подкреплена двухслойной оболочкой, внутренним слоем которой является тонкостенная оболочка толщиной h_0 и радиусом срединной поверхности R_2 , а наружным – толстостенная оболочка. Условимся внутренний слой называть несущим слоем, а наружный – ограждающим слоем. В силу малости толщины несущего слоя можно принять, что он контактирует с ограждающим слоем вдоль своей срединной поверхности. Контакт между слоями оболочки, а также контакт между ограждающим слоем и массивом будем полагать либо жёстким, либо скользящим при двусторонней связи в радиальном направлении. Пусть на внутреннюю поверхность несущего слоя действует транспортная нагрузка интенсивностью P , движущаяся с постоянной скоростью c в направлении оси z (совпадающей с осью оболочки) цилиндрической системы координат r, θ, z . Скорость движения нагрузки принимаем дозвуковой, т.е. меньше скоростей распространения волн сдвига в ограждающем слое и массиве, – характерной для современных транспортных средств. Физико-механические свойства материала массива и ограждающего слоя характеризуются следующими постоянными: $\nu_1, \mu_1, \rho_1; \nu_2, \mu_2, \rho_2$, где ν_k – коэффициент Пуассона, μ_k – модуль сдвига, ρ_k – плотность ($k = 1, 2$). Здесь и в дальнейшем индекс $k = 1$ относится к массиву, а $k = 2$ – к ограждающему слою.

Так как рассматривается установившийся процесс, то картина деформаций стационарна по отношению к движущейся нагрузке. Поэтому можно использовать подвижную цилиндрическую систему координат $r, \theta, \eta = z - ct$.

Для описания движения несущего слоя воспользуемся классическими уравнениями теории тонких оболочек

$$\begin{aligned} & \left[1 - \frac{(1-\nu_0)\rho_0 c^2}{2\mu_0} \right] \frac{\partial^2 u_{0\eta}}{\partial \eta^2} + \frac{1-\nu_0}{2R_2^2} \frac{\partial^2 u_{0\eta}}{\partial \theta^2} + \frac{1+\nu_0}{2R_2} \frac{\partial^2 u_{0\theta}}{\partial \eta \partial \theta} + \frac{\nu_0}{R_2} \frac{\partial u_{0r}}{\partial \eta} = \frac{1-\nu_0}{2\mu_0 h_0} (P_\eta - q_\eta), \\ & \frac{1+\nu_0}{2R_2} \frac{\partial^2 u_{0\eta}}{\partial \eta \partial \theta} + \frac{(1-\nu_0)}{2} \left(1 - \frac{\rho_0 c^2}{\mu_0} \right) \frac{\partial^2 u_{0\theta}}{\partial \eta^2} + \frac{1}{R_2^2} \frac{\partial^2 u_{0\theta}}{\partial \theta^2} + \frac{1}{R_2^2} \frac{\partial u_{0r}}{\partial \theta} = \frac{1-\nu_0}{2\mu_0 h_0} (P_\theta - q_\theta), \quad (1) \\ & \frac{\nu_0}{R_2} \frac{\partial u_{0\eta}}{\partial \eta} + \frac{1}{R_2^2} \frac{\partial u_{0\theta}}{\partial \theta} + \frac{h_0^2}{12} \nabla^2 \nabla^2 u_{0r} + \frac{(1-\nu_0)\rho_0 c^2}{2\mu_0} \frac{\partial^2 u_{0r}}{\partial \eta^2} + \frac{u_{0r}}{R_2^2} = -\frac{1-\nu_0}{2\mu_0 h_0} (P_r - q_r). \end{aligned}$$

Здесь $u_{0\eta}, u_{0\theta}, u_{0r}$ – перемещения точек срединной поверхности несущего слоя; P_η, P_θ, P_r – составляющие интенсивности нагрузки P ; $q_\eta = \sigma_{r\eta 2}|_{r=R_2}, q_\theta = \sigma_{r\theta 2}|_{r=R_2}, q_r = \sigma_{rr 2}|_{r=R_2}$ – составляющие реакции ограждающего слоя, где $\sigma_{rj 2}$ – компоненты тензора напряжений в этом слое ($j = \eta, \theta, r$); ν_0, μ_0, ρ_0 – соответственно коэффициент Пуассона, модуль сдвига и плотность материала несущего слоя; ∇^2 – оператор Лапласа.

Для описания движения массива и ограждающего слоя используем динамическими уравнениями теории упругости

$$\left(M_{pk}^{-2} - M_{sk}^{-2} \right) \text{grad div } \mathbf{u}_k + M_{sk}^{-2} \nabla^2 \mathbf{u}_k = \partial^2 \mathbf{u}_k / \partial \eta^2, \quad k = 1, 2, \quad (2)$$

где $M_{pk} = c / c_{pk}, M_{sk} = c / c_{sk}$ – числа Маха; $c_{pk} = \sqrt{(\lambda_k + 2\mu_k) / \rho_k}, c_{sk} = \sqrt{\mu_k / \rho_k}$ – скорости распространения волн расширения-сжатия и сдвига в массиве и ограждающем слое, $\lambda_k = 2\mu_k \nu_k / (1 - 2\nu_k)$; \mathbf{u}_k – векторы смещений точек массива и ограждающего слоя.

Выразим векторы \mathbf{u}_k через потенциалы Ламе [3]

$$\mathbf{u}_k = \text{grad } \varphi_{1k} + \text{rot}(\varphi_{2k} \mathbf{e}_\eta) + \text{rot rot}(\varphi_{3k} \mathbf{e}_\eta), \quad k = 1, 2, \quad (3)$$

которые, как следует из (2) и (3), удовлетворяют уравнениям

$$\nabla^2 \varphi_{jk} = M_{jk}^2 \partial^2 \varphi_{jk} / \partial \eta^2, \quad j=1, 2, 3, \quad k=1, 2, \quad (4)$$

где \mathbf{e}_η – орт оси η , $M_{1k} = M_{pk}$, $M_{2k} = M_{3k} = M_{sk}$.

Через эти же потенциалы можно выразить компоненты тензоров напряжений в массиве и ограждающем слое σ_{lmk} , связанные с компонентами векторов перемещений u_{lk} законом Гука $l, m = r, \theta, \eta$; $k=1, 2$).

Применив к (4) преобразование Фурье по η , находим

$$\nabla_2^2 \varphi_{jk}^* - m_{jk}^2 \xi^2 \varphi_{jk}^* = 0, \quad j=1, 2, 3, \quad k=1, 2, \quad (5)$$

где ∇_2^2 – двумерный оператор Лапласа, $m_{jk}^2 = 1 - M_{jk}^2$, $m_{1k} \equiv m_{pk}$, $m_{2k} = m_{3k} \equiv m_{sk}$,

$$\varphi_{jk}^*(r, \theta, \xi) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_{jk}(r, \theta, \eta) e^{-i\xi\eta} d\eta.$$

Аналогично можно получить выражения для трансформант перемещений u_{lk}^* и напряжений σ_{lmk}^* ($l, m = r, \theta, \eta$; $k=1, 2$) как функции от φ_{jk}^* .

