ЖАРАТЫЛЫСТАНУ – ГУМАНИТАРЛЫҚ ҒЫЛЫМДАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ИНДУСТРИАЛДЫ-ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУ БАҒДАРЛАМАСЫН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУДАҒЫ РӨЛІ

I Бөлім

ЕСТЕСТВЕННО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ И ИХ РОЛЬ В РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ИНДУСТРИАЛЬНО – ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

I Часть

NATURAL HUMANITIES SCIENCES AND THEIR ROLE IN THE INDUSTRIAL INNOVATIONALED DEVELOPMENT PROGRAMME'S REALIZATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

I Part

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ӘЛ-МАШАНИ АТЫНДАҒЫ ЖАРАТЫЛЫСТАНУ-ГУМАНИТАРЛЫҚ ИНСТИТУТЫ

# “ЖАРАТЫЛЫСТАНУ –ГУМАНИТАРЛЫҚ ҒЫЛЫМДАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ИНДУСТРИАЛДЫ-ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУ БАҒДАРЛАМАСЫН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУДАҒЫ РӨЛІ” IV ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯНЫҢ ЖИНАҒЫ

АЛМАТЫ 2009

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.И. САТПАЕВА

ЕСТЕСТВЕННО-ГУМАНИТАРНЫЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ АЛЬ-МАШАНИ

# ТРУДЫ
# IV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ “ЕСТЕСТВЕННО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ И ИХ РОЛЬ В РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ИНДУСТРИАЛЬНО – ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН”

АЛМАТЫ 2009

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE

KAZAKH NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER
K. I. SATPAEV

NATURAL HUMANITIES SCIENCES INSTITUTE NAMED AFTER
AL-MASHANI

# PROCEEDINGS OF THE IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE “NATURAL HUMANITIES SCIENCES AND THEIR ROLE IN THE INDUSTRIAL INNOVATIONAL DEVELOPMENT PROGRAMME’S REALIZATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN”

ALMATY 2009

УДК 371
ББК 74.04
Е 86

"Естественно-гуманитарные науки и их роль в реализации программы индустриально – инновационного развития Республики Казахстан": Труды IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-лет. КазНТУ им. К.И. Сатпаева. = Жаратылыстану –гуманитарлық ғылымдары және олардың Қазақстан Республикасының индустриалды-инновациялық даму бағдарламасын жүзеге асырудағы рөлі. – Алматы: КазНТУ им. К.И.Сатпаева, 2009.

Ч1– 440 с. Қазақша, орысша

ISBN 978-601-228-103-3

Труды IV Международной научно-практической конференции "Естественно-гуманитарные науки и их роль в реализации программы индустриально – инновационного развития Республики Казахстан " посвящены актуальным теоретическим вопросам естественных и общественных наук, вопросам преподавания естественно-гуманитарных дисциплин, а также разработке и внедрению новых технологий.

Представленные материалы интересны и полезны для широкого круга ученых, специалистов, аспирантов, магистрантов и студентов.

УДК 371
ББК 74.04



$$E\frac{4301000000}{00(05)-09}$$

$$ISBN\frac{978-601-228-103-3-Ч1}{978-601-228-102-6}$$



## Секция общей и теоретической физики

**А.А.Абдикасова, А.А.Спицын**
**Х.Р.Майлина, Б.А.Байтимбетова**
**КазНТУ им. К.И. Сатпаева**
**Алматы, Казахстан**

# К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ И ИХ СОВРЕМЕННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

Известно, что основу информационной системы составляет комплекс аппаратных и программных средств вычислительной техники, обеспечивающих сбор информации, поступающей от различных устройств, ее обработку, вывод результатов в форме, удобной для дальнейшего использования, и формирование управляющих воздействий на исполнительные устройства.

Быстрое расширение сферы применения информационных систем, возрастание их роли в удовлетворении социальных потребностей требуют постоянного улучшения их технических, экономических и эксплуатационных характеристик. Одним из основных методов повышения производительности информационных систем является аппаратная реализация функций, имеющих большой удельный вес в алгоритмах решения задач /1/.

