

Հարգելի՛ ընթերցող,

Արցախի Երիտասարդ Գիտնականների և Մասնագետների Միավորման (ԱԵԳՄՄ) նախագիծ հանդիսացող **Արցախի Էլեկտրոնային Գրադարանի** կայքում տեղադրվում են Արցախի վերաբերյալ գիտավերլուծական, ճանաչողական և գեղարվեստական նյութեր՝ հայերեն, ռուսերեն և անգլերեն լեզուներով: Նյութերը կարող եք ներբեռնել ԱՆՎՃԱՐ:

Էլեկտրոնային գրադարանի նյութերն այլ կայքերում տեղադրելու համար պետք է ստանալ ԱԵԳՄՄ-ի թույլտվությունը և նշել անհրաժեշտ տվյալները:

Շնորհակալություն ենք հայտնում բոլոր հեղինակներին և հրատարակիչներին՝ աշխատանքների էլեկտրոնային տարբերակները կայքում տեղադրելու թույլտվության համար:



Уважаемый читатель!

На сайте **Электронной библиотеки Арцаха**, являющейся проектом **Объединения Молодых Учёных и Специалистов Арцаха (ОМУСА)**, размещаются научно-аналитические, познавательные и художественные материалы об Арцахе на армянском, русском и английском языках. Материалы можете скачать БЕСПЛАТНО.

Для того, чтобы размещать любой материал Электронной библиотеки на другом сайте, вы должны сначала получить разрешение ОМУСА и указать необходимые данные.

Мы благодарим всех авторов и издателей за разрешение размещать электронные версии своих работ на этом сайте.

Dear reader,

The Union of Young Scientists and Specialists of Artsakh (UYSSA) presents its project - **Artsakh E-Library** website, where you can find and download for FREE scientific and research, cognitive and literary materials on Artsakh in Armenian, Russian and English languages.

If re-using any material from our site you have first to get the UYSSA approval and specify the required data.

We thank all the authors and publishers for giving permission to place the electronic versions of their works on this website.

Մեր տվյալները – Наши контакты - Our contacts

Site: <http://artsakhib.am/>

E-mail: info@artsakhib.am

Facebook: <https://www.facebook.com/www.artsakhib.am/>

ВКонтакте: <https://vk.com/artsakhiblibrary>

Twitter: <https://twitter.com/ArtsakhELibrary>

ՀՀ ԳԱԱ ՄԵԽԱՆԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Արփիինե Սերոբի Դինունց

ԿԻՍԱՀԱՐԹՈՒԹՅԱՆ և ԿԻՍԱՏԱՐԱԾՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱՐ ԴԱՍԱԿԱՆ ՈՉ ՍՏԱՑԻՈՆԱՐ
ԵԶՐԱՅԻՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐ ՄԱՇՄԱՆ ՀԱՇՎԱՌՈՒՄՈՎ

Ա. 02.04.- «Դեֆորմացվող պինդ մարմնի մեխանիկա» մասնագիտությամբ
ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման
ատենախոսության

ՄԵՂՍԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ-2010

ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ НАН РА

ДИНУНЦ АРПИНЕ СЕРОБОВНА

КЛАССИЧЕСКИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ГРАНИЧНЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОЛУПЛОСКОСТИ И
ПОЛУПРОСТРАНСТВА С УЧЕТОМ ИЗНОСА

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.02.04-"Механика деформируемого твердого тела"

ЕРЕВАН – 2010

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Մեխանիկայի ինստիտուտում

Գիտական ղեկավար՝

Ֆ. մ. գ. դ. պրոֆեսոր Ա. Ն. Մարտիրոսյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

Ֆ. մ. գ. դ. պրոֆեսոր Ս. Ս. Մխիթարյան

Ֆ. մ. գ. Բ. Ս. Հ. Ջիլավյան

Առաջատար կազմակերպություն՝

Հայաստանի պետական ճարտարագիտական
համալսարան (Պոլիտեխնիկ)

Պաշտպանությունը կայանալու է նոյեմբերի 26-ին ժ. 14⁰⁰-ին Մեխանիկայի ինստիտուտում
գործող 047 մասնագիտական խորհրդում (Հասցեն՝ 0019 ք. Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պող., 24 ք)
avsah@mechins.sci.am

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ Մեխանիկայի ինստիտուտի գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է 2010 թ. հոկտեմբերի 23-ին:

Մասնագիտական խորհրդի

գիտական քարտուղար, Ֆ. մ. գ. Բ.

Ս. Վ. Սահակյան

Тема диссертации утверждена в Институте механики НАН РА

Научный руководитель:

А. ф. м. н., профессор А. Н. Мартиросян

Официальные оппоненты:

А. ф. м. н., профессор С. М. Мхитарян

к. ф. м. н. С. А. Джилавян

Ведущая организация:

Государственный инженерный университет

Армении(Политехник)

Защита состоится **26 ноября в 14⁰⁰** часов на заседании специализированного совета
047 в Институте механики.

Адрес: 0019 г. Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24б. avsah@mechins.sci.am

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института механики НАН РА.

Автореферат разослан 23 октября 2010г.

Ученый секретарь

специализированного совета

к. ф. м. н.

А. В. Саакян

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Проблемы прочности металлических, полимерных, керамических конструкций и изделий, как при статических, так и при динамических воздействиях, являются основными задачами в современной механике деформируемых сред. Многие исследования указанных задач, в основном для трещин и штампов, исследовались на основе теории малых упругих или упругопластических деформаций, причем, наиболее важными, с точки зрения механики разрушения, являются области вблизи краев штампов и трещин, которые изучаются с помощью, полученных из упругого решения, значений сингулярных напряжений, с известными из указанного решения коэффициентами интенсивности напряжения, путем использования известных энергетических соотношений Ирвина, Гриффитса, Райса и др. Следует отметить, что все эти соотношения в механике разрушения и показатели особенности применимы и для нестационарных задач указанного вида, изучаемых в данной работе. При этом, конечно, коэффициенты интенсивности напряжения являются функциями времени и характерных параметров в данной граничной задаче.

Цель работы. Целью в настоящей диссертационной работы является разработка методов решения актуальных нестационарных смешанных граничных задач теории упругости для трещин и штампов с классическими и трибологическими граничными условиями. Основными методами являются метод интегральных преобразований Лапласа по времени и Фурье по координатам, в сочетании с методом Винера-Хопфа. При этом, решаются как скалярное уравнение Винера-Хопфа, так и системы двух, четырех и шести уравнений, причем в большинстве задач коэффициенты матриц этих систем имеют разрывы, устранение которых приводит к решению систем Винера-Хопфа с непрерывными коэффициентами, а затем для получения эффективного решения применяется метод сведения решения этих систем к решению регулярных систем интегральных уравнений Фредгольма тех же порядков, которые численно решаются на ЭВМ. Кроме того определены указанными процедурами особенности решений смешанных задач о трещинах и штампах с численным нахождением коэффициентов при полученных стандартных особенностях, в том числе с осцилляциями. Даются указанными методами решения смешанных нестационарных граничных задач для штампов с износом, а также для трещин с движущейся жидкостью в них с примесями и залечиванием трещин за счет примесей в флюидах, причем, как и в известных других задачах из статики, износ устраняет указанные особенности у краев штампов и трещин. Вместе с тем выясняется возможность нарушения упругости среды под штампами, что проверено путем численных расчетов, которые проведены и для случаев залечивания биологических трещин.

Научная новизна. Дается эффективное решение для напряжений в форме Смирнова-Соболева и рассчитываются кратные интегралы для

сложных, смешанных, граничных нестационарных задач. Кроме того указанными методами дается решение трибологических задач с износом материалов под штампами и залечиванием трещин с биологическими, сейсмологическими и техническими приложениями. Даны графики и соответствующие выводы качественного характера. При этом следует отметить, что уравнения Винера-Хопфа указанных рассмотренных новых нестационарных смешанных задач при наличии износа и залечивания имеют уже непрерывные коэффициенты, что упрощает аналитическое исследование и численную реализацию.

Практическая ценность работы. В связи с необходимостью расчета влияния импульсных, и вообще, нестационарных воздействий на различные деформируемые среды из металлов, композитов, полимеров, керамики, биоматериалов, в особенно важных, с точки зрения механики разрушения, краевых областях концентрации напряжения, важно иметь относительно простые расчетные соотношения, которые позволяют по заданным внешним воздействиям определить возможности появления областей неупругого поведения среды, причем рассмотрен широкий круг задач, в которых из-за износа у краев штампов и трещин особенность упругого решения отсутствуют, хотя численный расчет показывает наличие разрушения материалов при определенных нагрузках, что важно иметь в виду при оценках динамических работ конструкций, кроме того дается несложный метод расчета задач о залечивании трещин под действием флюида, протекающего в трещине и содержащего примеси кристаллитов камфоры в масле, что можно применять к биологическим и техническим трещинам, геотермальным трещинам, где примесями является кремнезем.