При дозвуковой скорости движения нагрузки $M_{sk} < 1$ ($m_{sk} > 0$), и решения (5) можно представить в виде:

– для массива

$$\varphi_{j1}^* = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj} K_n(k_{j1}r) e^{in\theta}, \quad (6,а)$$

– для ограждающего слоя

$$\varphi_{j2}^* = \sum_{n=-\infty}^{\infty} (a_{nj+3} K_n(k_{j2}r) + a_{nj+6} I_n(k_{j2}r)) e^{in\theta}. \quad (6,б)$$

Здесь $j=1, 2, 3$, $k_{j1} = |m_{j1}\xi|$, $k_{j2} = |m_{j2}\xi|$; $I_n(kr)$, $K_n(kr)$ – функции Бесселя первого и второго рода от мнимого аргумента, a_{n1}, \dots, a_{n9} – неизвестные коэффициенты, подлежащие определению.

Подставляя (6,а), (6,б) в выражения для трансформант перемещений u_{ik}^* и напряжений σ_{ijk}^* , можно получить выражения для u_{ik}^* и σ_{ijk}^* с неизвестными коэффициентами a_{n1}, \dots, a_{n9} , для определения которых следует воспользоваться граничными условиями.

Применив к (1) преобразование Фурье по η и разлагая функции перемещений точек срединной поверхности несущего слоя и нагрузок в ряды Фурье по θ , для n -го члена разложения получим

$$\begin{aligned} \varepsilon_1^2 u_{0n\eta} + \nu_{02} n \xi_0 u_{0n\theta} - 2i \nu_{01} \xi_0 u_{0nr} &= G_0 (P_{n\eta} - q_{n\eta}), \\ \nu_{02} n \xi_0 u_{0n\eta} + \varepsilon_2^2 u_{0n\theta} - 2i n u_{0nr} &= G_0 (P_{n\theta} - q_{n\theta}), \\ 2i \nu_{01} \xi_0 u_{0n\eta} + 2i n u_{0n\theta} + \varepsilon_3^2 u_{0nr} &= G_0 (P_{nr} - q_{nr}), \end{aligned} \quad (7)$$

где $\varepsilon_1^2 = \alpha_0^2 - \varepsilon_0^2$, $\varepsilon_2^2 = \beta_0^2 - \varepsilon_0^2$, $\varepsilon_3^2 = \gamma_0^2 - \varepsilon_0^2$, $\xi_0 = \xi R_2$,

$$\alpha_0^2 = 2\xi_0^2 + \nu_{01} n^2, \quad \beta_0^2 = \nu_{01} \xi_0^2 + 2n^2, \quad \gamma_0^2 = \chi^2 (\xi_0^2 + n^2)^2 + 2, \quad \varepsilon_0^2 = \nu_{01} \xi_0^2 M_{s0}^2,$$

$$\nu_{01} = 1 - \nu_0, \quad \nu_{02} = 1 + \nu_0, \quad M_{s0} = c/c_{s0}, \quad c_{s0} = \sqrt{\mu_0/\rho_0}, \quad \chi^2 = \frac{h_0^2}{6R_2^2}, \quad G_0 = -\frac{\nu_{01} R_2^2}{\mu_0 h_0},$$

$q_{nm} = (\sigma_{rm2}^*)_n$, при $r = R_2$, u_{0nm} , P_{nm} – соответственно коэффициенты разложения $u_{0m}^*(\theta, \xi) = \int_{-\infty}^{\infty} u_{0m}(\theta, \eta) e^{-i\xi\eta} d\eta$ и $P_m^*(\theta, \xi) = \int_{-\infty}^{\infty} P_m(\theta, \eta) e^{-i\xi\eta} d\eta$ в ряды Фурье по угловой координате θ ($m = \eta, \theta, r$).

Разрешая (7) относительно $u_{0n\eta}$, $u_{0n\theta}$, u_{0nr} , находим

$$u_{0n\eta} = \frac{G_0}{\delta_n} \sum_{j=1}^3 \delta_{\eta j} (P_{nj} - q_{nj}), \quad u_{0n\theta} = \frac{G_0}{\delta_n} \sum_{j=1}^3 \delta_{\theta j} (P_{nj} - q_{nj}), \quad u_{0nr} = \frac{G_0}{\delta_n} \sum_{j=1}^3 \delta_{rj} (P_{nj} - q_{nj}),$$

где

$$\begin{aligned} \delta_n &= \delta_{|\eta|} = (\varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_3)^2 - (\varepsilon_1 \xi_1)^2 - (\varepsilon_2 \xi_2)^2 - (\varepsilon_3 \xi_3)^2 + 2\xi_1 \xi_2 \xi_3, \\ \delta_{\eta 1} &= (\varepsilon_2 \varepsilon_3)^2 - \xi_1^2, \quad \delta_{\eta 2} = \xi_1 \xi_2 - \xi_3 \varepsilon_3^2, \quad \delta_{\eta 3} = i(\varepsilon_2^2 \xi_2 - \xi_1 \xi_3), \\ \delta_{\theta 1} &= \delta_{\eta 2}, \quad \delta_{\theta 2} = (\varepsilon_1 \varepsilon_3)^2 - \xi_2^2, \quad \delta_{\theta 3} = i(\varepsilon_1^2 \xi_1 - \xi_2 \xi_3), \\ \delta_{r1} &= -\delta_{\eta 3}, \quad \delta_{r2} = -\delta_{\theta 3}, \quad \delta_{r3} = (\varepsilon_1 \varepsilon_2)^2 - \xi_3^2, \quad \xi_1 = 2n, \quad \xi_2 = 2\nu_0 \xi_0, \quad \xi_3 = \nu_{02} \xi_0 n, \end{aligned}$$

для P_{nj} и q_{nj} индекс $j = 1$ соответствует индексу $\eta, j = 2 - \theta, j = 3 - r$.