В основе развития электроники лежит непрерывное усложнение функций, выполняемых электронными устройствами. На определенных этапах становится невозможным решать новые задачи старыми электронными средствами, например с помощью электронных ламп или дискретных транзисторов. Благодаря микроэлектронной технологии на крошечном кусочке (кристалле) кремния можно изготовить огромное число эквивалентных дискретных элементов. Количество отдельных полупроводниковых элементов на кристалле обычно связывается со степенью интеграции. Получающаяся интегральная схема (ИС) оказывается не только намного компактнее своего аналога из дискретных элементов, но и значительно дешевле и гораздо надежнее /2/.

В зависимости от применяемой элементной базы можно выделить четыре основных поколения развития промышленной электроники, а вместе с ней, соответственно, и электронных устройств.

**1 поколение** (1904-1950 гг.) характеризуется тем, что основу элементной базы электронных устройств составляли электровакуумные приборы, в которых пространство, изолированное газонепроницаемой оболочкой, имеет высокую степень разрежения или заполнено специальной рабочей средой (парами или газами) и действие которых основано на использование электрических явлений в вакууме или газе.

По современным представлениям предметом электроники является теория и практика применения электровакуумных, ионных, полупроводниковых а также квантовых (лазер) приборов в устройствах, системах и установках для различных областей народного хазяйства. Гибкость электронной аппаратуры, высокое быстродействие, точность, чувствительность, повышение надежности,

$$W(x) = chx(C_1 \cos x + C_2 \sin x) + shx(C_3 \cos x + C_4 \sin x) + \frac{2}{3\kappa} q_0 (1 - x) \qquad (4)$$

при граничных условиях:

$$W\big|_{x=0,3} = 0, \quad \frac{d^2W}{dx^2}\bigg|_{x=0,3} = 0, \qquad (5)$$

Шарнирно закрепленный.

$$W\big|_{x=0,6} = 0, \quad \frac{dW}{dx}\bigg|_{x=0,6} = 0$$

- скользящий край (6)

<u>III-случай</u> $\lambda в$ – большая, где $\lambda$ – параметр, $в = 2r$ .

$$W(x) = chx(C_1 \cos x + C_2 \sin x) + shx(C_3 \cos x + C_4 \sin x) + \frac{8}{3\kappa} q_0 x \qquad (7)$$

при граничных условиях:

$$W\big|_{x=0,6} = 0, \quad \frac{dW}{dx}\bigg|_{x=0,6} = 0, \qquad (8)$$

Скользящий край

$$\frac{d^2W}{dx^2}\bigg|_{x=0,9=1} = 0, \qquad \frac{d^3W}{dx^3}\bigg|_{x=0,9=1;} = 0,$$

Свободный край

$$q_0 = \frac{0,85E}{(1-\nu^2)^{3/4}} \qquad (9)$$

**<u>2- задача</u>** После получения частных решении (1), (2) и (7) необходимо составить программу при данных : $x = 0,1;0,2;0,3;0,4;0,5;0,6;0,7;0,8;0,9;$ при $\frac{q_0}{k} = const$ .

$\lambda в$ – большая, $\lambda в = 0,3 = \sqrt{\frac{h}{r}} \cdot 2h$

$\lambda в$ – средняя, $\lambda в = 0,2 = \sqrt{\frac{h}{r}} \cdot 2h$

$\lambda в$ – малая, $\lambda в = 0,1 = \sqrt{\frac{h}{r}} \cdot 2h$

В наших обозначениях : $\varepsilon = \beta\xi$, $\dot{\beta} = \sqrt[4]{\frac{K}{4Д}}$, здесь $\xi = \frac{\varepsilon}{\beta}$




**Литература**

[1] Божанов Е.Т., Хайруллин Е.М., Торегельдиева Э.К., Статикалық күш түсіру кезіндегі тербелістердің кейбір механика-математикалық модельдері., Вестник КазНТУ №2, 2009г.

[2] Жумагулов Б.Т., Евсеева А.У., Евсеев О.О., Карсакбаев А.А. Математическое и компьютерное моделирование- расширение возможностей проектирование нефтепроводов, транспортирующих вязкие нефти., Вестник НИР РК. №3,(29), 2008г.

[3] Крылов А.Н. О расчете балок, лежащих на упругом основании., Сборник докладов АН СССР, Москва, Издательство АН СССР, 1930г.



