

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

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 (313)

МАМЫР – МАУСЫМ 2017 Ж.

МАЙ – ИЮНЬ 2017 г.

MAY – JUNE 2017

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 ы
ф.-м.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғ.М. Мұтанов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Жұмаділдаев А.С. проф., академик (Қазақстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Қазақстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Өмірбаев У.У. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Жүсіпов М.А. проф. (Қазақстан)
Жұмабаев Д.С. проф. (Қазақстан)
Асанова А.Т. проф. (Қазақстан)
Бошқаев К.А. PhD докторы (Қазақстан)
Сұраған Д. PhD докторы (Қазақстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Қырғыстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Белорус)
Пашаев А. проф., академик (Әзірбайжан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5543-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.
Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор
д.ф.-м.н., проф. академик НАН РК **Г.М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

Джумадильдаев А.С. проф., академик (Казахстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Казахстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умирбаев У.У. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Жусупов М.А. проф. (Казахстан)
Джумабаев Д.С. проф. (Казахстан)
Асанова А.Т. проф. (Казахстан)
Бошкаев К.А. доктор PhD (Казахстан)
Сураган Д. доктор PhD (Казахстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Кыргызстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Беларусь)
Пашаев А. проф., академик (Азербайджан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

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, 2017

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

E d i t o r i n c h i e f
doctor of physics and mathematics, professor, academician of NAS RK **G.M. Mutanov**

E d i t o r i a l b o a r d:

Dzhumadildayev A.S. prof., academician (Kazakhstan)
Kalmenov T.Sh. prof., academician (Kazakhstan)
Zhantayev Zh.Sh. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umirbayev U.U. prof. corr. member. (Kazakhstan)
Zhusupov M.A. prof. (Kazakhstan)
Dzhumabayev D.S. prof. (Kazakhstan)
Asanova A.T. prof. (Kazakhstan)
Boshkayev K.A. PhD (Kazakhstan)
Suragan D. PhD (Kazakhstan)
Quevedo Hernando prof. (Mexico),
Dzhunushaliyev V.D. prof. (Kyrgyzstan)
Vishnevskiy I.N. prof., academician (Ukraine)
Kovalev A.M. prof., academician (Ukraine)
Mikhalevich A.A. prof., academician (Belarus)
Pashayev A. prof., academician (Azerbaijan)
Takibayev N.Zh. prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief.
Tiginyanu I. prof., academician (Moldova)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

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, 2017

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 313 (2017), 38 – 47

UDC:621.9

A. Askarova, A.S. Zhumakhanova, A. Kudaykulov, A.A.Tashev, G.S. Kaliyeva

RSE «ИКТ», Almaty;
KazATU named after S. Seyfullin, Almaty
"Kalieva G." <gulnara@ipic.kz>

**THE ENERGY METHOD IN THE STUDY OF STEADY-STATE
THERMOPHYSICAL CONDITION OF A ROD OF VARIABLE CROSS
SECTION IN THE PRESENCE OF HEAT FLOW, HEAT EXCHANGE
AND THERMAL INSULATION**

Abstract: Bearing elements of most strategic equipment are limited by length and of variable cross-section rods. Certain types of heat sources affect many of them. In order to ensure reliable operation of this equipment, it is necessary to know the temperature field along the length of the rod of variable cross section. The paper proposes a computational algorithm and method to determine the temperature field along the length of the rod of limited length and of variable cross-section. They are based on basic laws of energy conservation. Approximate analytical solution of the problem has been obtained.

Keywords: variable cross-section, cross section radius, heat source, rod length, rod volume, thermal conductivity, thermal exchange, convection.

УДК:621.9

А. Аскарова, А.С. Жумаханова, А. Кудайкулов, А.А. Ташев, Г.С. Калиева

РГП «ИИВТ», Алматы;
КазАТУ им. С. Сейфуллина, Алматы

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД В ИССЛЕДОВАНИИ
УСТАНОВИВШЕГОСЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
СТЕРЖНЯ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ
ТЕПЛОВОГО ПОТОКА, ТЕПЛООБМЕНА И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ**

Аннотация. Несущие элементы большинства стратегического оборудования являются стержнями ограниченной длины и переменного поперечного сечения. Многие из них испытывают воздействия определенных видов источников тепла. Для обеспечения надежной работы этого оборудования необходимо знать поле температуры по длине стержня переменного сечения. В работе предлагается вычислительный алгоритм и метод для определения поля температуры по длине стержня ограниченной длины и переменного поперечного сечения. Они основаны на фундаментальных законах сохранения энергии. Получено приближенно-аналитическое решение задачи.

Ключевые слова: переменное сечение, радиус сечения, источники тепла, длина стержня, объем стержня, теплопроводность, теплообмен, конвекция.

Введение. Определение законов распределения температуры по длине стержня ограниченной длины при воздействии разнородных видов тепла является основой исследования термо-напряжен-

ного деформированного состояния несущих стержневых элементов энергетических установок, двигателей внутреннего сгорания и водородных двигателей. Проблемой определения поля температур в твердых деформируемых телах занимаются многие видные ученые [1-3]. В [4-5] на основе метода конечных элементов определен закон распределения температуры по длине стержня ограниченной длины и постоянного сечения. В частности, в работе [5] рассматривается решение установившейся задачи по определению поля температуры по длине теплоизолированного по боковой поверхности горизонтального стержня ограниченной длины и постоянного поперечного сечения. При этом на площадь поперечного сечения с левого конца подводится поток тепла с постоянной интенсивностью, а на правом конце происходит конвективный теплообмен с окружающей средой.

При этом коэффициент теплообмена и температура окружающей среды считаются постоянными. В работе [6] рассмотрено влияние температуры на деформацию исследуемого элемента. Здесь же аналитически получен закон распределения температуры по длине стержня, когда боковая поверхность стержня теплоизолирована, левый конец находится под воздействием теплового потока, а на правом происходит теплообмен с окружающей средой. Кроме того, рассматривается задача определения поля температур по длине горизонтального стержня постоянного поперечного сечения. При этом на левый торец подается постоянная температура, а на оставшихся поверхностях стержня происходит теплообмен с окружающей средой. Полученные результаты хорошо согласуются с результатами, полученными в [7-9]. В [10] на основе закона сохранения энергии вариационным методом определяется процесс теплообмена между деформируемой оболочкой и окружающей жидкостью. В [11] на основе метода конечных элементов исследуется процесс теплопроводности в стержневых элементах ядерных энергетических установок. Там же приводится описание пакета прикладных программ, разработанных на базе современных инструментальных средств программирования, которые ориентированы на решение рассматриваемых задач. Действительно, разрабатываемый пакет в определенном смысле является универсальным, удобным для пользователей. В [12] исследуется нестационарное поле распределения температур в цилиндрических стержнях при воздействии лазерных источников тепла. Полученные в работе результаты можно использовать при исследовании нестационарных температурных процессов в стержне при наличии лазерных источников тепла. В [13-16] рассматриваются вычислительные методы, алгоритмы и пакет прикладных программ для исследования установившихся термо-напряженно-деформированного состояния стержня ограниченной длины и постоянного поперечного сечения при воздействии локальных тепловых потоков, температур, теплообменов, а также с учетом наличия локальных теплоизоляций. При этом для каждой рассматриваемой задачи выявлены соответствующие закономерности. Для некоторых задач определяются установившиеся поля температур, составляющие деформации и напряжения, а также поле перемещений. Получены выражения для вычисления величины удлинения и возникающего осевого сжимающего усилия. Там же, исследованы сходимость метода и точность полученных численных результатов. В отличие от вышеуказанных работ, в данной работе рассматривается разработка методов, вычислительных алгоритмов и программ, основанных на законе сохранения энергии для исследования установившегося термо-напряженно-деформированного состояния горизонтального стержня переменного сечения в виде круга. Радиус сечения уменьшается линейно по длине стержня начиная с левого конца. Боковая поверхность стержня тепло изолирована. На площадь поперечного сечения левого торца стержня подается тепловой поток с постоянной интенсивностью, а на правом конце происходит конвективный теплообмен с окружающей средой. При этом коэффициент теплообмена и температура окружающей среды считаются постоянными величинами. Для этой задачи сначала определяется закон распределения температуры по длине стержня. Далее, в случае если один конец стержня жестко зашпемлен, а другой свободен, вычисляется его удлинение в зависимости от действующих источников тепла, физических и геометрических характеристик стержня с учетом наличия теплоизоляции. В случае зашпемления обоих концов исследуемого стержня, определяется величина возникающего осевого сжимающего усилия с учетом реальных факторов. При этом также определяется закон распределения всех составляющих деформаций, напряжения и поле перемещений. При исследовании выявлены некоторые закономерности процесса. Следует отметить, что разработанные программы на Python оказались эффективными и удобными для пользователя.