Граничные условия можно представить в следующем виде:

а) при жестком сопряжении слоев оболочки:

– в случае скользящего контакта оболочки с массивом

$$\text{при } r = R_1 \quad u_{r1}^* = u_{r2}^*, \quad \sigma_{rr1}^* = \sigma_{rr2}^*, \quad \sigma_{r\eta 1}^* = 0, \quad \sigma_{r\theta 1}^* = 0, \quad \sigma_{r\eta 2}^* = 0, \quad \sigma_{r\theta 2}^* = 0,$$

$$\text{при } r = R_2 \quad u_{j2}^* = u_{0j}^*, \quad j = r, \theta, \eta,$$

– в случае жёсткого контакта оболочки с массивом

$$\text{при } r = R_1 \quad u_{j1}^* = u_{j2}^*, \quad \sigma_{rj1}^* = \sigma_{rj2}^*,$$

$$\text{при } r = R_2 \quad u_{j2}^* = u_{0j}^*, \quad j = r, \theta, \eta;$$

б) при скользящем сопряжении слоев оболочки:

– в случае скользящего контакта оболочки с массивом

$$\text{при } r = R_1 \quad u_{r1}^* = u_{r2}^*, \quad \sigma_{rr1}^* = \sigma_{rr2}^*, \quad \sigma_{r\eta 1}^* = 0, \quad \sigma_{r\theta 1}^* = 0, \quad \sigma_{r\eta 2}^* = 0, \quad \sigma_{r\theta 2}^* = 0,$$

$$\text{при } r = R_2 \quad u_{r2}^* = u_{0r}^*, \quad \sigma_{r\eta 2}^* = 0, \quad \sigma_{r\theta 2}^* = 0,$$

– в случае жёсткого контакта оболочки с массивом

$$\text{при } r = R_1 \quad u_{j1}^* = u_{j2}^*, \quad \sigma_{rj1}^* = \sigma_{rj2}^*,$$

$$\text{при } r = R_2 \quad u_{r2}^* = u_{0r}^*, \quad \sigma_{r\eta 2}^* = 0, \quad \sigma_{r\theta 2}^* = 0, \quad j = r, \theta, \eta.$$

Приравнявая коэффициенты рядов при $e^{in\theta}$, получим бесконечную систему ($n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$) линейных алгебраических уравнений блочно-диагонального вида. После определения коэффициентов, применяя обратное преобразование Фурье, можно вычислить компоненты напряженно-деформированного состояния (НДС) массива и оболочки. При этом для вычисления интегралов Фурье можно использовать любой численный метод, если определители $\Delta_n(\xi, c)$ полученной для конкретных граничных условий системы уравнений не обращаются в ноль, т.е. в случае движения нагрузки с докритической скоростью [1].

2. Численные эксперименты. Исследуем напряженно-деформированное состояние подкреплённого сталебетонной обделкой тоннеля глубокого заложения при воздействии движущейся с докритической скоростью $c = 100$ м/с транспортной нагрузки давления интенсивностью P° , равномерно распределенной по нижней половине внутренней поверхности несущего слоя ($R_2 = R = 1$ м) в интервале $|\eta| \leq 0,2R$. Параметры обделки: несущий слой – тонкая стальная оболочка ($R_2 = R, h_0/R = 0,02; \nu_0 = 0,3, \mu_0 = 8,08 \cdot 10^4$ МПа, $\rho_0 = 7,8 \cdot 10^3$ кг/м³), ограждающий слой –

толстостенная оболочка с радиусом наружной поверхности $R_1 = 1,2R$ – бетон ($\nu_2 = 0,2$, $\mu_2 = 1,21 \cdot 10^4$ МПа, $\rho_2 = 2,5 \cdot 10^3$ кг/м³, $c_{s2} = 2200$ м/с). Контакт между слоями обделки полагаем жёстким. Характеристики массива: $\nu_1 = 0,25$, $\mu_1 = \mu = 4,0 \cdot 10^3$ МПа, $\rho_1 = 2,6 \cdot 10^3$ кг/м³, $c_{s1} = 1240,35$ м/с [2].

Результаты расчётов напряжённо-деформированного состояния обделки и окружающего ее массива при различных условиях их сопряжения помещены в таблицы 1–3 (обозначения в таблицах: $u_r^\circ = u_r \mu / P^\circ$, м, $\sigma_{rr}^\circ = \sigma_{rr} / P^\circ$, $\sigma_{\theta\theta}^\circ = \sigma_{\theta\theta} / P^\circ$, $\sigma_{\eta\eta}^\circ = \sigma_{\eta\eta} / P^\circ$) и представлены в виде графиков на рисунках 1, 2 (обозначения кривых на графиках: 1 – жёсткий контакт обделки с массивом; 2 – скользящий контакт обделки с массивом).

Из анализа таблиц следует, что граничные условия в месте контакта обделки с массивом ($r = R_1 = 1,2R$) выполняются с большой точностью. В случае скользящего контакта обделки с массивом максимальные радиальные перемещения u_r всех сопряженных поверхностей больше, чем при жёстком контакте (рисунок 1). То же можно сказать об экстремальных нормальных напряжениях на контактирующих поверхностях бетонного слоя и массива, за исключением экстремальных $\sigma_{\theta\theta}$, действующих на поверхности массива. На внутренней поверхности бетонного слоя наблюдается понижение экстремальных значений σ_{rr} , $\sigma_{\eta\eta}$ и повышение максимальных значений $\sigma_{\theta\theta}$.

Таблица 1 – Компоненты НДС внутренней поверхности бетонного слоя в сечении $\eta = 0$

Комп. НДС	θ , град									
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
Жёсткий контакт оболочки с массивом										
u_r° , м	-0,028	-0,027	-0,021	-0,006	0,024	0,081	0,111	0,126	0,132	0,133
σ_{rr}°	0,033	-0,024	0,042	0,012	0,012	-0,899	-0,900	-0,930	-0,864	-0,921
$\sigma_{\theta\theta}^\circ$	0,067	0,078	0,117	0,133	0,205	0,264	0,336	0,352	0,391	0,402
$\sigma_{\eta\eta}^\circ$	0,006	-0,012	-0,007	-0,050	-0,118	-0,457	-0,526	-0,569	-0,564	-0,581
Скользящий контакт оболочки с массивом										
u_r°	-0,037	-0,034	-0,027	-0,009	0,027	0,090	0,126	0,144	0,152	0,153
σ_{rr}°	0,046	-0,016	0,052	0,016	0,019	-0,892	-0,888	-0,925	-0,856	-0,919
$\sigma_{\theta\theta}^\circ$	0,109	0,136	0,142	0,188	0,230	0,337	0,378	0,424	0,430	0,457
$\sigma_{\eta\eta}^\circ$	-0,041	-0,053	-0,046	-0,070	-0,121	-0,425	-0,477	-0,501	-0,493	-0,506

Таблица 2 – Компоненты НДС наружной поверхности бетонного слоя в сечении $\eta = 0$