**Божанов Е.Т., Ибраимкулов А.М., Буганова С.Н., Маханова Ф.А.**
**КазНТУ им. К.И. Сатпаева**
**Алматы, Казахстан**


## ВЫПУЧИВАНИЕ ВЫРАБОТКИ В МАССИВЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПОД ДЕЙСТВИЕМ НЕРАВНОМЕРНЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ ПО КРИТИЧЕСКИМ ДЕФОРМАЦИЯМ ТРЕУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ С НАЧАЛЬНОЙ КОСОСИММЕТРИЧНОЙ ВОЛНИСТОСТЬЮ, ПОД ДЕЙСТВИЕМ NКР , НАХОДЯЩЕЙСЯ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ ТИПА ВИНКЛЕРА

Рассмотрим выработку в толще горных пород в виде многослойных анизотропных оболочек типа Тимошенко длиной - ℓ, толщиной – h, радиусом – r под действием равномерного осевого давления Nкр, находящейся на упругом основании типа Винклера [ 1 ], где физико-механические свойства пород соответствуют физико-механическим свойствам многослойных анизотропных оболочек [ 2 ]. Вся зона ведения горных работ разбита на три зоны: 1-ая зона упруго-пластическая при малых деформациях, 2-ая зона рыхленный массив с переменной толщиной – упругая зона при больших деформациях, 3-ая зона нетронутый массив. При этом толщину рыхленного слоя можно рассчитать лишь тогда, когда поперечное сечение выработки теряет устойчивость под действием неравномерных поперечных сил, равномерного осевого давления Nкр и остаточных напряжении.

Будем предполагать: что материал каждого слоя в процессе деформации является упругим и подчиняется обобщенному закону Гука для анизотропного тела, что прогиб в продольном направлении симметричный в зависимости корректирующих коэффициентов от составных частот поперечного сечения, от волнового числа в продольном направлении и стрелы прогиба, что амплитуда прогиба слоя имеет тот же порядок величины, что и толщина второй зоны выработки, а выпучивание во второй зоне выработки и появление новой поверхности аналогично синклинальной и антиклинальной видов порождающихся складок.

Учет анизотропии материала такие, что они позволяют по абсолютному значению сопротивления руд или по отношению сопротивления руд к сопротивлению вмещающих пород оценивать форму поперечной деформации поперечного сечения и возможную мощность предполагаемых рудных зон.

Кроме того, будем считать, что при отработке первой зоны выработки пусть впереди имеем зону повышенного напряженно-деформированного состояния. Однако переход от устойчивого положения к возмущенному состоянию происходит как сближение первой зоны ко второй зоне в виде начальной кососимметричной волнистостью.

Тогда общее решение выпучивания выработки по аналогии работы [1] имеет вид

$$W(x)=C_1\ell^{\sqrt{\alpha+\beta}x}+C_2\ell^{-\sqrt{\alpha+\beta}x}+C_3\ell^{\sqrt{\alpha-\beta}x}+C_4\ell^{-\sqrt{\alpha-\beta}x}+\frac{q_kR^2}{Eh}(l-x) \quad (1)$$

Где $\alpha=-\frac{N_1}{2EJ}$; $\beta=\frac{1}{2EJ}\sqrt{N_1^2+4KEJ}$; $\alpha^2-\beta^2=-\frac{K}{EJ}$.

А, для изотропного материала

$$K=-\frac{Eh}{R^2},\quad N_{kp}=N_1=\frac{Eh^2}{R\sqrt{3(1-\nu^2)}} \quad (2)$$

Из (1) имеем:

$$\frac{dW}{dx}=\sqrt{\alpha+\beta}(C_1\ell^{\sqrt{\alpha+\beta}x}-C_2\ell^{-\sqrt{\alpha+\beta}x})+\sqrt{\alpha-\beta}(C_3\ell^{\sqrt{\alpha-\beta}x}-C_4\sqrt{\alpha-\beta}\ell^{-\sqrt{\alpha-\beta}x}),$$

$$\frac{d^2W}{dx^2}=(\alpha+\beta)\left(C_1\ell^{\sqrt{\alpha+\beta}x}+C_2\ell^{-\sqrt{\alpha+\beta}x}\right)+(\alpha-\beta)\left(C_3\ell^{\sqrt{\alpha-\beta}x}+C_4\ell^{-\sqrt{\alpha-\beta}x}\right). \quad (3)$$