Постановка задачи. Рассмотрим горизонтальный стержень переменного поперечного сечения. Ось Ox направим слева направо по оси стержня. Предположим, что поперечным сечением стержня является круг. Радиус поперечного сечения стержня меняется линейно по его длине, т.е. $r(x) = ax + b$, $0 \leq x \leq l$, где l [см] – длина стержня, $a, b = const$. Радиус площади поперечного сечения левого конца обозначим через b [см], т.е. $r(x=0) = a \cdot 0 + b = b$ [см]. Тогда радиус поперечного сечения правого конца будет равен $r(x=l) = a \cdot l + b$ [см]. Площадь поперечного сечения стержня по его длине меняется по квадратичному закону, т.е. $F(x) = \pi r^2 = \pi(ax + b)^2$, $0 \leq x \leq l$. Далее, предположим, что боковая поверхность исследуемого стержня является теплоизолированной. На площадь поперечного сечения левого конца подведен тепловой поток q [$\frac{Вт}{см^2}$] с постоянной интенсивностью, в то время как через площадь поперечного сечения правого конца проходит конвективный теплообмен с окружающей средой. При этом температура окружающей среды постоянна, т.е. T_{oc} [$^{\circ}C$] = const. Коэффициент теплообмена между материалом стержня и окружающей средой h [$\frac{Вт}{см^2 \cdot ^{\circ}C}$]. Теплофизические свойства материала стержня характеризуются коэффициентом теплопроводности k_{xx} [$\frac{Вт}{см \cdot ^{\circ}C}$]. При таких воздействиях требуется определить закон распределения температуры по длине исследуемого стержня переменного сечения. Расчетная схема рассматриваемой задачи приводится на рисунке 1.

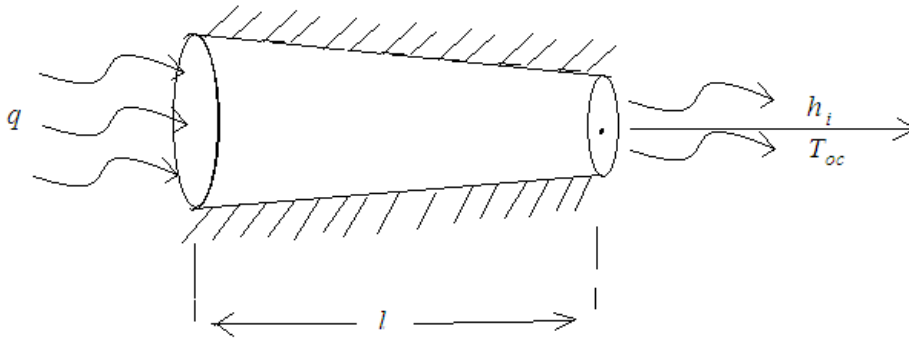


Рисунок 1 - Расчетная схема задачи

Решение проблемы. Для решения данной задачи, в соответствии с фундаментальным законом сохранения энергии [1] напишем функционал полной тепловой энергии для рассматриваемой задачи

$$I = \int_{S(x=0)} q T ds + \int_V \frac{k_{xx}}{2} \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 dv + \int_{S(x=l)} \frac{h}{2} (T - T_{oc})^2 ds \quad (1)$$

где $S(x=0)$ - площадь поперечного сечения левого конца стержня куда подведен тепловой поток q ; $S(x=l)$ - площадь поперечного сечения правого конца стержня через который происходит конвективный теплообмен. V - объем исследуемого стержня. Теперь, учитывая, что исследуемый процесс установившийся и боковая поверхность стержня полностью тепло изолирована, а также $q, h, T_{oc} = const$, поле распределения температуры по длине стержня аппроксимируем полным полиномом второго порядка

$$T(x) = ax^2 + bx + c = \varphi_i(x) \cdot T_i + \varphi_j(x) T_j + \varphi_k(x) T_k, \quad 0 \leq x \leq l \quad (2)$$

где $a, b, c = const$;

$$\left. \begin{aligned} \varphi_i(x) &= \frac{2x^2 - 3lx + l^2}{l^2} \\ \varphi_j(x) &= \frac{4lx - 4x^2}{l^2} \\ \varphi_k(x) &= \frac{2x^2 - lx}{l^2} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$T_i = T(x=0); \quad T_j = T(x = \frac{l}{2}); \quad T_k = T(x=l);$$

Воспользуясь (2-3) можно определить градиент температуры

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial x} &= \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} T_i + \frac{\partial \varphi_j}{\partial x} T_j + \frac{\partial \varphi_k}{\partial x} T_k = \\ &= \left(\frac{4x - 3L}{L^2} \right) T_i + \left(\frac{4L - 8x}{L^2} \right) T_j + \left(\frac{4x - L}{L^2} \right) T_k \end{aligned}$$

Кроме того функция (2) должна дать минимум к функционалу (1) полной тепловой энергии для стержня.

Сначала вычислим интегралы в (1) с учетом (2).

$$I_1 = \int_{S(x=0)} q T ds = F_0 q T_i \quad (4)$$

где $F_0 = F(x=0) = \pi(a \cdot 0 + b)^2 = \pi b^2$ - площадь поперечного сечения левого конца стержня, куда подведен тепловой поток - q .

$$\begin{aligned} I_2 &= \int_V \frac{k_{xx}}{2} \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 ds = \frac{k_{xx}}{2} \int_0^l F(x) \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 dx = \frac{k_{xx}}{2} \int_0^l (ax + b) \left[\frac{4x - 3l}{l^2} T_i + \frac{4l - 8x}{l^2} T_j + \frac{4x - l}{l^2} T_k \right]^2 dx = \\ &= \frac{k_{xx}}{12l} [(3al + 14b)T_i^2 + 16(al + 2b)T_j^2 + (11ab + 14b)T_k^2 - 8(al + 4b)T_i T_j + \\ &\quad + 2(al + 2b)T_i T_k - 8(3al + 4b)T_j T_k]; \end{aligned} \quad (5)$$

$$I_3 = \int_{S(x=l)} \frac{h}{2} (T - T_{oc})^2 = \frac{F_l \cdot h}{2} (T_k - T_{oc})^2; \quad (6)$$

где $F_l = a \cdot l + b$.