Комп. НДС	θ , град									
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
Жёсткий контакт оболочки с массивом										
u_r°	-0,027	-0,026	-0,021	-0,005	0,019	0,066	0,090	0,106	0,111	0,111
σ_{rr}°	0,014	0,022	0,044	-0,001	-0,037	-0,039	-0,428	-0,472	-0,450	-0,442
$\sigma_{\theta\theta}^\circ$	0,068	0,055	0,003	0,121	0,009	0,490	0,378	0,495	0,443	0,431
$\sigma_{\eta\eta}^\circ$	-0,024	-0,026	-0,044	-0,018	0,045	0,315	0,378	0,404	0,386	0,384
Скользящий контакт оболочки с массивом										
u_r°	-0,033	-0,034	-0,025	-0,009	0,022	0,074	0,105	0,121	0,130	0,129
σ_{rr}°	0,004	0,064	0,033	0,027	-0,040	-0,389	-0,457	-0,462	-0,494	-0,433
$\sigma_{\theta\theta}^\circ$	0,234	0,013	0,117	0,079	0,065	0,599	0,585	0,547	0,651	0,431
$\sigma_{\eta\eta}^\circ$	-0,077	-0,107	-0,090	-0,039	0,170	0,689	0,898	0,950	0,966	0,936

Таблица 3 – Компоненты НДС поверхности массива ($r = R_1$) в сечении $\eta = 0$

Комп. НДС	θ , град									
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
Жёсткий контакт оболочки с массивом										
u_r°	-0,027	-0,026	-0,021	-0,005	0,019	0,066	0,090	0,106	0,111	0,111
σ_{rr}°	0,014	0,022	0,044	-0,001	-0,037	-0,039	-0,428	-0,472	-0,450	-0,442
$\sigma_{\theta\theta}^\circ$	0,028	0,022	0,013	0,040	-0,004	0,081	0,037	0,065	0,055	0,049
$\sigma_{\eta\eta}^\circ$	-0,004	-0,003	-0,004	-0,005	0,007	0,024	0,036	0,036	0,034	0,035
Скользящий контакт оболочки с массивом										
u_r°	-0,033	-0,034	-0,025	-0,009	0,022	0,074	0,105	0,121	0,130	0,129
σ_{rr}°	0,004	0,064	0,033	0,027	-0,040	-0,389	-0,457	-0,462	-0,494	-0,433
$\sigma_{\theta\theta}^\circ$	0,007	0,008	0,022	0,032	0,016	-0,007	-0,023	-0,013	0,001	0,002
$\sigma_{\eta\eta}^\circ$	0,017	0,029	0,018	-0,002	-0,072	-0,259	-0,329	-0,349	-0,361	-0,349

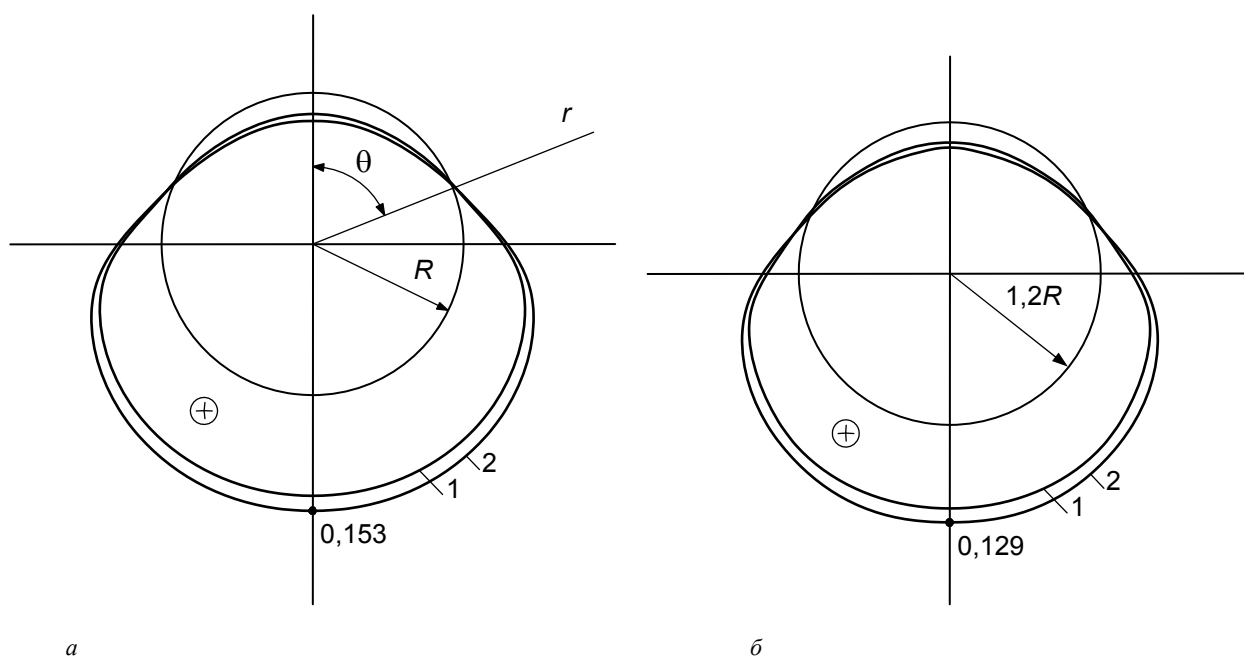


Рисунок 1 – Эпюры радиальных перемещений u_r° , м на контуре поперечного сечения $\eta = 0$ внутренней (а) и наружной (б) поверхности бетонного слоя обделки

При удалении от несущего слоя обделки влияние контактных условий на радиальные смещения точек снижается (рисунок 2), и при $r \geq 3R$ на толщине динамически активного слоя практически не отражается. Это, как показывают расчёты, характерно и для других компонент НДС массива.