Рассмотрим граничные условия

$$W(x)=0 \qquad \frac{d^2W}{dx^2}=0 \quad \text{при } x=0,\quad x=l. \quad (4)$$

подставляя (1) и (3) в (4) имеем:

$$C_1+C_2+C_3+C_4=-\frac{q_kR^2l}{Eh}=0 \quad (5)$$

$$(\alpha+\beta)(C_1+C_2)+(\alpha-\beta)(C_3+C_4)=0 \quad (6)$$

На основании (6) из (5), получим

$$C_1+C_2=\frac{q_k(\alpha-\beta)R^2l}{2\beta Eh} \quad (7)$$

На основании (7) из (6) имеем:

$$C_3+C_4=-\frac{q_k(\alpha+\beta)R^2l}{2\beta Eh} \quad (8)$$

$$W(x)\Big|_{x=l}=0:\quad \left[C_1\ell^{\sqrt{\alpha+\beta}l}+C_2\ell^{-\sqrt{\alpha+\beta}l}\right]+\left[C_3\ell^{\sqrt{\alpha-\beta}l}+C_4\ell^{-\sqrt{\alpha-\beta}l}\right]=0 \quad (9)$$



$$\frac{d^2W}{dx^2}\Big|_{x=l}=0:\quad (\alpha+\beta)\left[C_1\ell^{\sqrt{\alpha+\beta}l}+C_2\ell^{-\sqrt{\alpha+\beta}l}\right]+(\alpha-\beta)\left[C_3\ell^{\sqrt{\alpha-\beta}l}+C_4\ell^{-\sqrt{\alpha-\beta}l}\right]=0 \quad (10)$$

Из условия на бесконечности получим:

$$W(x)=\frac{q_kR^2}{Eh}\Big(\frac{l}{2\beta}\Big[(\alpha-\beta)\ell^{\sqrt{\alpha+\beta}x}-(\alpha+\beta)\ell^{\sqrt{\alpha-\beta}x}-\frac{(\alpha-\beta)\ell^{\sqrt{\alpha+\beta}l}}{sh\sqrt{\alpha+\beta}l}sh\sqrt{\alpha+\beta}x+$$

$$+\frac{(\alpha+\beta)\ell^{\sqrt{\alpha-\beta}l}}{sh\sqrt{\alpha-\beta}l}sh\sqrt{\alpha-\beta}x\Big]+(l-x)\Big) \quad (11)$$

$$\alpha=-\frac{N_1}{2EJ},\quad \beta=\frac{1}{2EJ}\sqrt{N_1^2+4KEJ},\quad \alpha^2-\beta^2=-\frac{K}{EJ} \quad (12)$$

В частности, для изотропного тела

$$K=-\frac{Eh}{R^2},\quad N_{kp}=N_1=\frac{Eh^2}{R\sqrt{3(1-\nu^2)}},$$

$$\alpha^2-\beta^2=-\frac{h}{EJ}\Rightarrow \left.\begin{matrix}\alpha-\beta>0\\ \alpha+\beta>0\end{matrix}\right\}\ \text{и}\ \left.\begin{matrix}\alpha-\beta<0\\ \alpha+\beta<0\end{matrix}\right\} \quad (13)$$

$$W(x)=-\frac{q_kR^2l}{Eh}\Big\{l\ell^{\sqrt{\alpha+\beta}x}+\frac{l\ell^{\sqrt{\alpha+\beta}(l-x)}}{2sh\sqrt{\alpha+\beta}l}+\frac{(\alpha+\beta)l}{2\beta sh\sqrt{\alpha-\beta}l}\Big[sh\sqrt{\alpha-\beta}(l-x)+$$

$$+\ell^{\sqrt{\alpha+\beta}l}sh\sqrt{\alpha-\beta}x\Big]+x-l\Big\} \quad (14)$$

Где $\alpha=-\frac{N_1}{2EJ}$; $\beta=\frac{1}{2EJ}\sqrt{N_1^2+4KEJ}$, $\alpha^2-\beta^2=-\frac{K}{EJ}$ (15)