Апробация работы. Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались:

- На международной конференции "Механика композитов и оптимальное проектирование", посвященной памяти доктора технических наук, профессора В. Ц. Гнуни (1936-2005), 25-28 сентября, 2006г., Агавнадзор, Армения.
- На международной конференции "Актуальные проблемы механики сплошной среды", посвященной 95-летию академика НАН Армении Н. Х. Арутюняна, 25-28 сентября, 2007, Цахкадзор, Армения.
- На VI международной конференции "Проблемы динамики взаимодействия деформируемых сред", посвященной 75-летию члена-корреспондента НАН Армении А. Г. Багдоева, 21-26 сентябрь, Горис-Степанакерт, 2008г.
- На международной школе-конференции молодых ученых "Механика 2009", 28 сентября - 1 октября 2009г., Агавнадзор, Армения.

- На международной конференции, посвященной 40-летию Арцахского гос. университета, 14 октября 2009г., Степанакерт, НКР.
- На II международной конференции "Актуальные проблемы механики сплошной среды", 4-8 октября, 2010г., Дилижан, Армения.
- На общем семинаре Института механики НАН Армении (Ереван, 2010г.)

Публикации. По теме диссертационной работы опубликованы 12 научных статей, список которых приводится в конце автореферата.

Структура диссертации. Диссертация состоит из оглавления, введения, трех глав, заключения и содержит 108 страниц машинописного текста, 8 иллюстраций, 2 таблицы и список литературы из 94 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и круг обсуждаемых в ней вопросов, дан обзор основных результатов и работ, тесно примыкающих к исследуемой тематике, анализ состояния проблемы, краткий обзор литературы и изложено краткое содержание диссертации.

Первая глава содержит решение нестационарных смешанных антиплоской, плоской и пространственной задач теории упругости для полубесконечных трещин, когда на верхней границе трещины напряжения нулевые, а на нижних границах заданы перемещения. Методом интегральных преобразований решения приводятся к системам Винера-Хопфа соответственно второго, четвертого и шестого порядков, устраняется разрыв в матрицах на бесконечности, и получены системы Винера-Хопфа с регулярными матрицами, которые факторизуются, при этом, после приведения к соответствующим системам задач Гильберта, решение получается приведением к интегральным уравнениям Фредгольма второго, четвертого и шестого порядка, дается численное решение задач и также вычисление напряжений на трещинах с определением особенностей напряжений в окрестности края трещины.

В первом параграфе решается смешанная задача о полубесконечной трещине в антиплоском случае на плоскости $y=0$, на верхнем берегу которой напряжения нулевые, а на нижнем заданы нестационарные перемещения

$$u_1(x,0,t) = u_2(x,0,t), \quad \tau_{yz}^{(1)}(x,0,t) = \tau_{yz}^{(2)}(x,0,t), \quad -\infty < x < 0, \quad (1)$$

$$\tau_{yz}^{(1)}(x,0,t)=0, u_2(x,0,t)=C_0 H(x-\xi')H(t), 0 < x < \infty \quad (2)$$

где $u(x,y,t)$ - есть единственная компонента перемещения по оси z .

Решение находится методом интегральных преобразований Лапласа по времени и Фурье по координате и сводится к системе двух уравнений Винера-Хопфа

$$\tau_1^- = -\mu_1 \bar{\beta}_1 \frac{-\bar{\beta}_2 \frac{u^+}{i\alpha} - \tau^+}{\mu_1 \bar{\beta}_1 + \mu_2 \bar{\beta}_2}, -\frac{u_2^-}{i\alpha \mu_2} - \frac{C_0 e^{i\alpha \xi'}}{i\alpha s} = \frac{\mu_1 \bar{\beta}_1 \frac{u^+}{i\alpha} - \tau^+}{\mu_1 \bar{\beta}_1 + \mu_2 \bar{\beta}_2} \quad (3)$$

которые приводятся к задаче Гильберта с матрицей второго порядка. Особенности матрицы на бесконечности устраняются, и решение граничной задачи сводится к системе двух интегральных уравнений. Проводятся обратные интегральные преобразования и решения для напряжения и перемещения приводятся к форме Смирнова - Соболева

$$\tau_{yz}^{(1)} = \frac{\mu_2 C_0}{8\pi^2 a_1} \operatorname{Re} \left\{ \left(-\frac{x}{a_1} \right)^{\alpha_1} I_1 + \left(-\frac{x}{a_1} \right)^{\alpha_2} I_2 \right\}, a_1 = c_1 t \quad (4)$$

$$I_1 = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\mu \beta_1(\xi) + \beta_2(\xi)}{\sqrt{\mu \xi}} \frac{1}{\beta_1(\xi) + \beta_2(\xi)} \left(t + \frac{\xi'}{a_1} \xi \right)^{-\alpha_1 - 1} \cdot \left\{ (\beta_1^+(\xi))^{2\alpha_1} X_{11} \left(1 - \frac{\beta_2(\xi)}{i\xi \sqrt{\mu}} \right) - (\beta_1^+(\xi))^{2\alpha_2} X_{21} \left(1 + \frac{\beta_2(\xi)}{i\xi \sqrt{\mu}} \right) \right\} d\xi,$$

$$I_2 = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\mu \beta_1(\xi) + \beta_2(\xi)}{\sqrt{\mu \xi}} \frac{1}{\beta_1(\xi) + \beta_2(\xi)} \left(t + \frac{\xi'}{a_1} \xi \right)^{-\alpha_2 - 1} \cdot \left\{ (\beta_1^+(\xi))^{2\alpha_1} X_{12} \left(1 - \frac{\beta_2(\xi)}{i\xi \sqrt{\mu}} \right) - (\beta_1^+(\xi))^{2\alpha_2} X_{22} \left(1 + \frac{\beta_2(\xi)}{i\xi \sqrt{\mu}} \right) \right\} d\xi$$

Во втором параграфе рассматривается плоская смешанная задача о полубесконечной трещине (фиг. 1)

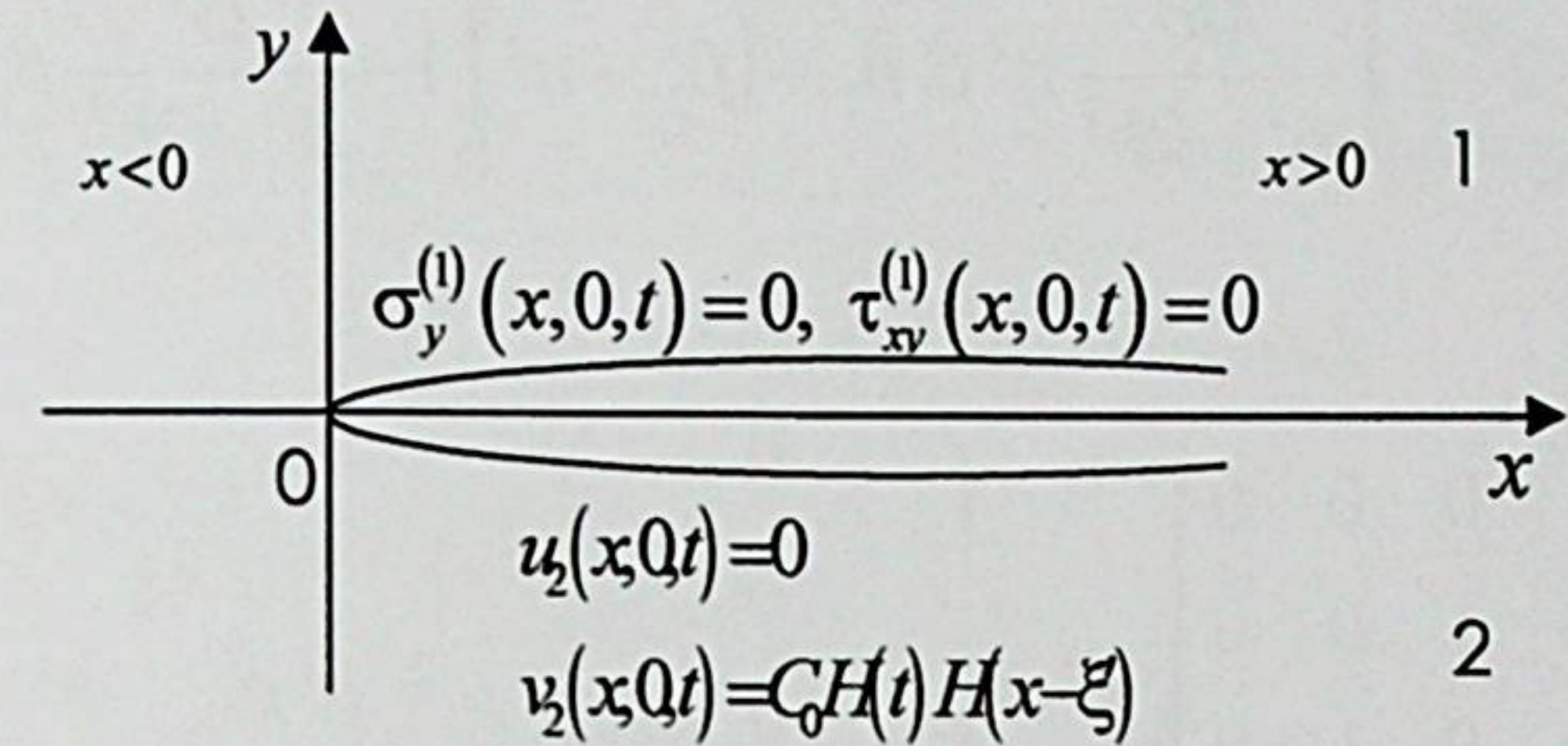
$$\sigma_y^{(1)}(x,0,t) = \sigma_y^{(2)}(x,0,t), \tau_{xy}^{(1)}(x,0,t) = \tau_{xy}^{(2)}(x,0,t), \quad (5)$$

$$u_1(x,0,t) = u_2(x,0,t), v_1(x,0,t) = v_2(x,0,t), -\infty < x < 0,$$

$$\sigma_y^{(1)}(x,0,t) = 0, \tau_{xy}^{(1)}(x,0,t) = 0,$$

$$u_2(x,0,t) = 0, v_2(x,0,t) = C_0 H(t) H(x - \xi'), 0 < x < \infty,$$

где C_0, ξ' - константы, $H(t)$ - единичная функция Хевисайда.