Подставляя (4-6) в (1) находим интегральный вид функционала полной тепловой энергии для рассматриваемой задачи.

$$\begin{aligned} I &= bq T_i + \frac{k_{xx}}{12l} [(3al + 14b)T_i^2 + 16(al + 2b)T_j^2 + (11al + 14b)T_k^2 - 8(al + 4b)T_i T_j + \\ &\quad + 2(al + 2b)T_i T_k - 8(3al + 4b)T_j T_k] + \frac{(al + b)h}{2} (T_k - T_{oc})^2; \end{aligned} \quad (7)$$

В этом выражении $I = I(T_i, T_j, T_k)$. Минимизируя I по T_i, T_j и T_k получим систему разрешающих уравнений с учетом естественных граничных условий

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial I}{\partial T_i} = 0; &\Rightarrow (3al + 14b)T_i - 4(al + 4b)T_j + (al + 2b)T_k = -\frac{6bql}{k_{xx}} \\ \frac{\partial I}{\partial T_j} = 0; &\Rightarrow -(al + 4b)T_i + 4(al + 2b)T_j - (3al + 4b)T_k = 0 \\ \frac{\partial I}{\partial T_k} = 0; &\Rightarrow (al + 2b)T_i - 4(3al + 4b)T_j + \\ &+ [(11al + 14b) + \frac{6l(al + b)h}{k_{xx}}]T_k = \frac{6l(al + b)h}{k_{xx}}T_{oc} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

После небольшого упрощения, систему (8) можно переписать в следующем виде.

$$\left. \begin{aligned} a_1T_i - 4a_2T_j + a_3T_k &= b_1 \\ -a_2T_i + 4a_3T_j - a_4T_k &= 0 \\ a_3T_i - 4a_4T_j + a_5T_k &= b_2 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где $a_1 = (3al + 14b)$; $a_2 = (al + 4b)$; $a_3 = (al + 2b)$; $a_4 = 3al + 4b$;

$$a_5 = (11al + 14b) + \frac{6l(al + b)h}{k_{xx}}; \quad b_1 = \frac{6lq}{k_{xx}}; \quad b_2 = \frac{6l(al + b)h \cdot T_{oc}}{k_{xx}}; \quad (10)$$

Далее, решая систему (9) определим узловое значение температуры T_i, T_j и T_k .

$$T_k = \frac{C_1b_4 - b_3C_3}{C_1C_4 - C_2C_3}; \quad T_j = -\frac{C_2}{C_1}T_k + \frac{b_3}{C_1}; \quad T_i = \frac{4a_2}{a_1}T_j - \frac{a_3}{a_1}T_k + \frac{b_1}{a_1}; \quad (11)$$

где $C_1 = \frac{4(a_1a_3 - a_2^2)}{a_1}$; $C_2 = \frac{a_2a_3 - a_1a_4}{a_1}$; $C_3 = \frac{4(a_2a_3 - a_1a_4)}{a_1}$;

$$C_4 = \frac{a_1a_5 - a_3^2}{a_1}; \quad b_3 = \frac{a_2b_1}{a_1}; \quad b_4 = \frac{a_1b_2 - b_1a_3}{a_1}; \quad (12)$$

Тогда закон распределения температуры по длине исследуемого стержня можно определить как:

$$T(x, l, h, k_{xx}, T_{oc}, q, a, b) = \frac{2x^2 - 3lx + l^2}{l^2}T_i + \frac{4lx - 4x^2}{l^2}T_j + \frac{2x^2 - lx}{l^2}T_k, \quad 0 \leq x \leq l \quad (13)$$

Анализ полученных результатов. Рассмотрим решение задачи при следующих исходных данных:

$$l = 90 \text{ см}; \quad a = -\frac{1}{15}; \quad b = 12 \text{ см}; \quad q = -500 \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2}; \quad k_{xx} = 100 \frac{\text{Вт}}{\text{см} \cdot ^\circ\text{C}}; \quad h = 10 \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2 \cdot ^\circ\text{C}};$$

$$T_{oc} = 20^\circ\text{C}, \quad T_k = T(x = l) = 120^\circ\text{C}; \quad T_j = T\left(x = \frac{l}{2}\right) = 483,46^\circ\text{C}. \quad T_i = T(x = 0) = 743,077^\circ\text{C}.$$

В этом случае, распределения температуры по длине исследуемого стержня согласно (13) имеет следующий вид

$$T(x, l, h, k_{xx}, T_{oc}, q, a, b) = -0,02564x^2 - 4,6154x + 743,077. \quad (14)$$

Тогда имеем:

$$\begin{aligned} T(x=0) &= T_i = 743,077^{\circ}C; \\ T(x=\frac{l}{2}) &= T(x=45) = T_j = 483,46^{\circ}C; \\ T(x=l) &= T(x=90) = 120^{\circ}C. \end{aligned}$$

Построим график поле распределения температуры по длине исследуемого стержня при принятых исходных данных (рисунок 2)

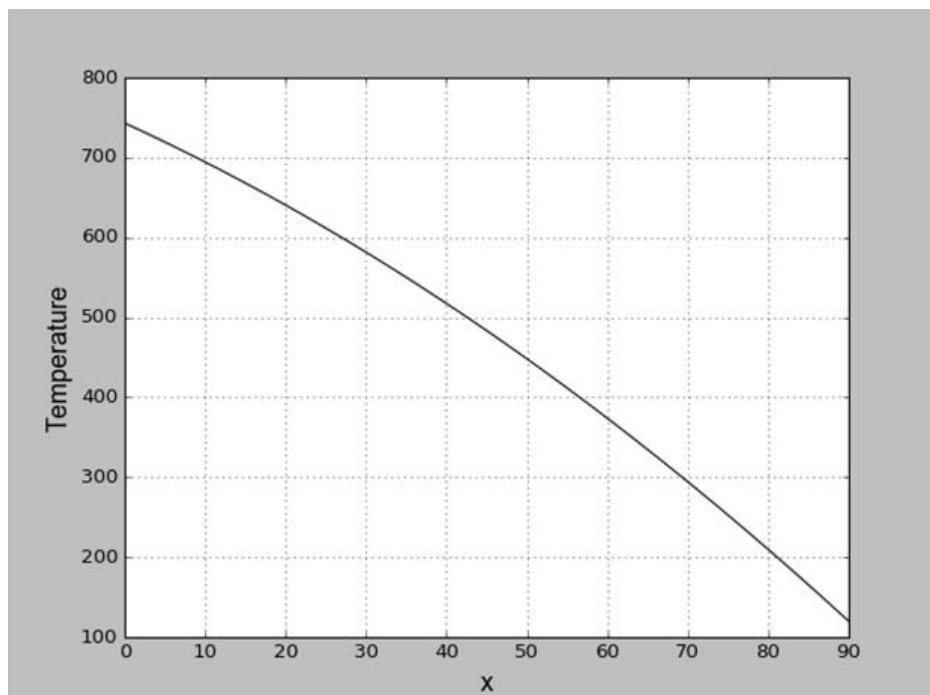


Рисунок 2 - Поле распределения температуры по длине стержня

Из рисунка видно, что закон распределения температур имеет слабо выраженный параболический характер. Это объясняется переменностью поперечного сечения стержня по его длине, которое изменяется по квадратичному закону, а радиус – по линейному закону.