В частности, для изотропного тела

$$K=-\frac{Eh}{R^2};\quad N_{kp}=N_1=\frac{Eh^2}{R\sqrt{3(1-\nu^2)}} \quad (16)$$

$$\alpha^2-\beta^2>0\Rightarrow \begin{matrix}(\alpha-\beta)>0,\\ (\alpha+\beta)>0\end{matrix}\ \text{и}\ \begin{matrix}\alpha-\beta<0,\\ \alpha+\beta<0\end{matrix}$$

Для определения НДС и критической силы по критическим деформациям треугольной формы с начальной кососимметричной волны статью в отличие от работы [1] и [2] применим метод интегральных преобразовании в геомеханике. Суть которого в данной задаче заключается в следующим:

- Первую зону выработки представим ввиде бесконечно упругого слоя под действием приложенных к его граничным плоскостям поперечных сечений $(z=\pm h)$ внешних усилии. При этом будем применять представление перемещений и напряжений через четыре гармонических функций $\Phi_0,\Phi_1,\Phi_2,\Phi_3$ и $F=\Phi_0+x\Phi_1+y\Phi_2+z\Phi_3$

$$2GU=-\frac{\partial F}{\partial x}+4(1-\nu)\Phi_1,\quad 2GV=-\frac{\partial F}{\partial y}+4(1-\nu)\Phi_2,\quad 2GW=-\frac{\partial F}{\partial z}+4(1-\nu)\Phi_3 \quad (17)$$

$$\sigma_x=2(1-\nu)\frac{\partial\Phi_1}{\partial x}-\frac{\partial^2\Phi_0}{\partial x^2}+2\nu\left(\frac{\partial\Phi_2}{\partial y}+\frac{\partial\Phi_3}{\partial z}\right)-\left(x\frac{\partial^2\Phi_1}{\partial x^2}+y\frac{\partial^2\Phi_2}{\partial x^2}+z\frac{\partial^2\Phi_3}{\partial x^2}\right),$$

$$\sigma_y = 2(1-\nu)\frac{\partial\Phi_2}{\partial y} - \frac{\partial^2\Phi_0}{\partial y^2} + 2\nu\left(\frac{\partial\Phi_3}{\partial z} + \frac{\partial\Phi_1}{\partial x}\right) - \left(x\frac{\partial^2\Phi_1}{\partial y^2} + y\frac{\partial^2\Phi_2}{\partial y^2} + z\frac{\partial^2\Phi_3}{\partial y^2}\right) \quad (18)$$

$$\sigma_{xy} = (1-2\nu)\left(\frac{\partial\Phi_1}{\partial y} + \frac{\partial\Phi_2}{\partial x}\right) - \left(\frac{\partial^2\Phi_0}{\partial x\partial y} + x\frac{\partial^2\Phi_1}{\partial x\partial y}\right) + y\frac{\partial^2\Phi_2}{\partial x\partial y} + z\frac{\partial^2\Phi_3}{\partial x\partial y}$$

$$\sigma_z = 2(1-\nu)\frac{\partial\Phi_3}{\partial z} - \frac{\partial^2\Phi_0}{\partial z^2} + 2\nu\left(\frac{\partial\Phi_1}{\partial x} + \frac{\partial\Phi_0}{\partial y}\right) - \left(x\frac{\partial^2\Phi_1}{\partial z^2} + y\frac{\partial^2\Phi_2}{\partial z^2} + z\frac{\partial^2\Phi_3}{\partial z^2}\right)$$

$$\sigma_{yz} = \frac{\partial\Phi}{\partial y} + 2(1-\nu)\frac{\partial\Phi_2}{\partial z} + \sigma_{zx} = \frac{\partial\Phi}{\partial x} + 2(1-\nu)\frac{\partial\Phi_1}{\partial z},$$

$$\Phi = (1-2\nu)\Phi_3 - \frac{\partial\Phi_0}{\partial x} - \left(x\frac{\partial\Phi_1}{\partial z} + y\frac{\partial\Phi_2}{\partial z} + z\frac{\partial\Phi_3}{\partial z}\right) \quad (19)$$