фиг. 1

После применения к волновым уравнениям в верхнем и нижнем полупространствах и указанным граничным условиям на трещине интегральных преобразований Лапласа по времени и Фурье по координате, получаются связанные четыре уравнения Винера-Хопфа

$$A\Phi^+ + B\Phi^- + C = 0 \quad (6)$$

$$\text{где } \Phi^+ = \begin{pmatrix} \sigma^+ \\ \tau^+ \\ u^+ \\ v^+ \end{pmatrix}, \Phi^- = \begin{pmatrix} \sigma^- \\ \tau^- \\ u^- \\ v^- \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} a_0 & a'_1 & 0 & a'_2 \\ a'_1 f & a_0 & a_3 & 0 \\ 0 & a_4 & -a_0 & -a'_1 f \frac{\beta_2}{\beta_1} \\ a_4 \frac{\beta_1}{\beta_2} & 0 & -a'_1 \frac{\beta_1}{\beta_2} & -a_0 \end{pmatrix},$$

$$\begin{aligned}
a_0 &= \frac{1}{2}, \quad a'_1 = \frac{i\eta}{2\beta_1} \left(1 - 2\frac{b^2}{a^2}\right) \left(1 - \frac{2b^2}{a^2 - 2b^2} \beta_1(\beta_1 - \beta_2)\right), \\
a'_2 &= -\frac{1}{2\beta_1 i\eta} \left(1 - 2\frac{b^2}{a^2}\right) \left(\beta_2^2 + \eta^2 - \frac{2b^2}{a^2 - 2b^2} \beta_1(\beta_1\beta_2 + \eta^2\beta_1 - 2\eta^2\beta_2)\right), \\
a'_1 f &= \frac{b^2}{a^2} \frac{i\eta}{2\beta_2} (\beta_2^2 + \eta^2 - 2\beta_1\beta_2), \quad a_4 = -\frac{b^2}{a^2} i\eta \frac{\eta^2 - \beta_1\beta_2}{2\beta_1}, \\
a_3 &= -\frac{1}{2\beta_2 i\eta} \left(1 - 2\frac{b^2}{a^2}\right) \left(\frac{4b^2}{a^2 - 2b^2} \eta^2 \beta_1\beta_2 + (\beta_2^2 + \eta^2) \left(1 - \frac{2b^2}{a^2 - 2b^2} \beta_1^2\right)\right), \quad (7)
\end{aligned}$$

$$B = -E, \quad E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{\mu C_0}{s} e^{\frac{i\omega}{a} \xi' \eta} \end{pmatrix}, \quad \mu = b^2 \rho.$$

Для $\eta \approx \infty$,

$$\begin{aligned}
a_0 &= \frac{1}{2}, \quad a'_1 \approx -\frac{b^2 i \operatorname{sgn} \eta}{2a^2}, \quad a_3 = a_2 \approx -\frac{a^2 - b^2}{ia^2} \operatorname{sgn} \eta, \\
a'_1 f &= \frac{b^2 i \operatorname{sgn} \eta}{2a^2}, \quad a_4 = -\frac{a^2 + b^2}{4a^2} i \operatorname{sgn} \eta \quad (8)
\end{aligned}$$

Матрица этой системы имеет разрыв первого рода на бесконечности, который устраняется введением новых функций

$$\Pi_1^+ = (\Phi_{1,2,3,4}^+), \quad \Pi_1^- = (\Phi_{1,2,3,4}^-) \quad (9)$$

$$\psi_{1,2,3,4} (\beta_1^+)^{2\alpha_{1,2,3,4}} = \Phi_{1,2,3,4}^+, \quad \psi_{6,5,8,7} (\beta_1^-)^{2\alpha_{1,2,3,4}} = \Phi_{2,1,4,3}^- \quad (10)$$

$$\psi_{1,2} = \sigma^+ + i\tau^+ \pm 2i\chi(u^+ - iv^+), \quad \chi = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2}}, \quad (11)$$

$$\psi_{3,4} = \sigma^+ - i\tau^+ \pm 2i\chi(u^+ + iv^+)$$

$$\sigma^- + i\tau^- = \frac{\Psi_5 + \Psi_6}{2}, \quad u^- + iv^- = \frac{\Psi_7 - \Psi_8}{4i\chi}, \quad (12)$$

$$\sigma^- - i\tau^- = \frac{\Psi_7 + \Psi_8}{2}, \quad u^- - iv^- = \frac{\Psi_5 - \Psi_6}{4i\chi},$$

для которых получается регулярная система Винера-Хопфа

$$A_1 \Pi_1^+ + B_1 \Pi_1^- + C_1 = 0 \quad (13)$$

$$A_1 = \{a_{ij} (\beta_1^+)^{-2\alpha_j}\}, \quad i, j = 1, 2, 3, 4,$$

$$B_1 = -4(\beta_1^-)^{-2\alpha_j} \delta_{ij}, \quad i, j = 1, 2, 3, 4, \quad (14)$$

$$C_1 = \chi \frac{\mu C_0}{s} e^{\frac{s}{\alpha} \eta \xi'} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix},$$

где коэффициенты a_{ij} приведены в диссертации, выраженные через (7), $\delta_{ij} = 0, i \neq j, \delta_{ij} = 1, i = j$ — есть символ Кронекера.

Решение (13) дается методом Гильберта-Племеля-Н. П. Векуа приведения полученной системы Винера-Хопфа к неоднородной задаче Гильберта, решение которой в свою очередь приводится к однородной задаче Гильберта

$$\Pi_1^+(\eta) = G_1(\eta) \Pi_1^-(\eta) + g_1(\eta), \quad (15)$$

$$G_1(\eta) = -A_1^{-1}(\eta) B_1^{-1}(\eta), \quad g_1(\eta) = -A_1^{-1} C_1$$

Решение задачи, ограниченное на бесконечности, имеет вид

$$P_1(\eta) = \frac{X_1(\eta)}{2\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \{X_1^+(\xi)\}^{-1} \frac{g_1(\xi)}{\xi - \eta} d\xi \quad (16)$$

где матриц-функции $X_1(\eta) = X_1^{\pm}(\eta)$ удовлетворяют однородным уравнениям

$$X_1^+(\eta) = G_1(\eta)X_1^-(\eta) \quad (17)$$

Уравнение для $X_1^-(\eta)$ можно записать в виде системы Фредгольма

$$X_1^-(\eta) - \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{G_1^{-1}(\eta)G_1(\xi) - E}{\xi - \eta} X_1^-(\xi) d\xi = \gamma(\eta) \quad (18)$$

где $\gamma(\eta)$ есть асимптотическое поведение $X_1^-(\eta)$ при $|\eta| \approx \infty$, $G_1(\eta) = const$, E — есть единичная матрица.