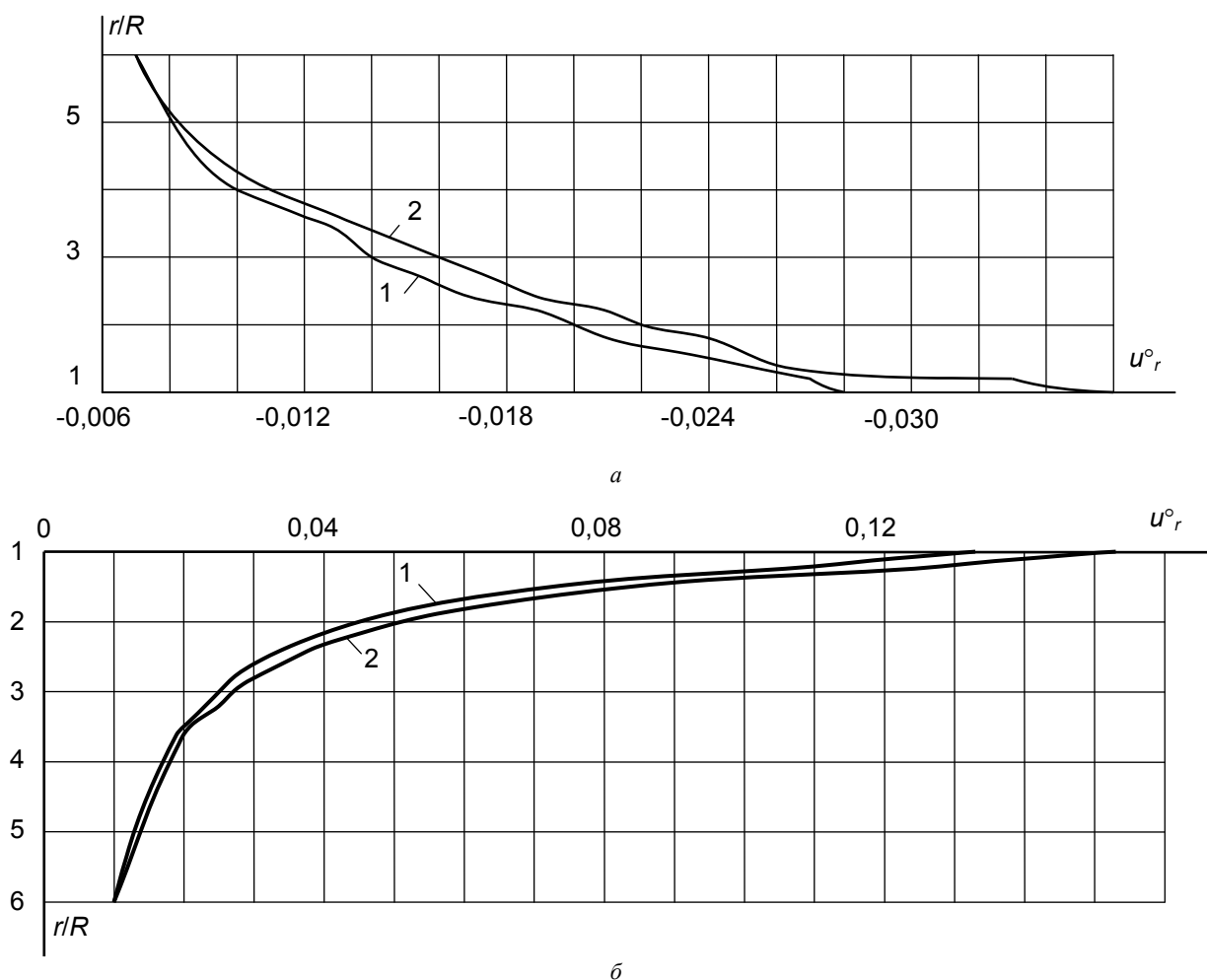


Рисунок 2 – Изменения перемещений u_r^0 , м в сечении $\eta = 0$ с удалением от верхней (а) нижней (б) точек несущего слоя обделки в радиальном направлении

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ержанов Ж.С., Айталиев Ш.М., Алексеева Л.А. Динамика тоннелей и подземных трубопроводов. – Алма-Ата: Наука, 1989. – 240 с.
 [2] Булычев Н.С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах. – М.: Недра, 1989. – 270 с.

REFERENCES

- [1] Erzhanov Zh.S., Aitaliev Sh.M., Alekseyeva L.A. *Dynamics of tunnels and underground pipelines*. Alma-Ata: Nauka, 1989. 240 p. (in Russ.).
 [2] Bulychev N.S. *Mechanics of underground structures in examples and problems*. Moscow: Nedra Publ., 1989, 270 p. (in Russ.).

КӨЛІК ЖҮКТЕМЕ ӘРЕКЕТІНЕН ТОННЕЛЬДІҢ КЕРНЕУ-ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ КҮЙІНЕ ЕКІ ҚАБАТТЫ ҚАПТАМАСЫМЕН ЖЫНЫС МАСИВТІҢ КОНТАКТ ШАРАЛАРЫНЫҢ ӘРЕКЕТІ

В. Н. Украинец¹, Ж.О. Отарбаев², С.Р. Гирнис¹

¹С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар, Қазақстан,

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: тоннель, қабатты қабықша, көлік жүктеме, кернеу-деформациялық күйі.

Аннотация. Серпімді кеңістіктегі екі қабатты қабықшаға жүгірмелі жүктеме әрекеті туралы тапсырманың шешімі негізінде көлік жүктемелері әсер еткенде (ішкітоннельдің жылжымалы көлігінің жүктемесі) тоннельдің кернеу-деформациялық күйіне терең орналасқан болатбетонды тоннель қаптамасы мен массивтің контакт шарттарының әсері зерттеленді.

Поступила 25.02.2015 г.