Где $\sigma$ – модуль сдвига, $\nu$ – коэффициент Пуассона

**Граничные условия :**

$$W/_{z=h} = W_h(r,\varphi), \quad \sigma_{xz}/_{z=h} = \sigma_{xh}(r,\varphi), \quad \sigma_{yz}/_{z=h} = \sigma_{yh}(r,\varphi) \quad (20)$$

$$W\Big|_{\substack{z=0\\r<R}} = W_0(r,\varphi), \quad \sigma_z/_{z=0} = \sigma_0(r,\varphi), \quad (21)$$

$$\sigma_{xz}/_{z=0} = \sigma_{z_0}(r,\varphi), \quad \sigma_{yz}/_{z=0} = \sigma_{y_0}(r,\varphi), \quad (22)$$

Функция $W$, удовлетворяющая уравнению Лапласа в облас ограниченной поверхностями в цилиндрических координатах $z = R_1$; $z = R_2$, $R_2 - R_1 = h$ должны удовлетворять условиям:

$$W\Big|_{z=R_1} = W_1, \quad W\Big|_{z=R_2} = W_2, \quad \frac{\partial W}{\partial z}\Big|_{z=0} = 0, \quad \frac{\partial W}{\partial z}\Big|_{z=l} = 0, \quad (23)$$

$$W = W_1 + \frac{\ln\left|\frac{2}{R}\right|}{\ln\left|\frac{R_2}{R_1}\right|} - (W_2 - W_1) \quad (24)$$

-Интегрируем методом интегрального преобразования для второй основной задачи для бесконечного слоя (12)-(22). Затем определим НДС и форму критической деформации в поперечном сечений первой зоны выработки при предположений, что на бесконечности $(r \to \infty)$ все функций напряжений имеют порядок $\frac{1}{r}$, а производные порядок $\frac{1}{r^2}$.

**Решение**

Приведем формулы для напряжений дополнительно к формулам (25) входящих в граничные условия, $\Phi/_{z=0} = 0$,

$$\Phi/_{z=h} = 0 \quad (26)$$



$$\sigma_z = \frac{\partial}{\partial z}\left[2(1-\nu)\Phi_3 - \Phi_4\right] + 2\nu\left(\frac{\partial\Phi_1}{\partial x} + \frac{\partial\Phi_2}{\partial y}\right) - \left(x\frac{\partial^2\Phi_1}{\partial z^2} + y\frac{\partial^2\Phi_2}{\partial z^2} + z\frac{\partial^2\Phi_3}{\partial z^2}\right),$$

$$\sigma_{xz} = \frac{\partial\Phi}{\partial x} + 2(1-\nu)\frac{\partial\Phi_1}{\partial z}, \quad \sigma_{yz} = \frac{\partial\Phi}{\partial y} + 2(1-\nu)\frac{\partial\Phi_2}{\partial z},$$

$$\Phi = (1-2\nu)\Phi_3 - \Phi_4 - \left(x\frac{\partial\Phi_1}{\partial z} + y\frac{\partial\Phi_2}{\partial z} + z\frac{\partial\Phi_3}{\partial z}\right), \quad \Phi_4 = \frac{\partial\Phi_0}{\partial z},$$

На основании предположении, что все искомые функции имеют на бесконечности порядок $\frac{1}{r}$ имеем остальные граничные условия.

$$\Phi_3\Big|_{z=h} = \frac{GW_h}{1-\nu}\left(\Phi_4 + h\frac{\partial\Phi_3}{\partial z}\right)\Big|_{z=h} = \frac{1-2\nu}{1-\nu}GW_h + \frac{x\sigma_{xh} + y\sigma_{yh}}{2(1-\nu)} \quad (27)$$

$$\left[(1-2\nu)\Phi_3 - \Phi_4\right]_{z=0} = \frac{x\sigma_{x_0} + y\sigma_{y_0}}{2(1-\nu)} \quad (28)$$

$$\left[(3-4\nu)\Phi_3 - \Phi_4\right]_{\substack{z=0\\r<R}} = 2Gw_0 + \frac{x\sigma_{x_0} + y\sigma_{y_0}}{2(1-\nu)} \quad (29)$$

$$\left[2(1-\nu)\frac{\partial\Phi_3}{\partial z} - \frac{\partial\Phi_4}{\partial z}\right]_{\substack{z=0\\r>R}} = \sigma_0 - 2\nu\left(\frac{\partial\Phi_1}{\partial x} + \frac{\partial\Phi_2}{\partial y}\right)_{z=0} + \left(x\frac{\partial^2\Phi_1}{\partial z^2} + y\frac{\partial^2\Phi_2}{\partial z^2}\right)_{z=0} \quad (30)$$