Если один из концов стержня жестко зашпелен, а другой свободен, то из-за наличия источников тепла он удлиняется. Величина удлинения определяется на основе общих законов теплофизики:

$$\begin{aligned} \Delta l_T &= \int_0^l \alpha T(x) dx = \int_0^l \alpha (-0.02564x^2 - 4.6154x + 743.077) dx = \\ &= 0.0000125(-0.02564x^3 - 4.6154x^2 + 743.077x) \Big|_0^l = 0.524455 \end{aligned}$$

Здесь $\alpha = 0.0000125 \left(\frac{1}{^{\circ}C} \right)$ - коэффициент теплового расширения материала стержня.

Если оба конца стержня жестко зашпелены, то из-за теплового расширения в стержне возникает осевое сжимающее усилие. Его значение определяется с использованием условия совместности деформации [13]. В нашем случае согласно [13] значение осевого усилия определяется формулой:

$$R = -\frac{EF\Delta T}{l} = -\frac{E\Delta T}{l} \int_0^l F(x)dx = \frac{EF_{cp}\Delta T}{l}.$$

Так как $E=2 \cdot 10^6$ и $F_{cp}=9$, то имеем $R=-3062209.933$. В этом случае возникает поле распределения термо-упругой составляющей напряжения в сечениях исследуемого стержня, которое определяется как:

$$\sigma(x) = \frac{-3062209.933}{\left(-\frac{1}{15}x + 12\right)^2}, \quad 0 \leq x \leq l = 90 \text{ cm}$$

Закон распределения термо-упругой составляющей деформации определяется на основе законов теплофизики [13]:

$$\varepsilon(x) = \frac{\sigma(x)}{E}, \quad 0 \leq x \leq l = 90 \text{ cm}$$

Пользуясь найденным законом распределения температуры (14) можно определить закон распределения температурной составляющей деформации:

$$\varepsilon_T(x) = \alpha T(x) = \alpha(0.02564x^2 + 4.6154x - 743.077), \quad 0 \leq x \leq l = 90 \text{ cm}$$

Тогда в соответствии с обобщенным законом Гука определяется закон распределения температурной составляющей напряжения:

$$\sigma_T(x) = E\varepsilon_T(x) = 2 \cdot 10^6(0.02564x^2 + 4.6154x - 743.077), \quad 0 \leq x \leq l = 90 \text{ cm}$$

Пользуясь (18-19), можно определить закон распределения упругих составляющих деформации:

$$\varepsilon_x(x) = \varepsilon(x) - \varepsilon_T(x), \quad 0 \leq x \leq l = 90 \text{ cm}$$

Далее, на основании обобщенного закона Гука определяется закон распределения упругой составляющей напряжения:

$$\sigma_x(x) = \sigma(x) - \sigma_T(x), \quad 0 \leq x \leq l = 90 \text{ cm}$$

На рисунке 3 приводится закон распределения трех составляющих деформации по длине стержня переменного сечения, защемленного с двух концов.

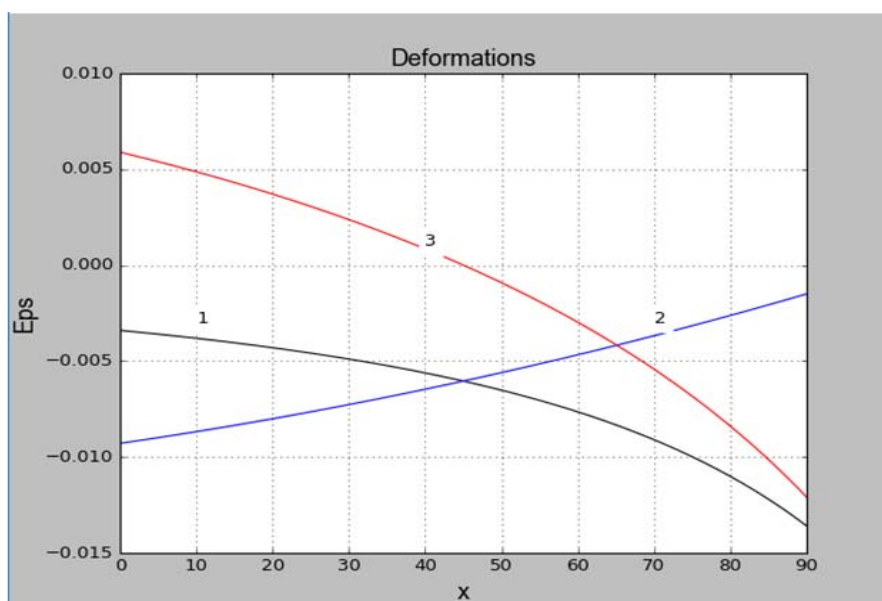


Рисунок 3 - Законы распределения деформации: 1 - $\varepsilon(x)$; 2 - $\varepsilon_T(x)$ и 3 - $\varepsilon_x(x)$

Из графика видно, что температурная и термо-упругая составляющие деформации имеют сжимающий характер по всей длине стержня. В то время как упругая составляющая деформации на участке $0 \leq x \leq l = 67 \text{ см}$ имеет растягивающий, а на участке $67 \leq x \leq l = 90 \text{ см}$ - сжимающий характер. Этот процесс обусловлен наличием большого теплового потока ($q = -500 \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2}$) на левом конце стержня, где площадь поперечного сечения на левом конце в четыре раза больше, чем на правом конце.

На рисунке 4 приводятся законы распределения трех составляющих напряжения по длине стержня переменного сечения, зашпеленные с двух концов.

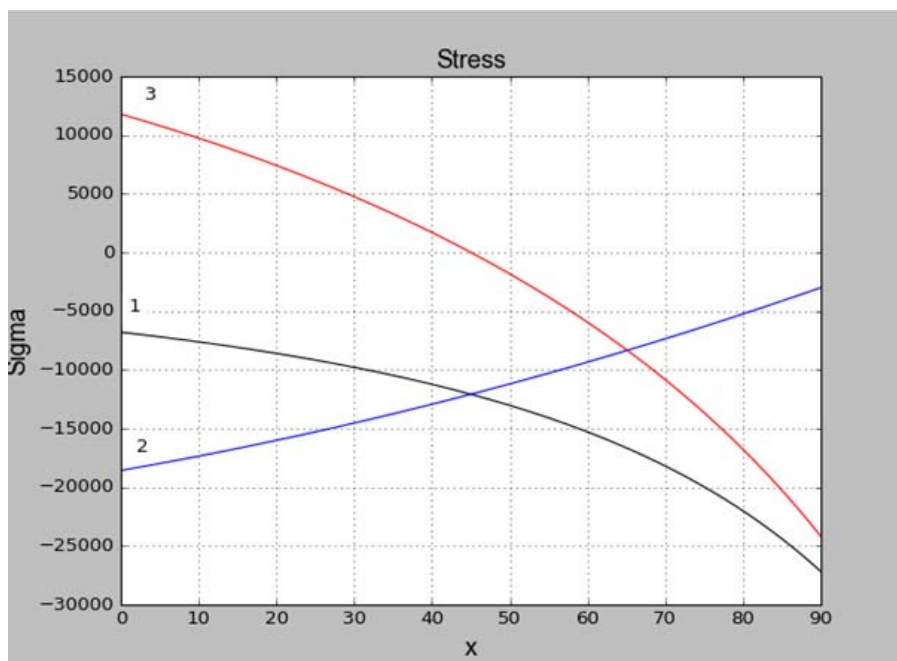


Рисунок 4 - Законы распределения напряжения: 1 - $\sigma(x)$; 2 - $\sigma_T(x)$ и 3 - $\sigma_x(x)$