После чего находится решение задачи Гильберта, дающее, в том числе, распределение трансформант напряжений σ^{\pm}, τ^{\pm} , а после обращения интегральных преобразований, в форме Смирнова-Соболева

$$\frac{\alpha}{\mu\chi} J(x,t) = \frac{1}{8\pi^2} \operatorname{Re} \int_{-\frac{1}{2}\bar{\eta}}^{\frac{1}{2}\bar{\eta}} \begin{pmatrix} \left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_2} & \left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_1} & \left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_4} & \left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_3} \\ \left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_2} & \left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_1} & -\left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_4} & -\left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_3} \\ \frac{i}{2\chi} \left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_2} & \frac{i}{2\chi} \left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_1} & -\frac{i}{2\chi} \left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_4} & \frac{i}{2\chi} \left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_3} \\ \frac{1}{2\chi} \left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_2} & \frac{1}{2\chi} \left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_1} & -\frac{1}{2\chi} \left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_4} & \frac{1}{2\chi} \left(\frac{x}{at\bar{\eta}}\right)^{\alpha_3} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad J(x,t) = \begin{pmatrix} \sigma_y^{(0)}(x,0,t) \\ \tau_{xy}^{(0)}(x,0,t) \\ -\mu \frac{\partial u_2(x,0,t)}{\partial x} \\ -\mu \frac{\partial v_2(x,0,t)}{\partial x} \end{pmatrix}, \quad \bar{\eta} = 1 + \frac{\xi}{at} \quad (19)$$

где $\alpha_{1,2,3,4}$ даются

$$is_2 = \alpha_1 = -\frac{1}{4} + \frac{1}{4\pi} i \ln \chi, \quad is_2 = \alpha_2 = -\frac{3}{4} + \frac{1}{4\pi} i \ln \chi,$$

$$is_2 = \alpha_3 = -\frac{3}{4} - \frac{1}{4\pi} i \ln \chi, \quad is_2 = \alpha_4 = -\frac{1}{4} - \frac{1}{4\pi} i \ln \chi.$$

Показатели степени этих особенностей в общем случае комплексные, такие же как показатели особенностей решений, полученных ранее другими подходами для аналогичных смешанных граничных задач статики и динамики периодических по времени процессов. Полученные регуляризованные системы Винера-Хопфа, которые решаются приведением к неоднородной задаче Гильберта, а далее к решению систем уравнений Фредгольма, решения которых, помимо их использования в окончательных формулах для напряжений, представляет интерес также и как метод эффективной численной факторизации матриц второго, четвертого и шестого порядка рассматриваемого вида, первоначально имевших разрывные коэффициенты. В отличие от стандартных особенностей квадратного корня здесь имеет место более высокая особенность, а также осциллирующий ее характер. Расчитаны численно коэффициенты интенсивности напряжений $I_{1,2,3,4}$ (таблица 1)

| | | | | |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| I ₁ | 8.256 + 8.63 i | -0.84 + 0.98 i | -0.566 + 0.36 i | 4.388 - 3.157 i |
| | -8.15 + 10.65 i | -4.873 + 1.11 i | -1.434 + 2.17 i | 5.676 + 4.464 i |
| | -8.296 - 0.53 i | 0.756 - 2.685 i | -1.737 - 0.35 i | -0.205 + 4.47 i |
| | -0.374 + 6.12 i | 0.495 - 1.1 i | -0.412 - 1.91 i | 2.795 + 1.36 i |
| I ₂ | 10.836 + 6.3 i | 0.855 + 6.62 i | 7.291 + 9.69 i | 3.82 - 11.81 i |
| | -6.26 + 9.94 i | -1.405 + 4.39 i | -1.064 + 7.7 i | 7.584 + 0.606 i |
| | -9.87 - 1.277 i | -0.601 - 2.69 i | -3.697 - 2.616 i | 0.35 + 9.59 i |
| | -3.28 + 10.04 i | -4.485 - 3.88 i | -15.66 + 1.14 i | 13.93 + 6.296 i |
| I ₃ | 11.87 + 7.01 i | -0.784 + 7.92 i | 5.31 + 13.41 i | 6.611 - 13.08 i |
| | -6.16 + 10.4 i | -2.003 + 5.87 i | -2.815 + 8.51 i | 9.023 + 0.871 i |
| | -9.88 - 2.05 i | -0.773 - 3.077 i | -3.235 - 3.5 i | -1.277 + 10.46 i |
| | -4.99 + 9.7 i | -4.245 - 5.84 i | -18.56 - 3.25 i | 13.83 + 10.47 i |
| I ₄ | 6.611 - 13.08 i | 8.226 + 8.65 i | -0.919 + 0.8 i | -0.899 + 0.11 i |
| | 9.023 + 0.871 i | -8.09 + 10.74 i | -5.016 + 1.05 i | -1.4799 + 2. i |
| | -1.277 + 10.46 i | -8.236 - 0.44 i | 0.803 - 2.717 i | -1.644 - 0.3 i |
| | 13.83 + 10.47 i | -0.263 + 5.94 i | 0.688 - 1.039 i | 0.0672 - 2.17 i |

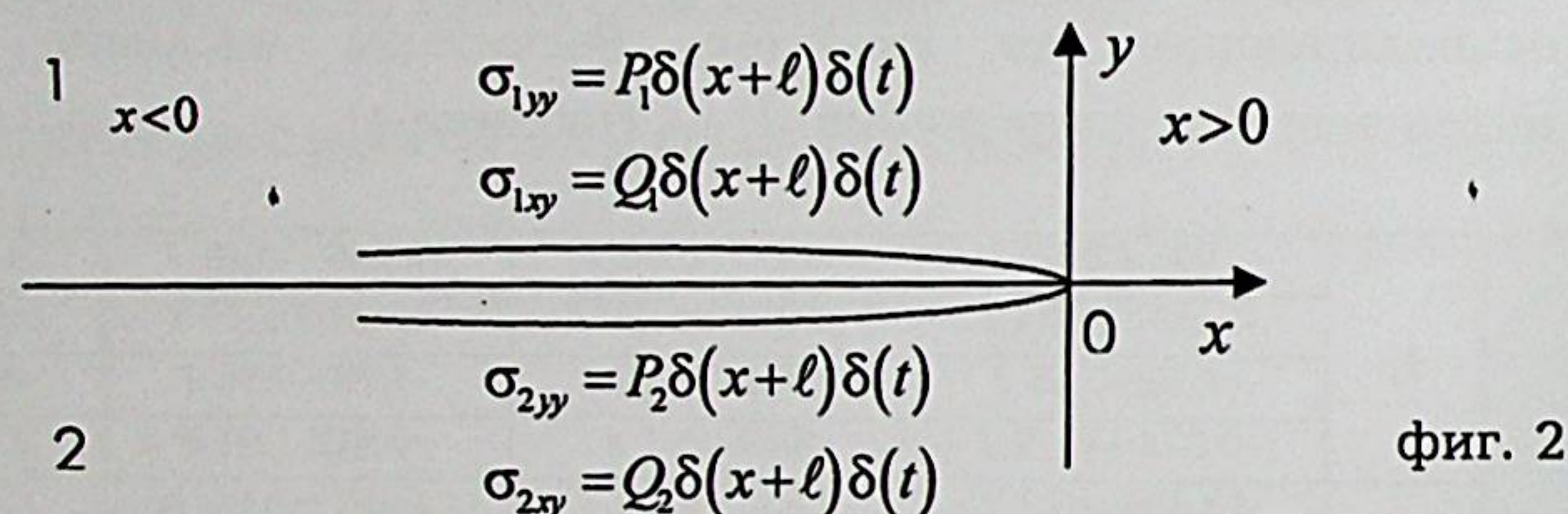
таблица 1

В третьем параграфе рассматривается нестационарная смешанная пространственная задача для трещины, где проводятся те же исследования, что и во втором параграфе, только вместо преобразований Фурье по одной координате применяются двумерные преобразования Фурье, и вместо факторизации матрицы четвертого порядка с устранением особенности проводится гораздо более громоздкая

процедура факторизации матрицы шестого порядка, и решена не система интегральных уравнений четвертого порядка, как во втором параграфе, а система шести интегральных уравнений, а в заключении для напряжения на трещине, в том числе и вблизи вершины, получаются и вычисляются, как и во втором параграфе, двойные интегралы, а в третьем параграфе - тройные интегралы.

Во второй главе дается решение нестационарных смешанных граничных задач для составной упругой плоскости с трещиной, плоской и пространственной задачи для горизонтальных и вертикальных штампов, в том числе при наличии износа и трения. Показано, что при наличии износа особенности решения у края штампа исчезают, однако, расчеты напряжений под штампом показывают, что при некоторых значениях граничного перемещения имеют место превышения над пределом упругости напряжений, и разрушения среды под штампом в некоторой области.