Представляя гармонические функции $\Phi_3$ и $\Phi_4$ в виде:

$$\Phi_3 = \sum_{n=-\infty}^{\infty}\ell^{in\varphi}\int_0^{\infty}\left[A_n sh\lambda(h-z) + C_n ch\lambda(h-z)\right]J_n(\lambda r)\frac{d\lambda}{sh\lambda h}$$

$$\Phi_4 = \sum_{n=-\infty}^{\infty}\ell^{in\varphi}\int_0^{\infty}\left[(A_n\lambda h + D_n)ch\lambda(h-z) + B_n sh\lambda(h-z)\right]J_n(\lambda r)\frac{d\lambda}{sh\lambda h}$$

Можно, с помощью формул Фурье и Ханкеля, из условии (27) найти величины $C_n(\lambda)$ и $D_n(\lambda)$:

$$C_n(\lambda) = \frac{c}{1-\nu}\lambda\cdot sh\lambda h\int_0^{\infty}w_h^{(n)}(r)J_n(\lambda r)rdr$$

$$(31)$$

$$D_n(\lambda) = \frac{\lambda\cdot sh\lambda h}{1-\nu}\int_0^{\infty}\left[(1-2\nu)Gw_h^{(n)}(r) + \frac{1}{2}(x\tau_{xh} + y\tau_{yh})^{(n)}\right]J_n(\lambda r)rdr$$

$J_n(\lambda r)$ – функция Бесселя.

Здесь и в дальнейшем величины с индексом $(n)$ являются коэффициентами разложения соответствующих функций в ряды Фурье по угловой координате $\varphi$

Условие (28) позволяет выразить величину $B_n(\lambda)$ через остальные искомые величины, после чего (29) и (30) приводят нас к следующим парным интегральным уравнениям относительно основной неизвестной $A_n(\lambda)$:

$$\left.\begin{aligned} &\int_0^\infty A_n(\lambda)J_n(\lambda r)d\lambda = \chi_n(r), r < R, \\ &\int_0^\infty \frac{\lambda A_n(\lambda)}{1-g(\lambda)} J_n(\lambda r)d\lambda = \psi_n(r), r > R \end{aligned}\right\} \quad (32)$$

$$g(\lambda) = \frac{\lambda h + sh\lambda h e^{-\lambda h}}{\lambda h + sh\lambda h ch\lambda h}$$

Здесь величины $\chi_n(r)$ и $\psi_n(r)$ даются следующими формулами:

$$2(1-\nu)\chi_n(r) = 2Gw_0^{(n)} + \frac{(x\sigma_{x_0} + y\sigma_{y_0})^{(n)}}{2(4-\nu)} - \int_0^\infty [2(1-\nu)C_n cth\lambda h + E_n] J_n(\lambda r)d\lambda,$$

$$\psi_n(r) = -\sigma_0^{(n)} - 2\nu\left(\frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi_2}{\partial y^2}\right) + \left(x\frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial z^2} + y\frac{\partial^2 \Phi_2}{\partial z^2}\right)^{(n)} +$$

$$\int_0^\infty \lambda\left[C_n + E_n cth\lambda h - \frac{(1-2\nu)C_n - D_n}{sh^2\lambda h}\right] J_n(\lambda r)d\lambda \quad (33)$$

$$E_n = \frac{\lambda}{2(1-\nu)} \int_0^\infty (x\sigma_{x_0} + y\sigma_{y_0})^{(n)} J_n(\lambda r)dr$$

Заметим, что, разлагая функцию $\Phi_n(r)$ в интеграл Ханкеля (при $r < R$ она принимается равной нуль), можно систему (32) привести к следующему виду:

$$\int_0^\infty \Phi_n(\lambda)J_n(\lambda r)d\lambda = w_n(r), \qquad r < R$$

$$\int_0^\infty \frac{\lambda\Phi_n(\lambda)}{1-g(\lambda)} J_n(\lambda r)d\lambda = 0, \qquad r > R \quad (34)$$