МАЗМУНЫ

Теориялық және тәжірибелік зерттеулер

<i>Асанова А.Т.</i> Екінші ретті гиперболалық теңдеулер жүйесі үшін интегралдық шарттары бар бейлокал есептің біркәнді шешілімділігі туралы.....	5
<i>Кудышев Ж.А., Давлетов А.Е., Габитов И.Р., Кисан А., Мухаметқаримов Е.С.</i> Ауыспалы метаматериалдардағы екінші ретті гармониканың генерациясы процессін сипаттайтын теңдеулердің аналитикалық шешімдері.....	15
<i>Нұрбақыт Г., Кемелжанова С.Е., Махаббат Е.</i> Толық гамильтонианды енгізу арқылы мезондарың массасын және конституентті массасын анықтау.....	20
<i>Ауелбеков О.А., Катаев Н.С., Қунелбаев М.М., Салғараева Г.И.</i> Жазық гелиоколлектордың жылуын қоршаған ортада жоғалтуын анықтау.....	28
<i>Бажиков К.Т., Касимов А.О., Рахымжанов Р.Р., Кенжебаев Д.Б.</i> Талшықты-оптикалық байланыс желілерінің температураның әсеріне тұрақтылығын зерттеу.....	33
<i>Құдайбергенов А.Қ., Құдайбергенов Асқ.Қ.</i> Бұрғылау қарнағы сызықсыз динамикасының модельдеуде сандық әдістердің салыстырмалы талдауы.....	37
<i>Бошкаев К.А., Сулейманова Ш.С., Жами Б.А., Таукенова А.С., Аймұратов Е.К.</i> Фок және Керр метрикаларының сәйкес болуы.....	43
<i>Бараев А., Жанұзақов И.И., Жұмабаев М.Ж., Құлжатаева К.М., Тулеп А.С.</i> Ұңғыма бағанына бекітілген жұмсақ элементке соғу әдісі арқылы әсер ету.....	49
<i>Батрышев Д.Г., Абдуллин Х.А., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т., Исмаилов Д.В., Тоғамбаева А.К., Чихрай Е.В.</i> CVD әдісімен көпдеңгейлі көміртекті нанотүтікшелер мен олардың композиттің синтездеу.....	55
<i>Исахов Ас.А.</i> Роджерс жартыторларындағы минимал элементтер және минимал жабулар.....	62
<i>Батрышев Д.Г., Абдуллин Х.А., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т., Исмаилов Д.В., Чихрай Е.В.</i> Бірқабатты және көпқабатты көміртегі нанотүтікшелерін газдық фазадан пиролизтикалық қондыру әдісімен синтездеу.....	66
<i>Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.</i> Көлік жүктеме әрекетінен тоннельдің кернеу-деформациялық күйіне екі қабатты қаптамасымен жыныс массивтің контакт шараларының әрекеті.....	73
<i>Жақып-тегі К.Б.</i> Фотондар динамикасын модельдеу.....	80
<i>Жұмағұлова Қ.Н., Рамазанов Т.С., Машеева Р.У., Донко З.</i> Тозанды бөлшектердің тербелістеріне сыртқы магнит өрісінің әсері.....	86
<i>Дәуітбек Достілек.</i> τ -өлшемді операторлар үшін Кларксонның әлсіз мажорланған теңсіздіктері.....	91
<i>Есқалиев М.Е., Өмірбек Г.Ө., Чанбаева М.К.</i> Әртүрлі ағымдық шарттарға тәуелді пластикалық ортадағы кернеу копоненттерінің таралуы туралы.....	97
<i>Дүйсенова Н.Б., Байқазиева Р.Т., Нүсіпбекова А.Н.</i> Білім беру жүйесіндегі компьютерлік технологияны қолдану.....	102
<i>Алтынбеков Ш.</i> Мұнайлы қабат және жер бетінің шөгудің процессін басқару есептерін шешу әдісі туралы.....	105
<i>Достілек Д.</i> τ -өлшемді операторлар үшін субаддитивті әлсіз мажорланған теңсіздіктер.....	111
<i>Төленов Қ.</i> Коммутативті емес $H_p(A; l_1)$ және $H_p(A, l_\infty)$ кеңістіктерінің кейбір қасиеттері.....	116
<i>Жауғашева С.А., Ишмұхамедов И.С., Валиолда Д.С., Жүсіпова Н.</i> Ультрасуық атомдардың гармоникалық тұзақта бейнеленуі.....	120
<i>Исатаев С.И., Тарасов С.Б., Төлеуов Ғ., Исатаев М.С., Болысбекова Ш.А., Байғалиқызы Б.</i> Үшөлшемді ағыншаның бастапқы және өткізгіш бөлімшелеріндегі құйындық құрылымдардың динамикасы.....	125
<i>Қабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Сабалахова А.П., Жұмағалиева А.И.</i> Жарықтың интерференция құбылысын зерттеуді ұйымдастыруға арналған компьютерлік зертханалық жұмыстың бланкі үлгісі.....	131
<i>Коширов Т.С., Тұрлыбекова Г.Қ., Нұрахметова К.Қ., Сеитов А.</i> Температуралық және лазерлік әсер ету кезіндегі кремний бетінің модификациясы.....	137
<i>Мамаев М.Ш., Борашева И.</i> Құрамалы сырықта динамикалық кернеулердің таралуын торлық-характеристика әдісімен сандық зерттеу.....	145
<i>Қабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Сабалахова А.П., Жұмағалиева А.И.</i> Допплер эффектін зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісі.....	155
<i>Мананов С.М., Сағидолда Е.</i> Наноөлшемді кеуекті кремний қабыршағының физикалық қасиеттерін зерттеу.....	161
<i>Мусайф М., Ногайбаева М.О., Құдайқұлов А.Қ.</i> Жылу ағынымен жылу алмасулар әсеріндегі шекті ұзындықтағы стерженнің термофизика-механикалық күйін зерттеу.....	168
<i>Қожамқұлова Ж.Ж., Қойшыева Т.Қ., Есентаев Қ.Ө.</i> Болашақ мұғалімдерді кәсіби дайындау үдерісінде ақпараттық технология құралдарына оқытуды жобалау негіздері.....	175
<i>Мүсірашев Ж.А., Өмірбек Г.Ө., Рсалина Л.А.</i> Бірінші ретті дифференциалдық теңдеулер үшін Коши есебін шешуге электрондық кестені қолдану.....	180
<i>Оразбаев С.А., Рамазанов Т.С., Досболаев М.К., Батрышев Д.Г., Буфенди Л.</i> Көміртегі нанобөлшектер синтезінің ЖЖ разряд плазмасының параметрлеріне тәуелділігін зерттеу.....	186
<i>Ожикенов К.А., Михайлов П.Г., Рахимжанова П., Абдиқұлова З.</i> Физикалық шама датчиктерінің тұрақтылығын қамтамасыз ету мәселелері.....	191

<i>Оразбаев С.А., Усенов Е.А., Рамазанов Т.С., Досболаев М.Қ., Утегенов А.У.</i> Плазма көрсеткішінің деңгейіне байланысты көмірқышқыл нанобөлшектерінің синтезделу процесін.....	198
<i>Сарсенгельдин М.М., Бижигитова Н.Т.</i> Жылуөткізгіштік тендеуінің жылжымалы аймақтарда аналитикалық шешімі.....	204
<i>Суйеубаев О.Б.</i> Кейбір аспектілердің RFID жүйесінде өріс пен толқынға әсері.....	207
<i>Суранчиева З.Т., Отелбаева А.К.</i> Жоғарғы оқу орнында ақпараттық білім беру ортасында білім алудың негізгі құрылымы.....	211
<i>Умбетов А.У.</i> Возможности использования биполяризатора изготовленного из исландского шпата.....	216
<i>Евдокимов А.П., Исакова Г.М., Кыдилова С.А.</i> Дифракциялық тұтас баспалы сәуле таратушылардың энергетикалық және фазалық сипаттамалары.....	222
<i>Салғараева Г.И., Маханова А.С.</i> Мүмкіндігі шектеулі балаларды оқытуда қолданылатын ақпараттық-коммуникациялық технологиялар.....	227
<i>Алексеева Л.А.</i> Обобщенные решения и сингулярные граничные интегральные уравнения краевой задачи теории упругости при сверхзвуковых транспортных нагрузках.....	191