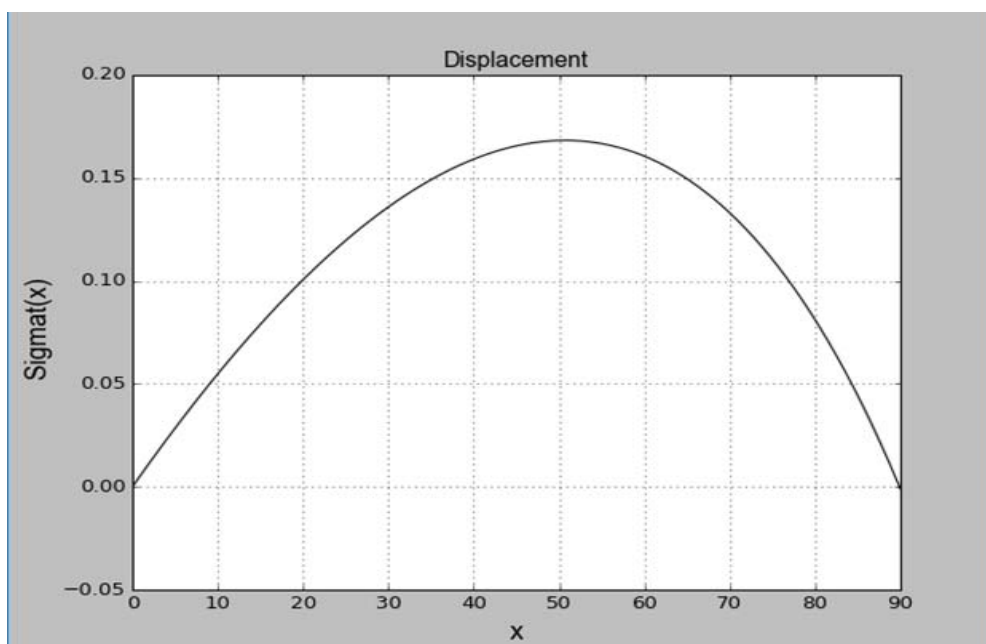


Рисунок 5 - Закон распределения перемещения сечений стержня

Из рисунка видно, что все составляющие напряжения имеют такой же характер, как и деформация.

На рисунке 5 представлен закон распределения перемещения сечений стержня.

Из рисунка видно, что все сечения перемещаются слева направо. Это также обусловлено наличием большого теплового потока на левом конце стержня. Наибольшее смещение соответствует сечению стержня с координатами $x=5l$ см, так как смещение на обоих концах стержня равно 0.

Заключение. Разработанные вычислительный алгоритм и метод, основанные на фундаментальном законе сохранения энергии позволяет решать множество прикладных инженерных задач с высокой точностью. Кроме того, они дают возможность решать множество прикладных инженерных задач теплопроводности с учетом наличия разнообразных видов локальных источников тепла.

Следует отметить, что предлагаемые алгоритм и метод позволяют одновременно определить законы распределения температуры, трех составляющих деформации и напряжения, а также перемещения. Наряду с этим определяются величины удлинения и возникающие осевые усилия. Полученные результаты позволяют провести глубокий анализ термо-напряжённого состояния стержня переменного сечения и ограниченной длины. С помощью разработанного подхода можно исследовать возникающие сложные термо-напряженно-деформированные состояния несущих элементов энергетических установок, двигателей внутреннего сгорания, реактивных и водородных двигателей, а также нефтеногревательных станций, применяемых при транспортировке высокопарафинистой нефти по трубопроводу.

Работа выполнена в рамках бюджетного грантового финансирования МОН РК на 2015-2017 годы (грант 3322/ГФ4). Название проекта: «Теоретические основы математического моделирования установившихся нелинейных, теплофизических процессов в жаропрочных сплавах». Регистрационный номер (РН) 0115РК00547.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Harr M.E. Groundwater and Seepage, McGraw-Hill, N.Y., 1962
- [2] Fung Y.C., Foundations of Solid Mechanics, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1965
- [3] Krieth F., Principles of Heat Transfer, 3-rd ed. Index Educational Publishers, N.Y., 1977
- [4] Huebner K.H. The Finite Element Method for Engineers, Wiley, N.Y., 1975
- [5] Harry J. Segerlind Applied Finite Element Analysis, N.Y., 1976
- [6] Visser W., Finite Element Method for Determination of Non-Stationary Temperature Distribution and Thermal Deformations, Proc. Conf. on Matrix Methods in Structural Mechanics, AirForce Inst. of Technology Wrights Patterson Air Force base, Dayton, Ohio, 1965
- [7] Conte S.D., Elementary Numerical Analysis, McCray-Hill, N.Y. 1965
- [8] Kreyszig E., Advanced Engineering Mathematics, 3-rd ed., Wiley, N.Y., 1972
- [9] Williams P.W., Numerical Computation, Nelson, Don Mill, Can., 1972
- [10] Johnson C., Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method, Cambridge University Press, Cambridge, 1987
- [11] Gaspar Jr., Moreira M.L., Desampaio P.A.B. Temperature Distribution Fuel Rods: A study on the Effect of Eccentricity in the Position of UO₂ Pellets., 0-th International Conference «Nuclear Energy for New Europe» 2011
- [12] IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics (Volume: 18, Issue: 1, Jan-feb. 2012)
- [13] Timoshenko S, Goodier J.N. Theory of Elastic. N.Y., 1951.

REFERENCES

- [1] Harr M.E. Groundwater and Seepage, *McGraw-Hill*, N.Y., **1962**(in Eng).
- [2] Fung Y.C., Foundations of Solid Mechanics, *Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.*, **1965**(in Eng).
- [3] Krieth F., Principles of Heat Transfer, 3-rd ed. *Index Educational Publishers, N.Y.*, **1977**(in Eng).
- [4] Huebner K.H. The Finite Element Method for Engineers, *Wiley, N.Y.*, **1975**(in Eng).
- [5] Harry J. *Segerlind Applied Finite Element Analysis, N.Y.*, **1976**(in Eng).
- [6] Visser W., Finite Element Method for Determination of Non-Stationary Temperature Distribution and Thermal Deformations, Proc. Conf. on Matrix Methods in Structural Mechanics, Air Force Inst. of Technology Wrights Patterson Air Force base, *Dayton, Ohio*, **1965** (in Eng).