Где $\omega_n(r)$ – неизвестная функция, а $\Phi_n(\lambda)$ – новая неизвестная величина, связанная с $A_n(\lambda)$ простым соотношением

$$\Phi_n(\lambda) = A_n(\lambda) - [1 - g(\lambda)]\int_R^\infty \psi_n(r)J_n(\lambda r)rdr \quad (35)$$

Таким образом, рассматриваемая задача сведена к парным интегральным уравнениям (34).

При решении этих уравнений мы будем исходить из системы парных уравнений более простого вида:

$$\int_0^\infty f_n(\lambda)J_n(\lambda r)d\lambda = F_n(r), \qquad r < R \qquad \int_0^\infty \lambda f_n(\lambda)J_n(\lambda r)d\lambda = 0, \qquad r > R$$

Тогда по критическим деформациям треугольной формы с начальной кососимметричной волнистостью можно будем найти численные результаты с составлением програмных ..... тных документов, затем анализировать числовые результаты.

### Литература


1. Божанов Е.Т., Сатыбалдиев О.С., Турсбекова Б.С., Беккулиева Т.А. «Об устойчивости выработки в массиве горных пород под действием собственного веса и равномерного осевого давления Nкр, находящейся на упругом основании типа Винклера», Вестник КазГАСА, №6, г. Алматы, 2006г.





2. Божанов Е.Т., Ибраимкулов А.М., Отарбаев Ж.О. «Численное моделирование разработки рудных месторождений в толще горных пород по критическим деформациям треугольной эпюры», II – Ержановтық оқулар, Халықаралық ғылыми – техникалық конференция, материалдары, Ақтөбе, 19 – 21 маусым 2007ж.
3. Божанов Е.Т., Ибраимкулов А.М., Тулешова Г.А. «О нахождении толщины второй зоны выработки, где происходит формирование новых поверхностей», Вестник КазНТУ, Алматы, 2006г.



**Буганова С.Н., Божанов Е.Т., Отарбаев Ж.О.**
**КазГАСА, КазНТУ им. К.И. Сатпаева**
**Алматы, Казахстан**


## ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ, ВЫПУЧИВАНИЯ И КОЛЕБАНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В «НОВОМ НАЧАЛЕ» КАК СТАЦИОНАРНОГО ОБЪЕКТА С ЗАПАЗДЫВАЮЩИМ АРГУМЕНТОМ

Рассматриваем одиночную выработку в условиях разработки с внешним радиусом – R, длиной L и толщиной рыхленного массива – h [1], состоящих из трех типов крепления элементов: I - тип с поперечным сечением прямоугольной формы выработка типа тюбинговых, II – тип с поперечным сечением – треугольной формы, выработка типа с обратным сводом, III – тип с поперечным сечением трапециевидной формы, с толщиной крепи: $h + \Delta h$, с радиусом рудного материала (заполнитель) – r.

Если за длину части выработки примем

$$\xi = \lambda\frac{r}{L} \quad (1)$$

как модель стационарного объекта с запаздыванием $x = \xi - t$, то первый тип имеет характеристики: $0{,}6 \le \xi \le 0{,}9$, $\sigma = 0{,}4$, $a = 0{,}2$, $2\lambda r$ - малая с плотностью распределения рыхленной зоны:

$$\rho_1 = \frac{\rho_0}{2\pi\sigma} e^{\frac{(\xi-a)^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

Второй тип выработки с крепью имеет характеристики: $0{,}3 \le \xi \le 0{,}6$, $2\lambda r$ - средняя с плотностью распределения рыхленной зоны:

$$\rho_2 = \frac{\rho_0}{2\pi\sigma} e^{\frac{(\xi-a)^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

где $\sigma = 0{,}3$, $a = 0{,}35$.

Третий тип выработки с крепью имеет вид $0{,}1 \le \xi \le 0{,}3$ $2\lambda r$ – большая, с плотностью распределения рыхленной зоны:

$$\rho_3 = \frac{\rho_0}{2\pi\sigma} e^{-\frac{(\xi-a)^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$