СОДЕРЖАНИЕ

Теоретические и экспериментальные исследования

<i>Асанова А.Т.</i> Об однозначной разрешимости нелокальной задачи с интегральными условиями для системы гиперболических уравнений второго порядка.....	5
<i>Кудышев Ж.А., Давлетов А.Е., Габитов И.Р., Кисан А., Мухаметкаримов Е.С.</i> Об аналитическом решении уравнения, описывающего процесс генерации второй гармоники в переходных метаматериалах.....	15
<i>Нурбакыт Г., Кемелжанова С.Е., Махаббат Е.</i> Определение конституентных масс и масс мезонов с помощью полного гамильтониана.....	20
<i>Ауелбеков О.А., Катаев Н.С., Кунелбаев М.М., Салгараева Г.И.</i> Определение тепловых потерь плоских гелиоколлекторов в окружающую среду.....	28
<i>Бажиков К.Т., Касимов А.О., Рахымжанов Р.Р., Кенжебаев Д.Б.</i> Исследование влияния температуры на устойчивость в сетях волоконно-оптических линий связи.....	33
<i>Кудайбергенев А.К., Кудайбергенев Аск.К.</i> Сравнительный анализ численных методов при моделировании нелинейной динамики буровых штанг.....	37
<i>Бошкаев К.А., Сулейманова Ш.С., Жами Б.А., Таукенова А.С., Аймуратов Е.К.</i> Соответствие метрик Фока и Керра.....	43
<i>Бараев А., Джанзаков И.И., Жумабаев М.Ж., Кулжатаева К.М., Тулеп А.С.</i> Применение метода ударного воздействия через упругий элемент на прихваченную в скважине колонну.....	49
<i>Батрышев Д.Г., Абдуллин Х.А., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т., Исмаилов Д.В., Тогамбаева А.К., Чихрай Е.В.</i> Синтез многостенных углеродных нанотрубок и их композитов методом CVD.....	55
<i>Исахов Ас.А.</i> Минимальные элементы и минимальные покрытия в полурешетках Роджерса.....	62
<i>Батрышев Д.Г., Абдуллин Х.А., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т., Исмаилов Д.В., Чихрай Е.В.</i> Синтез одностенных и многостенных углеродных нанотрубок методом пиролитического газофазного осаждения.....	66
<i>Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.</i> Влияние условий сопряжения двухслойной обделки тоннеля с породным массивом на его напряженно-деформированное состояние при воздействии транспортной нагрузки.....	73
<i>Джакупов К.Б.</i> Моделирование динамики фотонов.....	80
<i>Джумагулова К.Н., Рамазанов Т.С., Машеева Р.У., Донко З.</i> Влияние внешнего магнитного поля на колебания пылевых частиц.....	86
<i>Даутбек Достилек.</i> Неравенства слабо мажоризационные Кларксона для τ -измеримых операторов.....	91
<i>Ескалиев М.Е., Омйрбек Г.О., Чанбаева М.К.</i> Об определении распределения компонент пластических напряжений в зависимости от различных условий пластичности.....	97
<i>Дуйсенова Н.Б., Байказиева Р.Т., Нусипбекова А.Н.</i> Применение компьютерных технологии в системе образовании.....	102
<i>Алтынбеков Ш.</i> О методике решения задачи об управлении процессом оседания нефтяного пласта и земной поверхности.....	105
<i>Достилек Д.</i> Субаддитивность слабо мажоризационных неравенств для τ -измеримых операторов.....	111
<i>Туленов К.</i> Некоторые свойства некоммутативных пространств $H_p(A; l_1)$ и $H_p(A, l_\infty)$	116
<i>Жаугашева С.А., Ишмухамедов И.С., Валиолда Д.С., Жусупова Н.К.</i> Описание ультрахолодных атомов в гармонической ловушке.....	120
<i>Исатаев С.И., Тарасов С.Б., Толеуов Г., Исатаев М.С., Болысбекова Ш.А., Байгалиқызы Б.</i> Динамика вихревых возмущений на начальном и переходном участках трехмерных струи.....	125
<i>Қабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Сабалахова А.П., Джумагалиева А.И.</i> Модель бланка организации компьютерной лабораторной работы по исследованию интерференции света.....	131
<i>Кошеров Т.С., Турлыбекова Г.К., Нурахметова К.К., Сеитов А.</i> Модификация поверхности кремния при температурном и лазерном воздействии.....	137
<i>Мамаев Ш.М., Борашева И.Т.</i> Численное исследование распространения динамических возмущений в составных стержнях сеточно-характеристическим методом.....	145
<i>Қабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Сабалахова А.П., Джумагалиева А.И.</i> Модель организации компьютерной работы для исследования Допплера эффекта.....	155
<i>Манакоев С.М., Сагидолда Е.</i> Исследование физических свойств наноразмерных пленок пористого кремния.....	161
<i>Мусайф М., Ногайбаева М.О., Кудайкулов А.К.</i> Исследование термо-физико-механического состояния стержня фиксированной длины под воздействием теплового потока и теплообмена.....	168
<i>Кожамкулова Ж.Ж., Койшиева Т.К., Есентаев К.О.</i> Основы проектирования обучения средствам информационной технологии в процессе профессиональной подготовки будущих учителей.....	175
<i>Мусиралиев Ж.А., Омйрбек Г.О., Рсалина Л.А.</i> Решение задачи Коши для дифференциальных уравнений первого порядка с помощью таблицы.....	180
<i>Оразбаев С.А., Рамазанов Т.С., Досболаев М.К., Батрышев Д.Г., Буфенди Л.</i> Исследование процесса синтеза углеродных наночастиц в зависимости от параметров плазмы ВЧ разряда.....	186
<i>Ожикенов К.А., Михайлов П.Г., Рахимжанова П., Абдикулова З.</i> Вопросы обеспечения временной стабильности датчиков физических величин.....	191

Оразбаев С.А., Усенов Е.А., Рамазанов Т.С., Досболаев М.К., Утегенов А.У. Исследование температуры электронов комплексной плазмы в смесях инертных газов в вчср разряде оптическими и зондовыми методами.....	198
Сарсенгельдин М.М., Бижигитова Н.Т. Аналитическое решение уравнения теплопроводности с разрывными коэффициентами.....	204
Суйеубаев О.Б. Действие некоторых аспектов на поле и волны в системе RFID.....	207
Суранчиева З.Т., Отелбаева А.К. Основная структура обучения в высшем учебном заведении с информационно-образовательной средой.....	211
Умбетов А.У. Возможности использования биполяризатора изготовленного из исландского шпата.....	216
Евдокимов А.П., Исакова Г.М., Кыдилова С.А. Энергетические и фазовые характеристики дифракционных плоских печатных излучателей.....	222
Салгараева Г.И., Маханова А.С. Информационно-коммуникативные технологии в обучении детей с ограниченными возможностями здоровья.....	227
Алексеева Л.А. Обобщенные решения и сингулярные граничные интегральные уравнения краевой задачи теории упругости при сверхзвуковых транспортных нагрузках.....	191