- [7] Conte S.D., Elementary Numerical Analysis, *McCray-Hill, N.Y.* **1965**(in Eng).
[8] Kreyszig E., Advanced Engineering Mathematics, 3-rd ed., *Wiley, N.Y.*,**1972**(in Eng).
[9] Williams P.W., Numerical Computation, *Nelson, Don Mill, Can.*,**1972**(in Eng).
[10] Johnson C., Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method, *Cambridge University Press, Cambridge*, **1987**(in Eng).
[11] Gaspar Jr., Moreira M.L., Desampaio P.A.B. Temperature Distribution Fuel Rods: A study on the Effect of Eccentricity in the Position of UO₂ Pellets., *0-th International Conference «Nuclear Energy for New Europe»***2011**(in Eng).
[12] *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*.**2012**, 18, 1, Jan-feb.(in Eng).
[13] Timoshenko S, Goodier J.N. *Theory of Elastic. N.Y.*, **1951** (inEng).

ӘОЖ:621.9

А. Асқарова, А.С. Жұмаханова, А. Құдайқұлов, А.А. Ташев, Г.С. Қалиева

РМК «АЕТИ», Алматы қ., Қазақстан;
С. Сейфуллина атындағы ҚазАТУ, Алматы қ., Қазақстан

**АЙНЫМАЛЫ ЖЫЛУ АҒЫНЫНЫҢ ҚАТЫСУЫМЕН КӨЛДЕНЕҢ ҚИМАСЫНЫҢ,
ЖЫЛУ ЖӘНЕ ЖЫЛУ ОҚШАУЛАУМЕН БӨЛЕК ТҰРАҚТЫ ЖЫЛУФИЗИКАЛЫҚ
ЖАЙ-КҮЙІН ЗЕРТТЕУ ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ ӘДІСІ**

Аннотация. Көптеген стратегиялық құрылғылардың салмақ түсетін элементтері, ұзындығы шектеулі және айнымалы көлденең қиманың бағалалары болып табылады. Олардың көпшілігі жылу көздерінің жекелеген түрлерінің әсер етуі мүмкін. Жабдықтың сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін ауыспалы қима өзек ұзындығы бойымен температура өрісін білу қажет. Біз шектеулі ұзындығы өзек ұзындығы және айнымалы қимасы бойымен температура өрісін анықтау үшін есептеу алгоритмін және әдісін ұсынамыз. Олар энергияның сақталу заңдарына сәйкес негізделеді. Зерттеудің аналитикалық міндеттерінің шешімі алынды.

Түйін сөздер: айнымалы қима, қима радиусы, жылу көздері, бағана ұзындығы, жылу өткізгіштік, жылу алмасу, конвекция.

МАЗМУНЫ

<i>Бердібай С.Б., Парецкая Н.А., Сабитов А.Н., Исламов Р.А., Тамазян Р.А., Токмолдин С.Ж., Ильин А.И., Мартиросян К.С.</i> Иод және оның құрылымымен фенилалалиннің кешенді комплексі	5
<i>Кабышев А.М., Кутербеков К.А., Пенионжкевич Ю.Э., Маслов В.А., Мендибаев К., Соболев Ю.Г., Лукьянов С.М., Кабдрахимова Г.Д., Азнабаев Д., Курманжанов А.Т.</i> Өлшеу кезіндегі модификацияланған трансмиссионды әдіс негізінде – реакциялардың толық өлшемдерінің кателіктерін және ұшып келуші бөлшектердің энергиясы анықтау.....	10
<i>Бердібай С.Б., Парецкая Н.А., Сабитов А.Н., Исламов Р.А., Тамазян Р.А., Токмолдин С.Ж., Ильин А.И., Мартиросян К.С.</i> Иод және оның құрылымымен фенилалалиннің кешені комплекс фенилаланина с иодом и его структура.....	19
<i>Жұмағұлова Қ.Н., Рамазанов Т.С., Машеева Р.У., Донко З.</i> Үш өлшемді Юкава жүйесінің диффузия коэффициентіне сыртқы магнит өрісінің әсері.....	25
<i>Грушевская Е.А., Лебедев И.А., Темиралиев А.Т., Федосимова А.И.</i> Асимметриялы ядролардың өзара әрекеттерінде снарядтың ядросының толық талқандану жағдайларының сипаттамаларын зерттеу.....	30
<i>Асқарова А., Жұмаханова А.С., Құдайкұлов А., Ташев А.А., Қалиева Г.С.</i> Айнымалы жылу ағынының қатысуымен көлденең қимасының жылу және жылу окшаулаумен бөлек тұрақты жылуфизикалық жай-күйін зерттеу энергиясының әдісі.....	38
<i>Абишев М., Кенжебаев Н., Кенжебаева С., Джанибеков А.</i> Реакторлық нейтрондармен әсерлесудегі катализдық қоспаның изотоптық құрамын және энергия шығаруын есептеу.....	48
<i>Абишев М., Хасанов Н.</i> Жылулық нейтрондардың катализдық қоспамен (Pb, Bi, Po) әсерлесуін "IBUS" компьютерлік бағдарламалау кешенімен жобалау.....	53
<i>Алдабергенова Т.М., Ганеев Г.З., Кислицын С.Б., Досболаев М.К.</i> Графит бетінің термиялық эрозиясы мен құрылымына импульстік плазмалық сәулелендірудің ықпалы.....	57
<i>Жақып К.Б.</i> Стокса және Навье теңдеулерінің генеалогиялары. Дәрежелік реологиялық заңдар және теңдеулер.....	64
<i>Жаугашиева С.А., Валиолда Д.С., Джансейтов Д.М., Жусупова Н.К., Сериков Ж., Айтжан Ф.</i> Теоретическое исследование кулоновского развала гало ядер ¹¹ Be, ¹⁵ C.....	81
<i>Жаугашиева С.А., Сайдуллаева Г.Г., Нурбакова Г.С., Хабыл Н., Турарбекова М.М.</i> В(Bs) Мезонның ауыр мезондарға ыдырау қасиетін релятивистік әсерлесуін ескере отырып анықтау	86
<i>Қошанов Б.Д., Нұрыкенова Ж.С.</i> Жоғарғы ретті эллиптикалық теңдеулер үшін жалпылаған Дирихле - Нейман есебінің шешілімі туралы.....	95
<i>Құралбаев З.К., Оразаева А.Р., Рахимжанова З.М.</i> Жоғары көтерілген магма заттарының әсерінен болатын астеносферадағы қозғалыстың механика-математикалық моделі.....	103
<i>Мұқашев К.М., Казаченок В.В., Алиева М.Е.</i> Ғарыштық бөлшектер тұрғысынан физиканың іргелі проблемаларын оқытудың парадигмасы туралы жаңа көзқарастар.....	112
<i>Мырзақұл Т.Р., Таушинова А.С., Белисарова Ф.Б., Мырзақұл Ш.Р.</i> Гаусс-Бонн инвариантымен минималды емес байланыс кезіндегі <i>k</i> - эссенцияның инфляциялық моделі.....	120
<i>Омашова Г.Ш., Спабекова Р.С., Қабылбеков К.А., Саудахметов П.А., Абдрахманова Х.К., Арысбаева А.С.</i> Изохоралық процесті зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастырудың бланкі үлгісінің тапсырмаларын өз бетінше құрастыру.....	127
<i>Рябкин Ю.А., Рақыметов Б.А., Айтмукан Т.</i> Көміртек қабықшасының ЭПР-мәліметі негізінде қатты отын жалынының парамагниттік қасиетін анықтау мүмкіндігі.....	134
<i>Спабекова Р.С., Омашова Г.Ш., Қабылбеков К.А., Саудахметов П.А., Серикбаева Г.С., Актурева Г.К.</i> Тоқ көзін қосқанда және ажыратқанда тізбектегі токкүшінің өзгеруін зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты ұйымдастыруда матлав бағдарламасын қолдану.....	139
<i>Ташенова Ж.М., Калдарова М., Мусайф М.</i> Жылу ағыны, жылу алмасу және жылу изоляциясы бар үшөлшемді есептің тұрақты температуралы күйіндегі сандық сипаттамасы.....	148
<i>Ташенова Ж.М., Мусайф М., Калдарова М.</i> Термосерпімділікті есептеудегі энергетикалық әдісі.....	155
<i>Тұрғанбай Қ.Е., Қалдыбекова С.У.</i> Жоғарғы мектепте информатика пән мұғалімнің ойлау қабілетін жетілдіру ерекшеліктері.....	163
<i>Шоманов А.С., Ахмед-Заки Д.Ж., Амирғалиев Е.Н., Мансурова М.Е.</i> Кілттерді Mapreduce үлгісінде тарату есебі туралы	167
<i>Бакирова Э.А., Исакова Н.Б., Уаисов Б.</i> Параметрі бар фредгольм интегралдық- дифференциалдық теңдеуі үшін сызықты шеттік есепті шешудің бір алгоритмі туралы	173
<i>Ақылбаев М.И., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> Коэффициенті тұрақты, бірінші ретті кәдімгі дифференциалдық теңдеудің сингуляр әсерленген Коши есебін аргументтің ауытқыту әдісі арқылы шешу.....	181
<i>Рустемова К.Ж., Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И.</i> Коэффициенттері тұрақты, екінші ретті кәдімгі дифференциалдықтеңдеудің сингуляр әсерленген Коши есебін аргументтің ауытқыту әдісі арқылы шешу.....	193
<i>Аширбаев Х.К., Қабылбеков К.А., Абдрахманова Х.А., Джумағалиева А.И., Кыдырбекова Ж.Б.</i> MATLAB бағдарлама пакетін қолданып электр және магнит өрістерін зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмыстарды ұйымдастыру.....	206

