ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 10

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 10

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

SANOAT PLASTINASIDA KONVEKSIYA–DIFFUZIYA JARAYONINI SONLI MODELLASHTIRISH

Ismoilov A.I
Farg‘ona Davlat Universiti dotsenti
E-mail: ismoilov2408@gmail.com .
Mamajonova D.D.
Farg‘ona Davlat Universiti magistranti,
E-mail: mamajonovadilnoza1995@gmail.com.

Annotatsiya. Ushbu maqolada sanoat plastinalarida statsionar issiqlik tarqalish jarayonining matematik modeli elliptik tipdagi xususiy hosilali differensial tenglama orqali ifodalanadi. Masalaning qo‘yilishi, chegaraviy shartlar va sonli yechish usullari batafsil bayon qilingan. Ayirmali sxemalar bilan chiziqli algebraik tenglamalar sistemasi hosil qilingan. Ushbu sistemani yechish uchun Gauss–Zeydel iteratsion usuli qo‘llanilib, yechim olingan. Olingan natijalar jadval va grafiklar orqali tahlil qilinib, issiqlik tarqalish qonuniyatlari aniqlangan. Maqolada keltirilgan usul va natijalar sanoatda energiya samaradorligini oshirish va konstruksiyalarning ishonchliligini ta’minlashda amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: elliptik tenglama, issiqlik tarqalish, ayirmali sxemalar usuli, Gauss–Zeydel usuli, iteratsion jarayon, matematik modellashtirish, sanoat plastinasi.

Abstract. In this article, a mathematical model of the stationary heat dissipation process in industrial plates is expressed by an elliptic type partial differential equation. The problem statement, boundary conditions, and numerical solution methods are described in detail. A system of linear algebraic equations with differential schemes is formed. The Gauss–Seidel iterative method is used to solve this system, and a solution is obtained. The results obtained are analyzed using tables and graphs, and the laws of heat dissipation are determined. The method and results presented in the article are of practical importance in increasing energy efficiency in industry and ensuring the reliability of structures.

Keywords: elliptic equation, heat dissipation, differential schemes method, Gauss–Seidel method, iterative process, mathematical modeling, industrial plate.

Аннотация. В данной статье представлена математическая модель стационарного процесса теплоотдачи в промышленных пластинах, выраженная в виде эллиптического дифференциального уравнения в частных производных. Подробно описаны постановка задачи, граничные условия и методы численного решения. Сформирована система линейных алгебраических уравнений с дифференциальными схемами. Для решения этой системы использован итерационный метод Гаусса-Зейделя, получено решение. Полученные результаты проанализированы с помощью таблиц и

ISSN 3030-3907

графиков, определены закономерности теплоотдачи. Представленный в статье метод и результаты имеют практическое значение для повышения энергоэффективности в промышленности и обеспечения надежности конструкций.

Ключевые слова: эллиптическое уравнение, теплоотдача, метод дифференциальных схем, метод Гаусса-Зейделя, итерационный процесс, математическое моделирование, промышленная пластина.

KIRISH.

Zamonaviy sanoat texnologiyalarida issiqlik jarayonlarini samarali boshqarish mahsulot sifati, energiya tejamkorligi va konstruksiyalarning uzoq muddatli ishonchliligini ta’minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Metallurgiya, aerokosmik muhandislik, mikroelektronika, energetika va kompozit materiallar ishlab chiqarish jarayonlarida yupqa plastinalar va listli konstruksiyalar keng qo‘llaniladi. Ushbu konstruksiyalarda harorat maydonining notekis taqsimlanishi ichki mexanik kuchlanishlar, qoldiq deformatsiyalar, mikrostrukturaviy buzilishlar va materialning funksional xossalarining pasayishiga olib keladi. Natijada mahsulotning ekspluatatsion ishonchliligi kamayadi va iqtisodiy yo‘qotishlar yuzaga keladi.

Konveksiya-diffuziya jarayonlari tabiiy va texnologik tizimlarda moddalarning fazoda tarqalishini tavsiflovchi muhim fizik hodisalardan biridir. Atmosferada ifloslantiruvchi moddalarning shamol ta’sirida ko‘chishi, suyuqliklarda aralashmalar migratsiyasi, issiqlik almashinuvi jarayonlari va kimyoviy reaktorlar ichidagi massa almashinuvi kabi ko‘plab amaliy masalalar aynan adveksiya-diffuziya tenglamalari orqali modellashtiriladi.

Masalaning qo‘yilishi. O‘lchami 1г 1 maydonga chap tomondan kirayotgan konsentratsiyaning o‘ng tomonga oqim bilan tarqalish funksiyasini toping .

Ushbu masalaning matematik modeli quyidagicha ko‘rinishga ega:

$\Omega = \{0 < x < 1, 0 < y < 1\}$ ikki o‘lchovli sohada chap chegaradan kirayotgan moddaning o‘ng tomonga yo‘nalgan oqim ta’sirida tarqalishi jarayoni quyidagi elliptik tipdagi xususiy hosilali differensial tenglama bilan ifodalanadi: sohada

$$u_{xx} + u_{yy} + u_x = 0 \qquad (1)$$

quyidagi tenglamani hamda

$$u(0,y) = \sin(\pi y),\ u(1,y) = 0,\ u(x,0) = 0,\ u(x,1) = 0 \qquad (2)$$

chegaraviy shartlarni qanoatlantiruvchi yechim topilsin.

ISSN 3030-3907

Berilgan masalani analitik usulda yechish murakkab bo‘lgani uchun sonli yechish usuliga murojaat qilamiz. Eng keng tarqalgan va samarali usullardan biri bu chekli ayirmalar usuli bo‘lib, uni to‘rlar usuli deb ham atashadi.

Chekli ayirmalar usulining mohiyati shundan iboratki, biz uzluksiz sohani diskret nuqtalar to‘plami bilan almashtiramiz va hosilalarni ayirmali nisbatlar bilan approksimatsiya qilamiz. Buning uchun avvalo hisoblash sohasida to‘r tuzishimiz kerak.

Ω sohasida quyidagi to‘rni kiritamiz:

$$x_i = i \cdot h, \qquad i = 0,1,...,N$$
$$y_j = j \cdot \tau, \qquad j = 0,1,...,M.$$

Bu yerda h va τ qadamni bildiradi, N va M esa bo‘laklar soni. Biz $h = 0.1$ deb olamiz, u holda $n = 10$ bo‘ladi. Natijada har bir yo‘nalishda 11 tadan tugun hosil bo‘lib, umumiy tugunlar soni 121 tani tashkil qiladi. Bu tugunlardan chegarada joylashganlari 40 ta, ichki tugunlar esa 81 ta bo‘ladi.

Endi (1) tenglamani (2) va (3) shartalari bilan birga ayirmali sxemalarga o‘tkazamiz. Ya’ni:

$$U_{xx} = \frac{U_{i+1,j} - 2U_{ij} + U_{i-1,j}}{h^2}, \qquad U_{yy} = \frac{U_{i,j+1} - 2U_{ij} + U_{i,j-1}}{\tau^2}, \qquad U_x = \frac{U_{i+1,j} - U_{i-1,j}}{2h}$$

Bunda, $h = \tau = 0.1$.

Chegaraviy shartlar esa quyidagicha ifodalanadi:

$$U(0,j) = \sin(\pi y_j), \qquad U(N,j) = 0, \qquad U(i,0) = 0, \qquad U(i,M) = 0.$$

Yuqorida hosil qilingan ifodalarga asosan (1) tenglamaning ayirmali sxemalardagi to‘liq ko‘rinishini topamiz:

$$\frac{U_{i+1,j} - 2U_{ij} + U_{i-1,j}}{h^2} + \frac{U_{i,j+1} - 2U_{ij} + U_{i,j-1}}{\tau^2} + \frac{U_{i+1,j} - U_{i-1,j}}{2h} = 0. \qquad (3)$$

(3) ifodani soddalashtiramiz hamda $U_{i,j}$ ifodani topib , quyidagi natijaga ega bo‘lamiz:

$$U_{i,j} = \frac{1}{4}\left[\left(1 + \frac{h}{2}\right)U_{i+1,j} + \left(1 - \frac{h}{2}\right)U_{i-1,j} + U_{i,j+1} + U_{i,j-1}\right].$$

$h = 0.1$ ekanligini hisobga olib, yakuniy formulani hosil qilamiz:

$$U_{i,j} = \frac{1.05U_{i+1,j} + 0.95U_{i-1,j} + U_{i,j+1} + U_{i,j-1}}{4}. \qquad (4)$$

Endi to‘rning boshqa tugun nuqtalaridagi qiymatlarini (4)ifodadan foydalanib, topamiz. Masalan, $i = 1$, $j = 1-$ birinchi tugun uchun quyidagi tenglamani olamiz:

ISSN 3030-3907

$$1.05U_{2,1}+0.95U_{0,1}+U_{1,2}+U_{1,0}-4U_{1,1}=0.$$

Bunga chegaraviy shartlarni qo‘yamiz:

$$U_{1,0}=0-\text{pastki chegara,}$$

$U_{0,1}=\sin(\pi y_1)$, $y=0.1$, $\sin(0.1\pi)=0.3090-$ chap tarafdagi chegara.

Demak, birinchi tenglama:

$$-4U_{1,1}+1.05U_{2,1}+U_{1,2}=-0.2936$$

ko‘rinishga ega bo‘ladi.

Xuddi shunday, $i=2, j=1$ – ikkinchi tugun uchun tenglamani hosil qilamiz. Ya’ni:

$$1.05U_{3,1}+0.95U_{1,1}+U_{2,2}+U_{2,0}-4U_{2,1}=0.$$

Pastki chegara: $U_{2,0}=0$. Bu tugunda barcha chegaralar ichki bo‘lib, quyidagicha ko‘rinishga ega bo‘lamiz:

$$0.95U_{1,1}-4U_{2,1}+1.05U_{3,1}+U_{2,2}=0.$$

Shunday qilib, har bir ichki tugun uchun shunday tenglamalaryozib chiqiladi. Natijada, $AU=b$ ko‘rinishidagi algebraik tenglamalar sistemasi hosil bo‘ladi va uning matritsasi quyidagi matritsa bilan ifodalanadi:

$$A=\begin{bmatrix} -4 & 1.05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.95 & -4 & 1.05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.95 & -4 & 1.05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.95 & -4 & 1.05 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.95 & -4 & 1.05 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.95 & -4 & 1.05 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.95 & -4 & 1.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.95 & -4 & 1.05 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.95 & -4 \end{bmatrix}$$

Hosil qilingan ayirmali sxema natijasida chiziqli algebraik tenglamalar sistemasi hosil bo‘ldi. Ushbu sistema ko‘rinishi jihatidan katta o‘lchamli bo‘lib, uni to‘g‘ridan-to‘g‘ri Gauss usuli yordamida yechish hisoblash jihatdan murakkab va noqulaydir. Shu sababli sistemani yechishda iteratsion usullardan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Iteratsion usullar ichida soddaligi va tez yaqinlashishi sababli Gauss–Zeydel usuli keng qo‘llaniladi.

Gauss–Zeydel usulining mohiyati shundan iboratki, har bir noma’lum ketma-ket ravishda hisoblab chiqiladi va yangi topilgan qiymatlar keyingi hisoblashlarda darhol qo‘llaniladi. Bu esa oddiy iteratsiya usuliga nisbatan tezroq

ISSN 3030-3907

yaqinlashishni ta’minlaydi Gauss-Zeydel usulida dastlab, nolinchi yaqinlashish sifatida quyidagi ifodani tanlab olamiz:

$$U_{i,j}^{(0)} = 0.$$

Keyin har bir tugun uchun (4) ga ko‘ra iteratsion ifodani yozib olamiz:

$$U_{i,j}^{(k+1)} = \frac{1.05U_{i+1,j}^{(k)} + 0.95U_{i-1,j}^{(k+1)} + U_{i,j+1}^{(k)} + U_{i,j-1}^{(k+1)}}{4}.$$

Chegaraviy shartlar esa, $U_{0,j} = \sin\left(\pi y_j\right)$ bo‘ladi. Bu yerda $y_j = 0.1j$. Qolgan barcha chegaralar nol.