CONTENTS

Theoretical and experimental researches

<i>Asanova A.T.</i> On the unique solvability of a nonlocal problem with integral conditions for system of hyperbolic equations of the second order.....	5
<i>Kudyshev Zh.A., Davletov A.E., Gabitov I.R., Kisan A., Mukhametkarimov Ye.S.</i> About an analytic solution to the equation describing the process of second harmonic generation in transition metamaterials.....	15
<i>Nurbakyt G., Kemelzhanova S.E., Makhabbat E.</i> Determination of the constituent mass and the meson mass via the complete hamiltonian.....	20
<i>Auelbekov O.A., Kataev N.S., Kunelbayev M.M., Salgaraeva G.I.</i> Determination of flat solar collectors of heat losses to the environment.....	28
<i>Bazhikov K.T., Kasimov A.O., Rakhimzhanov R.R., Kenzhebayev D.B.</i> The research of influence of temperature on stability in networks of fiber-optic connection lines.....	33
<i>Kudaibergenov A., Kudaibergenov Ask.</i> Comparative analysis of numerical methods for modelling of drill string nonlinear dynamics.....	37
<i>Boshkayev K.A., Suleymanova S.S., Zhami B.A., Taukenova A.S., Aimuratov Ye.K.</i> Correspondence of the Fock and the Kerr metrics.....	43
<i>Baraev A., Dzhanzakov I.I., Zhumabaev M.Zh., Kulzhatayeva K.M., Tulep A.S.</i> Application of the method of impact through the elastic element to hastily in the well column.....	49
<i>Batryshev D.G., Abdullin Kh.A., Ramazanov T.S., Gabdullin M.T., Ismailov D.V., Togambaeva A.K., Chihray E.V.</i> Synthesis of multiwalled carbon nanotubes and its composite by CVD method.....	55
<i>Issakhov As.A.</i> Minimal elements and minimal covers in Rogers semilattices.....	62
<i>Batryshev D.G., Abdullin Kh.A., Ramazanov T.S., Gabdullin M.T., Ismailov D.V., Chihray E.V.</i> Synthesis of multi-walled and single-walled carbon nanotubes by CVD method.....	66
<i>Ukrainets V.N., Otambaev Zh.O., Girnis S.R.</i> Influence of contact conditions on tunnel two-layer lining with a massif on its tense-deformed condition at action of transport loads.....	73
<i>Zhakupov K.B.</i> Modeling the dynamics of photons.....	80
<i>Dzhumagulova K.N., Ramazanov T.S., Masheyeva R.U., Donkó Z.</i> Effect of magnetic field on the oscillations of the dust particles.....	86
<i>Dostilek Dauitbek.</i> Clarkson weak majorization inequalities for τ -measurable operators.....	91
<i>Yeskaliyev M., Omirbek G.O., Chanbaeva M.K.</i> About determination of plastic stress distributed components according to the different conditions of plasticity.....	97
<i>Duisenova N.B., Baykazieva R.T., Nusipbekova A.N.</i> Application of computer technologies in the education system.....	102
<i>Altynbekov Sh.</i> On the method of solving the problem of process control calcium oil reservoirs and surface.....	105
<i>Dostilek D.</i> Subadditivity weak majorization inequalities for τ -measurable operators.....	111
<i>Tulenov K.</i> Some properties of the noncommutative $H_p^{(r,s)}(A; I_\infty)$ and $H_q(A; I_1)$ spaces.....	116
<i>Zhaugasheva S.A., Ishmukhamedov I.S., Valiolda D.S., Zhussupova N.K.</i> Description of ultracold atoms in a harmonic trap.....	120
<i>Isatayev S., Tarasov S., Toleuov G., Isatayev M., Bolysbekova Sh., Baygalikyzy B.</i> Dynamics of vortex perturbations in initial and transition three jet regions.....	125
<i>Kabyrbekov K.A., Ashirbaev Kh.A., Sabalakhova A.P., Zhumagalieva A.I.</i> Model of the form of the organization of computer laboratory operation on examination of the light interference.....	131
<i>Kosherov T.S., Turlybekova G.K., Nurakhmetova K.K., Seitov A.</i> Modification of a surface of silicon at temperature and laser effects.....	137
<i>Mamayev Sh.M., Borasheva I.T.</i> Numerical analysis of dynamic disturbances in the composite rod by grid-characteristic method.....	145
<i>Kabyrbekov K.A., Ashirbaev Kh.A., Sabalakhova A.P., Zhumagalieva A.I.</i> Model of the form of the organization of computer laboratory work on research of Doppler effect.....	155
<i>Manakov S.M., Sagidolda Ye.</i> Investigation of physical properties of nanoscale porous silicon films.....	161
<i>Marzhan M., Nogaibaeva M.O., Kudaikulov A.K.</i> Research thermo-physical-mechanical state of the rod of fixed length under vozdeystviya heat flow and heat transfer.....	168
<i>Kozhamkulova Zh.Zh., Koyshieva T.K., Yessentaev K.U.</i> Learning the basics of designing information technology tools for the vocational training of future teachers.....	175
<i>Musyraliev Zh.A., Omirbek G.O., Rsalina L.A.</i> Cauchy problem for first order differential equations using a table.....	180
<i>Orzabayev S.A., Ramazanov T.S., Dosbolayev M.K., Batryshev D.G., Boufendi L.</i> Synthesis of the carbon nanoparticles in the gas phase depending on the plasma parameters.....	186
<i>Ozhikenov K.A., Mikhailov P.G., Rakhimzhanova P., Abdikulov Z.</i> The issue of providing temporary stability of fluid sensors.....	191
<i>Orzabayev S.A., Ussenov Ye.A., Ramazanov T.S., Dosbolayev M.K., Utegenov A.U.</i> A calculation of the electron temperature of complex plasma in noble gases mixture in CCRF discharge.....	198
<i>Sarsengeldin M.M., Bizhigitova N.T.</i> Analytical solution of the heat equation with discontinuous coefficients and boundary flux condition.....	204

<i>Suieubaev O.B.</i> Action some aspects of the field and wave in the RFID.....	207
<i>Suranchieva Z.T., Otelbaeva A.K.</i> The basic structure of teaching in higher education institutions with information and educational environment.....	211
<i>Umbetov A.U.</i> Possibilities of the use bipolyarizator made from icelandic spar.....	216
<i>Evdokimov A.P., Iskakova G.M., Kydirova S.A.</i> Power and phase characteristics of diffraction flat printing radiators.....	222
<i>Salgaraeva G.I., Makhanova A.S.</i> Information and communication technologies in teaching children with disabilities.....	227
<i>Alexeyeva L.A.</i> The generalized decisions and singular boundary integral equations of the boundary value problem of elastodynamics at supersonic transport loads.....	191

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

physics-mathematics.kz

Редактор *М. С. Ахметова*

Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 9.06.2015.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

15,7 п.л. Тираж 300. Заказ 3.