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Бердибай С.Б., Парецкая Н.А., Сабитов А.Н., Исламов Р.А., Тамазян Р.А., Токмолдин С.Ж., Ильин А.И., Мартиросян К.С.</i> Комплекс фенилаланина с иодом и его структура.....	5
<i>Кабышев А.М., Кутербеков К.А., Пенионжкевич Ю.Э., Маслов В.А., Мендибаев К., Соболев Ю.Г., Лукьянов С.М., Кабдрахимова Г.Д., Азнабаев Д., Курманжанов А.Т.</i> Статистические и систематические погрешности, полное сечение реакции, γ -спектрометр.....	10
<i>Бердибай С.Б., Парецкая Н.А., Сабитов А.Н., Исламов Р.А., Тамазян Р.А., Токмолдин С.Ж., Ильин А.И., Мартиросян К.С.</i> Комплекс фенилаланина с иодом и его структура.....	19
<i>Джумагулова К.Н., Рамазанов Т.С., Машеева Р.У., Донко З.</i> Влияние внешнего магнитного поля на коэффициент диффузии трехмерной Юкава системы.....	25
<i>Грушевская Е.А., Лебедев И.А., Темиралиев А.Т., Федосимова А.И.</i> Исследование событий полного разрушения ядра снаряда во взаимодействиях асимметрических ядер.....	30
<i>Аскарова А., Жумаханова А.С., Кудайкулов А., Ташев А.А., Калиева Г.С.</i> Энергетический метод в исследовании установившегося теплофизического состояния стержня переменного сечения при наличии теплового потока, теплообмена и теплоизоляции.....	38
<i>Абишев М., Кенжебаев Н., Кенжебаева С., Джанибеков А.</i> Расчет изотопного состава каталитического материала при облучении реакторными нейтронами.....	48
<i>Абишев М., Хасанов М.</i> Моделирование взаимодействия тепловых нейтронов каталитическим составом (Pb,Bi,Po) с помощью программного комплекса "IBUS".....	53
<i>Алдабергенова Т.М., Ганеев Г.З., Кислицин С.Б., Досболаев М.К.</i> Влияние импульсного плазменного облучения на термическую эрозию и структуру поверхности графита.....	57
<i>Джакупов К.Б.</i> Генезис уравнений Стокса и Навье. Степенные реологические законы и уравнения.....	64
<i>Жаугашева С.А., Валиолда Д.С., Джансейтов Д.М., Жусупова Н.К., Сериков Ж., Айтжан Ф.</i> ^{11}Be , ^{15}C Гало ядроларының кулондық күйреуін теориялық зерттеу.....	81
<i>Жаугашева С.А., Сайдудлаева Г.Г., Нурбакова Г.С., Хабыл Н., Турарбекова М.М.</i> Определение свойств тяжелого V(Bs)-мезона в рамках релятивистского характера взаимодействия.....	86
<i>Кошанов Б.Д., Нуриенова Ж.С.</i> О разрешимости обобщенной задачи Дирихле - Неймана для эллиптического уравнения высокого порядка.....	95
<i>Куралбаев З.К., Оразаева А.Р., Рахимжанова З.М.</i> Механико-математическая модель движений в астеносфере под воздействием поднимающихся мантийных веществ.....	103
<i>Мукашев К.М., Казаченок В.В., Алиева М.Е.</i> О новых взглядах на парадигму обучения фундаментальным проблемам физики на примере частиц космического происхождения.....	112
<i>Мырзақұл Т.Р., Таукенова А.С., Белисарова Ф.Б., Мырзақұл Ш.Р.</i> Инфляционная модель k -эссенции при неминимальной связи с инвариантом Гаусса-Боннэ.....	120
<i>Омашова Г.Ш., Саббекова Р.С., Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Абдрахманова Х.К., Арысбаева А.С.</i> Самостоятельное конструирование заданий для выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию изохорного процесса.....	127
<i>Рябкин Ю.А., Ракыметов Б.А., Айтмуқан Т.</i> О возможности определения парамагнитных характеристик пламени твердого топлива на основе ЭПР-данных углеродных пленок.....	134
<i>Саббекова Р.С., Омашова Г.Ш., Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Серикбаева Г.С., Актуреева Г.К.</i> Организация компьютерных лабораторных работ по исследованию тока включения и выключения с использованием пакета программ MATLAB.....	139
<i>Ташенова Ж.М., Калдарова М., Мусайф М.</i> Численное обоснование одномерности некоторой трехмерной задачи установившегося температурного состояния при наличии теплового потока, теплообмена и теплоизоляции.....	148
<i>Ташенова Ж.М., Мусайф М., Калдарова М.</i> Энергетический метод в решении задач термоупругости.....	155
<i>Турганбай К.Е., Қалдыбекова С.У.</i> Особенности развития мышления учителя информатики в высшей школе.....	163
<i>Шоманов А.С., Ахмед-Заки Д.Ж., Амирғалиев Е.Н., Мансурова М.Е.</i> О задаче оптимизации распределения ключей в Mapreduce модели.....	167
<i>Бакирова Э.А., Искакова Н.Б., Уайсов Б.</i> Об одном алгоритме решения линейной краевой задачи для интегро-дифференциального уравнения Фредгольма с параметром.....	173
<i>Ақылбаев М.И., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> Решение сингулярно возмущенной задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка с постоянным коэффициентом методом отклоняющегося аргумента.....	181
<i>Рустемова К.Ж., Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И.</i> Решение сингулярно возмущенной задачи Коши, для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами, методом отклоняющегося аргумента.....	193
<i>Аширбаев Х.К., Кабылбеков К.А., Абдрахманова Х.А., Джумасалиева А.И., Кыдырбекова Ж.Б.</i> Организация компьютерной лабораторной работы по исследованию электрического и магнитного полей с использованием пакета программ MATLAB.....	206