В первом параграфе решается нестационарная плоская задача о трещине в составной упругой плоскости



фиг. 2

$$U_1 = U_2, V_1 = V_2,$$

$$\sigma_{1xy} = \sigma_{2xy}, \sigma_{1yy} = \sigma_{2yy}, x > 0,$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{1yy} &= \rho_1 \left(K_1 \frac{\partial U_1}{\partial x} + a_1^2 \frac{\partial V_1}{\partial y} \right) = P_1 \delta(x+l) \delta(t) \\ \sigma_{2yy} &= \rho_2 \left(K_2 \frac{\partial U_2}{\partial x} + a_2^2 \frac{\partial V_2}{\partial y} \right) = P_2 \delta(x+l) \delta(t) \\ \sigma_{1xy} &= b_1^2 \left(\frac{\partial U_1}{\partial y} + \frac{\partial V_1}{\partial x} \right) = Q_1 \delta(x+l) \delta(t) \\ \sigma_{2xy} &= b_2^2 \rho_2 \left(\frac{\partial U_2}{\partial y} + \frac{\partial V_2}{\partial x} \right) = Q_2 \delta(x+l) \delta(t) \end{aligned} \right\} x < 0, \quad (20)$$

$$K_{1,2} = a_{1,2}^2 - 2b_{1,2}^2$$

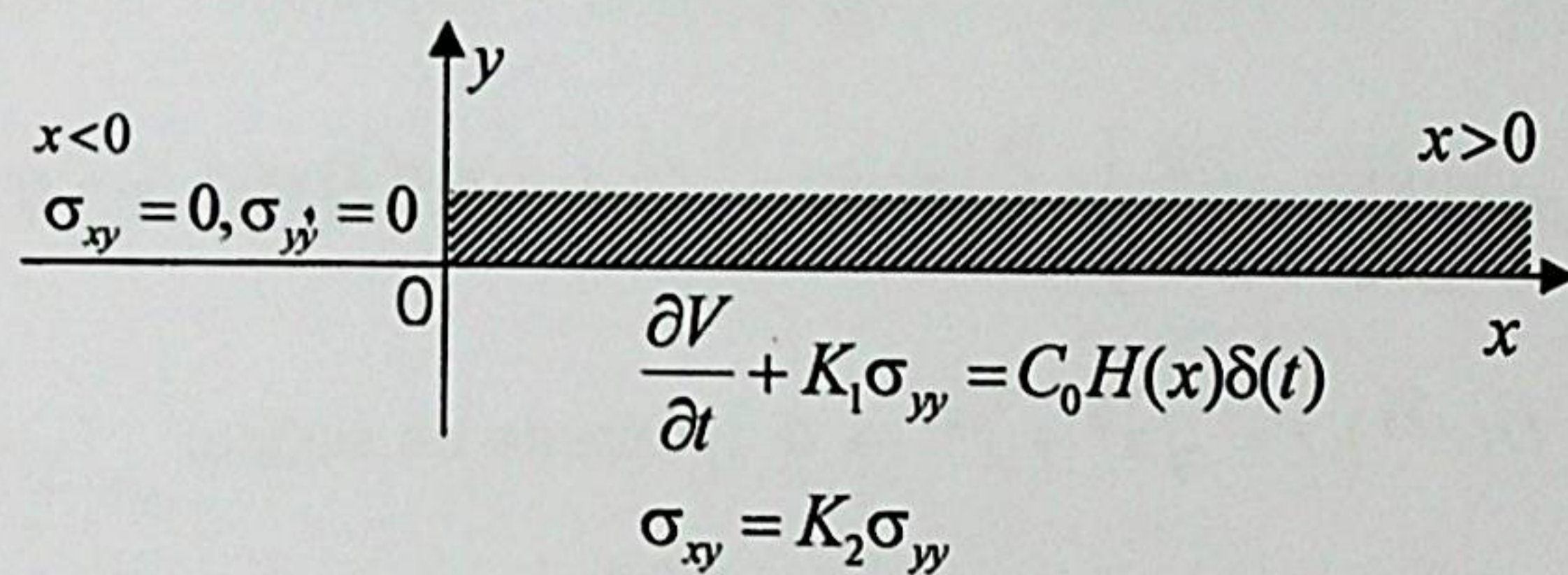
где $\delta(x)$ есть дельта - функция Дирака, t - время.

при этом, в отличие от однородного случая, кроме известной корневой особенности имеется также ее колебательная часть:

$$\begin{pmatrix} \sigma_{1xy} \\ \sigma_{1yy} \end{pmatrix} = \frac{\sqrt{a_1}}{2\pi\sqrt{x}} \operatorname{Rei} \frac{\partial}{\partial t} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{q}{\sqrt{t - \frac{\zeta_0 l}{a_1}}} (X^+(\zeta_0))^{-1} g_4(\zeta_0) d\zeta_0 \quad \eta_0 = \frac{t - \frac{\zeta_0 l}{a_1}}{x} a_1 \quad (21)$$

$$g_4(\zeta_0) = \begin{pmatrix} (d_6(\zeta_0) + id_5(\zeta_0))(\gamma_1^-(\zeta_0))^{-2if_2} \\ (-d_6(\zeta_0) + id_5(\zeta_0))(\gamma_1^-(\zeta_0))^{2if_2} \end{pmatrix}, q = \begin{pmatrix} -i^{1+2if_2} \eta_0^{if_2} & -i^{1-2if_2} \eta_0^{-if_2} \\ -i^{2if_2} \eta_0^{if_2} & -i^{-2if_2} \eta_0^{-if_2} \end{pmatrix}$$

Во втором параграфе решается плоская задача о штампе при наличии трения и износа



фиг. 3

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{xy} &= b^2 \rho \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) = 0 \\ \sigma_{yy} &= \rho \left(K \frac{\partial U}{\partial x} + a^2 \frac{\partial V}{\partial y} \right) = 0 \end{aligned} \right\} x < 0 \quad (22)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial V}{\partial t} + K_1 \rho \left(K \frac{\partial U}{\partial x} + a^2 \frac{\partial V}{\partial y} \right) &= C_0 H(x) \delta(t) \\ b^2 \rho \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) &= K_2 \rho \left(K \frac{\partial U}{\partial x} + a^2 \frac{\partial V}{\partial y} \right) \end{aligned} \right\} x > 0$$

$K = a^2 - 2b^2$, $K_{1,2}$ - постоянные, K_1 - характеризует износ материала под штампом, K_2 - коэффициент трения.

Получается напряжения на штампе

$$\frac{x\sigma_{yy}}{C_0 b^2} = \operatorname{Re} \frac{2\sqrt{\frac{1}{2}\left(\frac{a^2}{b^2}-1\right)} iG_3(0)\alpha_1^0\alpha_2^0\left(\frac{a}{c_R}-\frac{at}{x}\right)}{\frac{at}{x}\pi(a\rho K_1-1)G_3\left(\frac{at}{x}\right)\left(\frac{at}{x}-\alpha_1^0\right)\left(\frac{at}{x}-\alpha_2^0\right)} \exp\left\{-\frac{1}{\pi_1} \int_0^{\frac{a}{b}} \operatorname{arctg} \frac{4\zeta^2\sqrt{\zeta^2-1}\sqrt{\frac{a^2}{b^2}-\zeta^2}}{\left(\frac{a^2}{b^2}-2\zeta^2\right)^2} \frac{d\zeta}{\zeta-\frac{\alpha a}{\omega}}\right\}$$

$$\alpha_1^0 = 0.99692, \alpha_2^0 = -0.0194983 + 0.909i.$$

причем, в отличие от случая отсутствия износа, у края штампа не имеется особенности напряжений.

В третьем параграфе рассматривается решение задачи о горизонтальном штампе для упругой полуплоскости при сквозном нулевом условии для нормального напряжения на границе

$$\sigma_{yy} = \rho \left[(a^2 - 2b^2) \frac{\partial U}{\partial x} + a^2 \frac{\partial V}{\partial y} \right] = 0, \quad -\infty < x < \infty$$

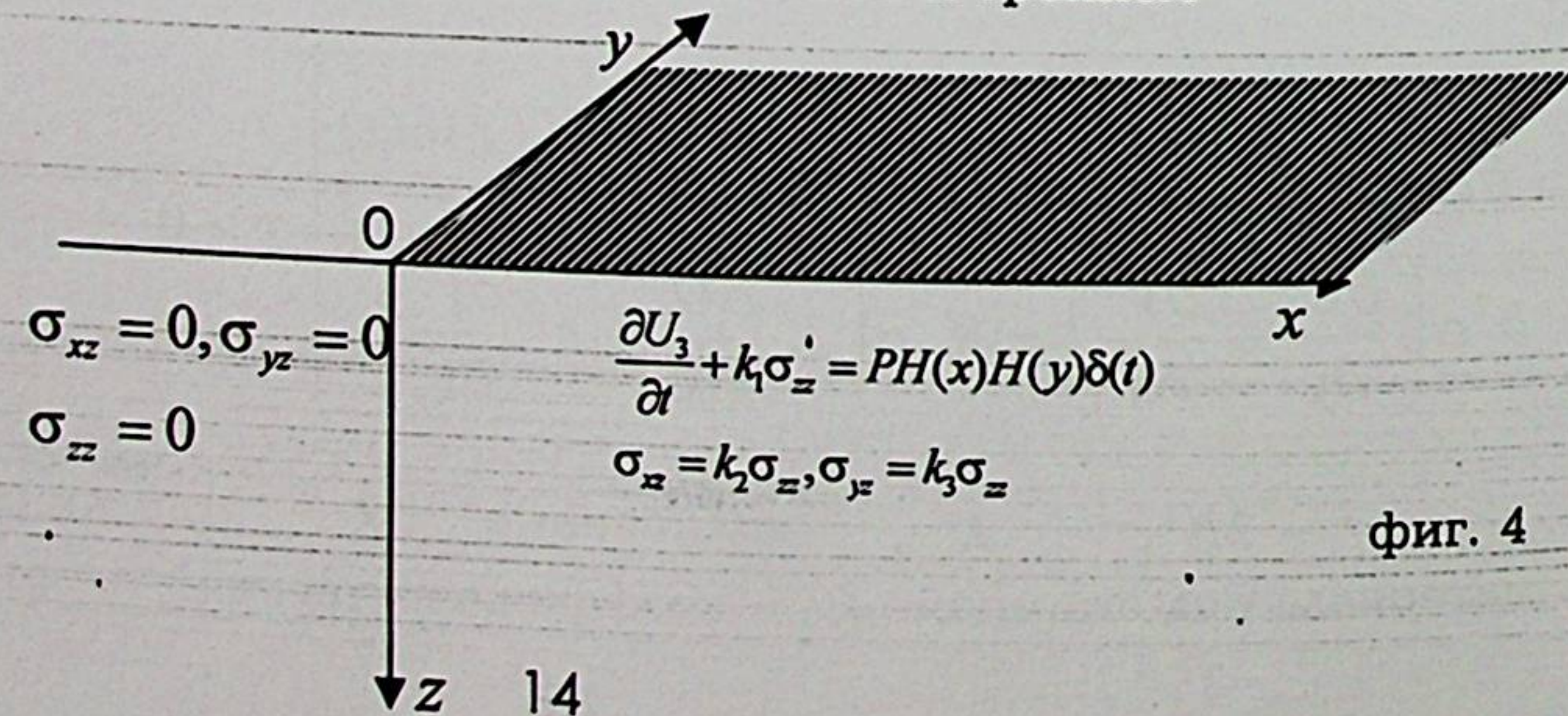
$$\sigma_{yy} = \rho b^2 \left[\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right] = 0, \quad x < 0 \quad U = -PH(x)f(t), \quad x > 0 \quad (23)$$