Hisoblashlar $i = 1$ dan 9 gacha va $j = 1$ dan 9 gacha bo‘lgan barcha tugunlar uchun ketma-ket olib boriladi. Har bir iteratsiyadan so‘ng yaqinlashish tezligini tekshirish uchun maksimal farq hisoblanadi:

$$\Delta^{(k-1)} = \max_{1\le i,j\le 9}\left|U_{i,j}^{(k+1)} - U_{i,j}^{(k)}\right|.$$

Agar $\Delta^{(k-1)} < \varepsilon$ shart bajarilsa, hisoblaash to‘xtatiladi. Quyida $\varepsilon = 10^{-6}$ deb olib, Mathcad dasturidagi yechimlarni ifodalaymiz:

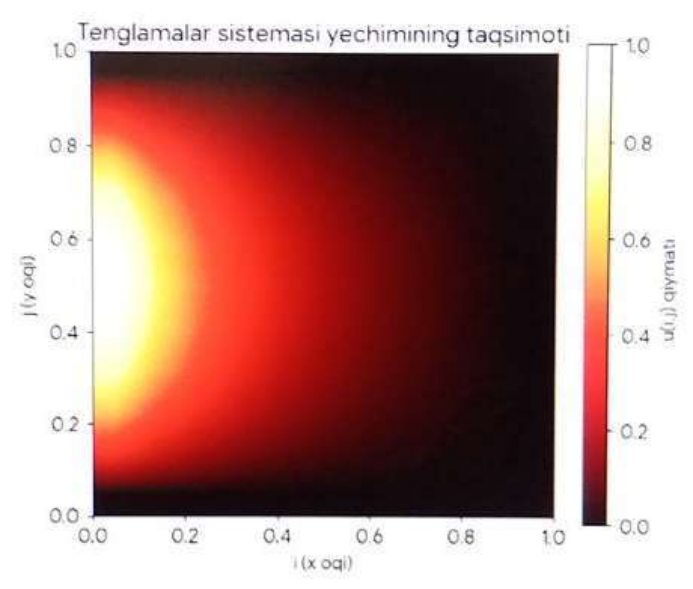
1-Jadval

x\y	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.1	0.209	0	0.549	0.645	0.678	0.645	0.549	0	0
0.2	0.139	0.265	0.365	0.423	0.451	0.429	0.365	0.265	0
0.3	0.090	0.171	0.235	0.276	0.290	0.276	0.235	0.171	0.053
0.4	0.054	0.102	0.138	0.164	0.171	0.163	0	0.102	0.024
0.5	0.024	0.055	0.063	0.089	0.078	0.074	0.063	0.055	0.001
0.6	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0	0.002	0.001	0.014
0.7	-0.020	0	-0.05	-0.063	-0.066	-0.063	-0.053	-0.039	0
0.8	-0.041	-	-0.108	-	-0.134	0	-0.108	-0.079	-0.041
0.9	-	-0.122	-0.168	-0.1	-0.208	-0.1	-0.1680	-0.122	-0.064

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, eng yuqori harorat $(0.1;0.5)$ nuqtada 0.678 ga teng. Bu chap chegaradagi sinusoidal ta'sirning maksimum nuqtasiga mos keladi. Harorat x o‘qi bo‘ylab o‘ng tomonga siljigan sari monoton kamayib boradi va

ISSN 3030-3907

$x = 0.5$ dan keyin manfiy qiymatlar qabul qila boshlaydi. Bu issiqlikning so‘nishi va sovush zonasini ifodalaydi. Buni quyidagicha tasvirlash mumkin:



Bunda natijalar 3 xonagacha yaxlitlandi va 98 iteratsiya sonida qo‘yilgan maqsadga erishildi. Taklif etilgan model va yechish usuli sanoat plastinalarida issiqlik jarayonlarini optimallashtirish, energiya tejamkorligini ta'minlash va konstruksiyalarning ishonchliligini oshirishda qo‘llanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1989.
2. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М.: Наука, 1989.
3. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1977.
4. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Бином, 2008.
5. Ismoilov A.I. Hisoblash matematikasi. – Farg‘ona, 2020.

ISSN 3030-3907