CONTENTS

<i>Berdibay S.B., Paretskaya N.A., Sabitov A.N., Islamov R.A., Tamazyan R.A., Tokmoldin S.Zh., Ilin A.I., Martirosyan K.S.</i> Phenylalanine - iodine complex and its structure.....	5
<i>Kabyshv A.M., Kuterbekov K.A., Penionzhkevich Yu.E., Maslov V.A., Mendibayev K., Sobolev Yu.G., Lukyanov S.M., Kabdrakhimova G. D., Aznabayev D. T., Kurmanzhanov A. T.</i> Errors in the total reaction cross sections and energies of incident particles measured using modified transmission technique	10
<i>Berdibay S.B., Paretskaya N.A., Sabitov A.N., Islamov R.A., Tamazyan R.A., Tokmoldin S.Zh., Ilin A.I., Martirosyan K.S.</i> Phenylalanine complex with iodine and its structure.....	19
<i>Dzhumagulova K.N., Ramazanov T.S., Masheyeva R.U., Donkó Z.</i> Effect of magnetic field on diffusion coefficients of the three-dimensional yukawa systems.....	25
<i>Grushevskaya E.A., Lebedev I.A., Temiraliev A.T., Fedosimova A.I.</i> Study on events with complete destruction of projectile nucleus in interactions of asymmetric nuclei	30
<i>Askarova A., Zhumakhanova A.S., Kudaykulov A., Tashev A.A., Kaliyeva G.S.</i> The energy method in the study of steady-state thermophysical condition of a rod of variable cross section in the presence of heat flow, heat exchange and thermal insulation.....	38
<i>Abishev M., Kenzhebayev N., Kenzhebayeva S., Dzhanbekov A.</i> Calculation of isotopic composition of catalytic material under radiation by reactor neutrons.....	48
<i>Abishev M., Khassanov M.</i> Simulation of the thermal neutrons interaction with catalytic composition (Pb, Bi, Po) by "IBUS" software.....	53
<i>Aldabergenova T.M., Ganeyev G.Z., Kislitsin S.B., Dosbolaev M.K.</i> Effect of pulsed plasma irradiation on thermal erosion and structure of graphite surface.....	57
<i>Jakupov K.B.</i> Genealogy of the Stokes and Navier equations. Degree rheological laws and equations.....	64
<i>Zhaugasheva S.A., Valiolda D.S., Janseitov D.M., Zhussupova N.K., Serikov Zh., Aitzhan F.</i> Theoretical study of the coulomb breakup of the halo nuclei ^{11}Be , ^{15}C	81
<i>Zhaugasheva S.A., Saidullaeva G.G., Nurbakova G.S., Khabyl N., Turarbekova M.M.</i> Determination properties of heavy decay in the B(Bs) meson in the framework of the relativistic character of the interaction.....	86
<i>Koshanov B.D., Nurikenova J.</i> On solvability of the generalized Dirichlet-Neiman problem for a high order elliptic equation.....	95
<i>Kuralbaev Z.K., Orazaeva A.R., Rahimzhanova Z.M.</i> Mechanical-mathematical model of kinematics in the asthenosphere under the influence of rising mental substances.....	103
<i>Mukashev K.M., Kazachenok V.V., Alieva M.E.</i> About new look at the paradigm of study fundamental problems of physics of cosmic the example of origin.....	112
<i>Myrzakul T.R., Taukenova A.S., Belisarova F.B., Myrzakul S.R.</i> Inflation model of k -essence for non minimally coupled Gauss-Bonnet invariant.....	120
<i>Omashova G. Sh., Spabekova R.S., Kabylbekov K.A., Saidakhmetov P.A., Abdrakhmanova KH.K., Arysbaeva A.S.</i> Independent designing of tasks for performance of computer laboratory work on the investigation of the isophoric process...	127
<i>Ryabikin Yu.A., Rakymetov B.A., Aitmukan T.</i> On the possibility of determination of paramagnetic characteristics of flame of solid fuel on the basis of epr-data carbon films.....	134
<i>Spabekova R. S., Omashova G.SH., Kabylbekov K. A., Saidakhmetov P. A., Serikbaeva G.S., Aktureeva G.K.</i> Organization of computer laboratory works on the research of turnonand turnoff current with the use of matlab program package	139
<i>Tashenova Zh., Kaldarova M., Mussaif M.</i> One-dimensional numerical substantiation of some three-dimensional problem steady state temperature in the presence of heat flow, heat exchange and thermal insulation.....	148
<i>Tashenova Z., Mussaif M., Kaldarova M.</i> Energy method in decision problems thermoelasticity.....	155
<i>Turganbay K.E., Kaldibekoba S.U.</i> Features of thinking of the teacher of Informatics in high school.....	163
<i>Shomanov A.S., Akhmed-Zaki D.Zh., Amirgaliyev E.N., Mansurova M.E.</i> About the problem of key distribution in Mapreduce model	167
<i>Bakirova E.A., Iskakova N.B., Uaisov B.</i> On the algorithm for solving of a linear boundary value problem for fredholm integro-differential equation with parameter.....	173
<i>Akylbaev M.I., Saprigina M.B., Shaldanbaeva A.Sh.</i> Solution of a singularly perturbed Cauchy problem, for an ordinary differential equation of the first order with a constant coefficient, by the method of a deviating argument.....	181
<i>Rustemova K.Zh., Shaldanbaeva A.Sh., Akylbaev M.I.</i> Solution of a singularly perturbed Cauchy problem for an ordinary second-order differential equation with constant coefficients by the method of a deviating argument.....	193
<i>Ashirbaev H.A., Kabylbekov K. A., Abdrakhmanova H. K., Dzhumagalieva A.I., Kydyrbekova Zh.B.</i> Organization of computer laboratory works to study electric and magnetic fields using the software package matlab.....	206

**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 сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.physics-mathematics.kz>

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Редакторы *М. С. Ахметова, Д.С. Аленов, Т.А. Апендиев*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 10.04.2017.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
6,5 п.л. Тираж 300. Заказ 3.

Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19