$$U, V = O(r^{1/2}), \quad r = \sqrt{x^2 + y^2} \rightarrow 0 \quad (\text{условие на ребре})$$

где $P = \text{const}$, ρ - плотность среды, $H(x)$ - единичная функция, $f(t)$ - ограниченная функция при $t > 0$.

Эта задача может моделировать задачу резания, а также микрорезания металлов и древесных и металлических изделий.

В четвертом параграфе рассматривается нестационарная пространственная задача о полубесконечном штампе при наличии вертикального перемещения на штампе с износом и трением



фиг. 4

$$\sigma_{xz} = 0, \sigma_{yz} = 0, \sigma_{zz} = 0, \quad \text{при } x < 0,$$

$$\frac{\partial U_3}{\partial t} + k_1 \sigma_{zz} = PH(x)H(y)\delta(t), \quad \sigma_{xz} = k_2 \sigma_{zz}, \quad \sigma_{yz} = k_3 \sigma_{zz} \quad (24)$$

$$k_1, k_2, k_3 \neq 0 \quad \text{при } x > 0$$

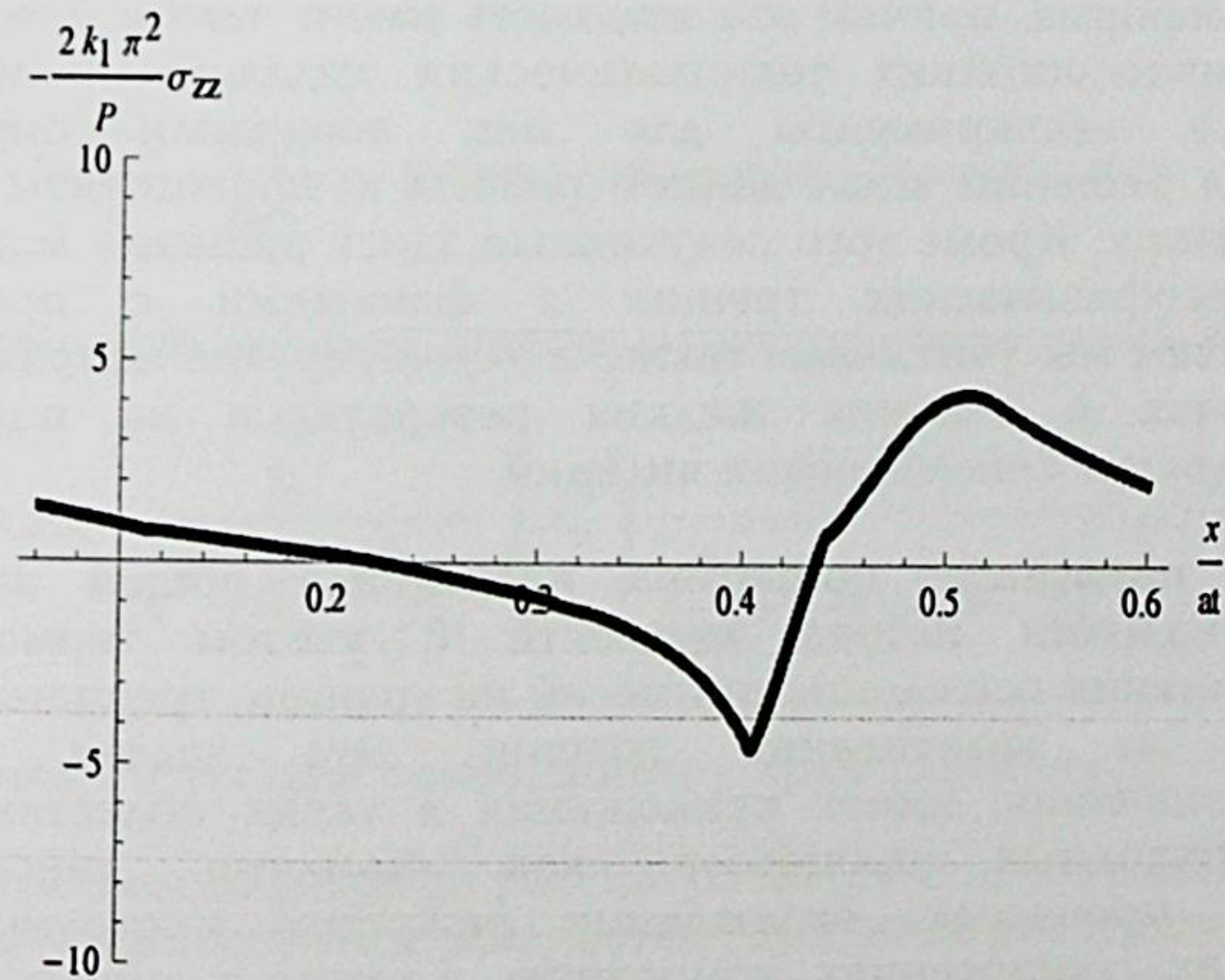
$$\sigma_{xz} = \rho b^2 \left(\frac{\partial U_1}{\partial z} + \frac{\partial U_3}{\partial x} \right), \quad \sigma_{yz} = \rho b^2 \left(\frac{\partial U_2}{\partial z} + \frac{\partial U_3}{\partial y} \right)$$

$$U_{1,2,3} = O(r^{1/2}), \quad r = \sqrt{x^2 + y^2} \rightarrow 0 \quad (\text{условие на ребре})$$

Получены напряжения под штампом и построен график (фиг. 4)

безразмерного значения нормального напряжения при $z = 0$;

$$y = x; \rho b k_1 = 0.2; k_3 = 0.3; k_2 = 0.4; \frac{a}{c_R} = 1.88; \frac{a}{b} = \sqrt{3}$$



фиг. 5

В пятом параграфе дается решение задачи о движении штампа по поверхности упругой полуплоскости при наличии износа.

В шестом параграфе дается методом интегральных преобразований Лапласа и Фурье, а также Винера-Хопфа исследование задач о вертикальных штампах при нестационарных смешанных граничных условиях и при наличии износа

$$\sigma_{yy} = 0, x < 0 \quad \frac{\partial V}{\partial t} + k\sigma_{yy} = C_0 H(x)\delta(t), \quad x > 0 \quad (25)$$

$$\sigma_{xy} = 0, \quad -\infty < x < \infty$$

Учет износа во втором уравнении (25) приводит к устранению особенности у края штампа.

Третья глава посвящена исследованию задач о заживлении трещин в упругой среде за счет потока флюида с примесями. В отличие от других решений такого типа задач учитываются термоупругие напряжения, а также термодиффузия и осаждения примесей на трещине, т. е. наращивание трещин и заживление. При некоторых упрощающих предположениях на характер влияния диффузии примесей на заживление трещины удается решить нестационарную плоскую и пространственную задачу термоупругости при смешанных граничных условиях на границе трещины с учетом наращивания среды на границе за счет осаждения примесей. Численные расчеты проведены для биологических трещин, содержащих поток масла с примесями 10% кристаллитов камформа, причем эта жидкость имеет также применение при создании износостойких технологических изделий из металлов. Соответствующие эксперименты для них позволили определять необходимые для решений задач данной работы коэффициенты трения, износа, наращивания. Кроме того полученные здесь решения могут быть полезны для геофизических трещин с флюидами с примесями кремнезема, причем мы учитываем также и термоупругие напряжения, и вообще в задачах о влиянии жидких резервуаров на подготовку землетрясений, других сейсмических явлений.

В первом параграфе приведена постановка общей задачи о трещине при наличии потока жидкости с учетом термоупругих напряжений и влияния осаждения примесей на границе трещины за счет термодиффузии на заживления трещин. Эта задача, помимо теоретического значения, имеет приложения в таких областях науки, техники и природных процессов, как биология, сейсмология, технологических процессах, охлаждения режущих инструментов и трещин в металлах, сооружениях, композитах, а также в земных породах со сейсмичностью. Особое внимание уделяется такому важному концентрату, как кристаллиты камформа в масле, имеющие большое приложение и в технике, и в биологии, медицине.

Во втором параграфе рассматривается смешанная граничная задача о трещине в термоупругой среде, в которой условия на оси, совпадающей с осью трещины, смешанные и нестационарные: вне трещины равны нулю вертикальные перемещения и касательные напряжения, а на трещине задано условия для перемещений с учетом термодиффузии и связанного с ней градиента температуры по направлению потока движущейся жидкости, с учетом трения, износа поверхности трещины, а также наращивание ее примесями за счет термодиффузии:

$$y = 0$$

$$U_y = 0, \sigma_{xy} = 0, x < 0;$$

$$\frac{\sigma_{xy}}{b^2 \rho} = \frac{\partial U_x}{\partial y} + \frac{\partial U_y}{\partial x}$$

$$\frac{\partial U_x}{\partial t} = \frac{K_1}{\rho_s} \sigma_{xy}, \quad \frac{\partial U_y}{\partial t} = - \left\{ \frac{K(\bar{a}^2 - 2b^2)\rho}{\rho_s} + \xi \right\} \frac{\partial U_x}{\partial x} - \left(\frac{K\bar{a}^2 \rho}{\rho_s} + \xi \right) \frac{\partial U_y}{\partial y} - \frac{i_0}{\rho_s} H(x)H(t), x > 0 \quad (26)$$

где $\xi = \frac{c_p - c_v}{c_v l} \frac{v_0 b_0 \gamma \rho}{\alpha \rho_s}$, учтено уравнение наращивания $\frac{\partial U_y^*}{\partial t} = \frac{K}{\rho_s} \sigma_{yy}$

Дается решение методом интегральных преобразований Винера-Хопфа,

$$\frac{\partial}{\partial t} \sigma_{xy} = \text{Re} \frac{i_0}{2\pi^2 \sqrt{i} \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) K_1} \int_{-\infty}^{\infty} d\zeta \int_0^{\infty} \frac{X_{12}(\zeta)}{\sqrt{\frac{1}{a} + \zeta(t - t_1 - \zeta x)}} dt_1 \quad (27)$$

выясняется отсутствие особенности у края трещины

В третьем параграфе рассматривается более прикладная задача для трещины с движущейся жидкостью при наличии примесей. Граничные условия состоят в равенстве нулю касательных напряжений на всей оси, и равенства нулю касательного перемещения вне трещины, а на трещине ставится условие для нормального перемещения с учетом термодиффузии и связанного с ней градиента температуры по направлению потока движущейся жидкости, износа, наращивания, и как

во втором параграфе задается нестационарный поперечный диффузионный поток примесей i_0

$$\sigma_{xy} = 0, -\infty < x < \infty$$

$$V = 0, x < 0 \quad (28)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} = - \left\{ \frac{K(\bar{a}^2 - b^2)\rho}{\rho_s} + \xi \right\} \frac{\partial U}{\partial x} - \left(\frac{K\bar{a}^2\rho}{\rho_s} + \xi \right) \frac{\partial V}{\partial y} - \frac{i_0}{\rho_s} H(x)H(t), x > 0$$

Получено перемещение V границы трещины и даны численные расчеты

(таблица 2) для $\frac{\bar{a}}{b} = \sqrt{3}, K_3 = 0,3; \alpha_1 = 0,9814; \alpha_2 = 2,736i, \frac{i_0}{\rho_s a} = \frac{1}{2 \cdot 10^5},$

$$\bar{a} = 10^5 \frac{\text{см}}{\text{сек}}$$

$$\frac{V}{at} = - \frac{x}{at} \operatorname{Re} i \frac{\frac{i_0}{\rho_s a} \alpha_1 \alpha_2 G^-(0) \frac{\bar{a}}{x}}{\pi(K_3 - 1)} \int_0^{\frac{\bar{a}}{x}} \frac{\sqrt{1 - \alpha'(\frac{at}{x} - \alpha')} d\alpha'}{\alpha'(\alpha' - \alpha_1)(\alpha' - \alpha_2) G^-(\alpha')} \quad (29)$$

| | | | | | | | | |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\frac{x}{at}$ | 0.01 | 0.029 | 0.048 | 0.085 | 0.104 | 0.151 | 0.198 | 0.226 |
| $\frac{V}{at}$ | -0.009 | -0.017 | -0.009 | -0.034 | -0.017 | -0.005 | -0.011 | -0.037 |
| $\frac{x}{at}$ | 0.254 | 0.264 | 0.301 | 0.349 | 0.386 | 0.424 | 0.471 | 0.489 |
| $\frac{V}{at}$ | -0.029 | -0.044 | -0.029 | -0.025 | -0.144 | -0.016 | -0.008 | -0.007 |

таблица 2

Из таблицы 2 видно, что при $0,01 < \frac{x}{at} \leq 0,489$ $\frac{V}{at} < 0$, и ширины

трещины $b_1 = b_0 + V$ уменьшаются. Взяв очень тонкую микротрещину

$b_0 = 10^{-5}$ см, можно видеть, что, в частности при $\frac{x}{at} \approx 0,264, \frac{V}{at} = -0,044,$

и условие залечивания $b_1 = 0$ имеет вид $10^{-5} - 0,044 \cdot \bar{a}t = 0$ и при $t = 2,27 \cdot 10^{-10}$ сек трещина залечивается в точке $x = 5,99 \cdot 10^{-6}$ см. Из

таблицы 2 видно, что $\left| \frac{V}{at} \right| \sim 10^{-2}$, причем для реальной макротрещины

$b_0 \sim 10^{-1}$ см условие залечивания будет $\frac{10^{-1}}{at} = -\frac{V}{at}$, и для биоматериалов $\bar{a} = 10^5$ см/сек, при этом в реальной задаче для диффузионных потоков можно попрежнему считать $\frac{i_0}{\rho_s a} = \frac{1}{2 \cdot 10^5}$ и получится с учетом таблицы 2

максимальное время закрытия $t = 10^4$ сек, т. е. трещина залечивается почти всюду, что вполне достаточно для практических целей. При $\frac{x}{at} \approx 0$ это коррелирует с, полученным другим подходом, результатом Глико[22].

В четвертом параграфе рассматривается решение пространственной задачи при наличии трения и наращивания примесей на границе трещины

$$\sigma_{xz} = 0, \sigma_{yz} = 0, -\infty < x < \infty$$

$$U_3 = 0, x < 0 \quad (30)$$

$$\frac{\partial U_3}{\partial t} = -K_2 \left(\frac{\partial U_1}{\partial x} + \frac{\partial U_2}{\partial y} \right) - K_3 \frac{\partial U_3}{\partial z} - \frac{i_0}{\rho_s} H(x)H(y_0 - |y|)H(t), x > 0$$

$$\text{где } K_2 = \frac{K(\bar{a}^2 - 2b^2)\rho}{\rho_s} + \xi, \quad K_3 = \frac{K\bar{a}^2\rho}{\rho_s} + \xi.$$

Получено перемещение границы

$$U_3 = \operatorname{Re} \frac{i_0 x}{4\pi^2 \rho_s C_0} \sum_{k=1}^2 \int_{-\infty}^{\infty} d\beta \int_0^{\alpha_k} \frac{(-1)^{k-1} (\alpha_k - \alpha') d\alpha'}{\alpha' \beta R^+(0, \beta) \gamma_2^+(0, \beta) R^-(\alpha', \beta) \gamma_2^-(\alpha', \beta)}, \quad (31)$$

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

В настоящей диссертационной работе дается применения современных математических методов аналитических исследований нестационарных смешанных пространственных, плоских и антиплоских контактных задач теории упругости, таких как метод интегральных преобразований Лапласа по времени и Фурье по одной или двум

координатам, в сочетании с методом Винера-Хопфа и факторизации соответствующих матриц, в том числе и для случаев разрывных коэффициентов систем Винера-Хопфа, дополнением исследований численными расчетами систем полученных интегральных уравнений Фредгольма и интегралов в решении. Получены следующие результаты:

1. Дается решение антиплоской, плоской и пространственной нестационарных задач о полубесконечных трещинах, на верхней границе которых заданы напряжения, а на нижней границе перемещения. Решение методом интегральных преобразований приводится к системам Винера-Хопфа соответственно второго, четвертого и шестого порядка с разрывными коэффициентами, дается регуляризация матриц, получены системы с непрерывными коэффициентами, которые приводятся к соответственным системам интегральных уравнений Фредгольма. Даются их численные решения, которое, помимо исследования их результатов в окончательных формулах для напряжений в форме Смирнова-Соболева, имеют приложения к задаче эффективной факторизации матриц второго, четвертого и шестого порядка рассматриваемого типа. При этом устранение разрывов в коэффициентах приводит к нужной особенности напряжений вблизи краев трещин.
2. Решена задача о трещине в составной упругой плоскости указанными методами с получением аналитических формул, включая выделение нестандартных особенностей.
3. Решены плоские задачи о штампе при наличии трения и износа методом Винера-Хопфа. Показано, что наличие износа приводит, также и в данных нестационарных задачах, к отсутствию особенностей у края штампа. Проведенные расчеты распределения напряжений под штампами приведены в виде графиков, из которых, помимо количественных результатов, показана возможность превышения напряжениями предела текучести, уже не на краю, как было в классических постановках без износа, а в некоторой области под штампом.
4. Рассмотрены, кроме вертикальных штампов, и разные варианты горизонтальных перемещений, заданных на полуоси под штампом; решения находятся для плоской и пространственной задач аналогичными методами, и снова наличие в граничном условии под штампом соответствующих слагаемых за счет износа, приводит к устранению особенности у края, причем проведенные расчеты и графики приводят к указанным выше эффектам, эти задачи о горизонтальных перемещениях имеют отношение к проблемам микрорезания и резки металлов и древесины.
5. Дается постановка и решение плоской и пространственной задачи о трещине при наличии потока жидкости с учетом термоупругих напряжений и влияния осаждения примесей, имевшихся в жидкости, за счет термодиффузии, на залечивание трещин. Эти

задачи, помимо теоретического значения, имеют приложение в таких областях науки, техники и природных процессов, как биология, сейсмология, технологические процессы охлаждения режущих инструментов, трещин в металлах, сооружениях, композитах, а также в земных породах со сейсмичностью. Особое внимание уделяется такому важному концентрату в жидкости, залечивающей трещины, как кристаллиты камфора в масле, имеющие указанные приложения и в технике, и в медицине. Во всех этих термоупругих задачах при наличии залечивания за счет жидкости с примесями, текущей в трещине, применяются указанные методы интегральных преобразований и Винера-Хопфа. Дается замкнутое аналитическое решение всюду в плоскости и на трещине. Сделаны расчеты для вертикального перемещения границы трещины и ускорения, указаны моменты времени и координаты, где имеет место залечивание трещины.

Список научных работ по теме диссертации

1. Мартиросян А. Н., Динунц А. С., Костандян К. С. Решение линейной нестационарной плоской задачи для упругой полуплоскости со смешанными граничными условиями, Международная конференция "Механика композитов и оптимальное проектирование", 25-28 сентября, 2006г., Программа и тезисы докладов, Ереван, Армения, стр. 42.
2. Мартиросян А. Н., Мартиросян Г. А., Динунц А. С. Решение системы Винера-Хопфа для нестационарной антиплоской смешанной упругой задачи, Информационные технологии и управление, "Энциклопедия-Армения", Ереван 2007, №1, стр. 37-45.
3. Багдоев А. Г., Мартиросян А. Н., Варданян С. В., Мартиросян Г. А., Костандян К. С., Динунц А. С. Нестационарные задачи о трещинах и штампах, Вестник, РАУ, физико-математические и естественные науки, Ереван 2007, №2, стр. 106-119.
4. A. G. Bagdоеv, A. N. Martirosyan, A. S. Dinunts, K. S. Kostandyan The analytic and numerical solution of second, thirth, fourth and sixth order Wiener-Hopf system for mixed boundary elasticity dynamic problems, Международная конференция "Актуальные проблемы механики сплошной среды", Цахкадзор, 2007, стр. 458-461.
5. Мартиросян А. Н., Динунц А. С. Аналитическое и численное исследование нестационарной плоской задачи о полубесконечном штампе при наличии износа, Международная конференция "Проблемы динамики взаимодействия деформируемых сред", Труды 6 международной конференции, 21-26 сентябрь, Горис-Степанакерт, 2008г, стр. 305-309.
6. Мартиросян А. Н., Динунц А. С. Плоская задача отражения точечной упругой волны от жесткого экрана, Международная конференция "Проблемы динамики взаимодействия

деформируемых сред", Труды 6 международной конференции, 21-26 сентябрь, Горис-Степанакерт, 2008г., 310-318.

7. Мартиросян А. Н., Мартиросян Г. А., Костандян К. С., Динунц А. С. Эффективное решение нестационарной смешанной граничной задачи для упругого полуплоскости, Доклады НАН Армении, т. 107, №1, стр. 49-55, 2007г.
8. Martirosyan G.A., Bagdoyev A.G., Martirosyan A.N., Dinunts A.S., Davtyan A.V. The investigation of problem of closing of crack in thermoelastic media, Ученые записки, 2/2009, Арцахский гос. университет, Степанакерт, стр. 66-70.
9. Мартиросян А. Н., Динунц А. С. Аналитическое и численное исследование нестационарной пространственной задачи о полубесконечном штампе при наличии износа и трения, Сборник трудов международной школы-конференции молодых ученых/28 сентября - 1 октября, Агавнадзор, Армения, 2009., стр. 253-257.
10. Багдоев А. Г., Мартиросян А. Н., Динунц А. С., Давтян А. В. Исследование задачи о залечивании трещины в термоупругой среде, Доклады НАН Армении, 2010, стр. 151-162.
11. Динунц А. С. Решение динамической контактной задачи о взаимодействии полубесконечных штампов с упругой полуплоскостью с учетом фактора износа, Известия НАН РА, Механика, т. 63, №3, 2010, стр. 5-12.
12. Bagdoyev A.G., Martirosyan A.N., Dinunts A.S., Davtyan A.V. The solution of problems of closing of crack in thermoelastic media and of stamps on halfplane in presence of wear, Труды II международной конференции "Актуальные проблемы механики сплошной среды", 4-8 октября, 2010г., Дилижан, Армения, стр. 242-247.

Ատենախոսությունում, կիրառելով և զարգացնելով ըստ ժամանակի Լապլասի ու ըստ մեկ և երկու կոորդինատների Ֆուրյեի ինտեգրալ ձևափոխությունների, համապատասխան խզվող մատրիցների ֆակտորիզացիայի, խզվող գործակիցներով Վիներ-Չոպֆի հավասարման և հավասարումների համակարգի թվային լուծման մեթոդները, ստացվել են հետևյալ արդյունքները՝

1. Տրված է կիսասանվերջ ճեղքի վերաբերյալ հակահարթ, հարթ և տարածական խնդիրների լուծումը, երբ ճեղքի վերին ափն ազատ է լարումներից, իսկ ստորին ափին տրված են ոչ ստացիոնար տեղափոխությունները: Ինտեգրալ ձևափոխությունների մեթոդով լուծումը բերվել է համապատասխանաբար երկրորդ, չորրորդ և վեցերորդ կարգի Վիներ-Չոպֆի խզվող գործակիցներով հավասարումների համակարգի: Կատարվել է մատրիցների ռեգուլյարիզացիա՝ Վիներ-Չոպֆի համակարգը բերելով անընդհատ գործակիցներով համակարգի, որն էլ հանգեցվել է համապատասխան կարգի Ֆրեդհոլմի հավասարումների համակարգի լուծմանը:
2. Լուծված է առաձգական հարթությունում ճեղքի վերաբերյալ խնդիրը՝ նշված մեթոդներով, արված է ոչ ստանդարտ եզակիությունների անջատումը:
3. Լուծված են դրոշմի վերաբերյալ հարթ խնդիրներ շփման և մաշման գործոնների հաշվառումով՝ Վիներ-Չոպֆի մեթոդի կիրառմամբ: Ցույց է տրված մաշման գործոնի առկայությամբ եզակիության բացակայությունը: Դրոշմի տակ լարվածության համար արված հաշվումները ներկայացված են գրաֆիկների տեսքով, և առանձնացված են լարման՝ առաձգական սահմանից դուրս գալու տիրույթները:
4. Դիտարկված են ուղղահայաց և հորիզոնական դրոշմների մի շարք խնդիրներ՝ հարթ և տարածական դեպքերի դիտարկմամբ: Հորիզոնական դրոշմի խնդիրները համանմանեցվում են միկրոկտրման խնդիրներին:
5. Տրված է հեղուկ խառնուրդային շերտ պարունակող հարթ և տարածական ճեղքերի վերաբերյալ խնդիրների դրվածքը և լուծումը՝ որպես ջերմաառաձգական լարումների և ջերմադիֆուզիայի հաշվին հեղուկում առկա խառնուրդների նստվածքի ազդեցությամբ ճեղքի փակում: Տրված է փակ անալիտիկ լուծումն ամենուրեք հարթության մեջ և ճեղքի վրա, կատարված են ճեղքի եզրին ուղղահայաց տեղափոխության հաշվումները, ցուցանշված է ճեղքի փակման ժամանակն ու կոորդինատը: Տեսական նշանակության տեսանկյունից այդ խնդիրները մեծ կիրառություն ունեն գիտության, տեխնիկայի այնպիսի բնագավառներում և բնական երևույթներում, ինչպիսիք են բիոլոգիան, տեխնոլոգիական երևույթները, սելյամոլոգիան:

