

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



М. ТЫНЫШПАЕВ атындағы  
ҚАЗАҚ КӨЛІК ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛАР АКАДЕМИЯСЫ  
КАЗАХСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
им. М. ТЫНЫШПАЕВА

АКАДЕМИК Ө. А. ЖОЛДАСБЕКОВ атындағы  
МЕХАНИКА ЖӘНЕ МАШИНАТАНУ ИНСТИТУТЫ  
ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ И МАШИНОВЕДЕНИЯ  
имени АКАДЕМИКА У. А. ДЖОЛДАСБЕКОВА

Әль-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
МАТЕМАТИКА ЖӘНЕ МЕХАНИКА ИНСТИТУТЫ  
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ КАЗАХСКОГО  
НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА имени Аль-ФАРАБИ

**“МЕХАНИКАНЫҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ МӘСЕЛЕЛЕРІ”  
ІІІ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ  
БАЯНДАМАЛАР ТЕЗИСТЕРІ**

*Алматы, Қазақстан, 24-25 маусым 2008 ж.*

Профессор ЖАЙЛАУ ҚАБЫЛБЕКҰЛЫ МАСАНОВТЫҢ  
70 жылдығына арналады

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ  
ІІІ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ»**

*Алматы, Казахстан, 24-25 июня 2008 г.*

Посвящается 70-летию со дня рождения профессора  
МАСАНОВА ЖАЙЛАУ КАБЫЛБЕКОВИЧА

Алматы 2008

Ірі механик-ғалым, Қазақстан Республикасы теориялық және қолданбалы механика Ұлттық комитеті Президиумының мүшесі, Ресей Федерациясы Көлік академиясының академигі, профессор Жайлау Қабылбекұлы Масановтың 70 жылдығына арналады

Посвящается 70-летию со дня рождения крупного ученого-механика, члена Президиума Национального комитета РК по теоретической и прикладной механике, академика Международной академии транспорта Российской Федерации, профессора Жайлау Кабылбековича Масанова

“Механиканың қазіргі заманғы мәселелері”

III Халықаралық ғылыми конференциясының

## Баяндамалар Тезистері

(24-25 маусым 2008 ж., Алматы)

## Тезисы докладов

3<sup>й</sup> Международной научной конференции

«Современные проблемы механики»

(24-25 июня 2008 г., Алматы)

Алматы, 2008

ББК 22.2  
С 56

Редакционная коллегия:

Уалиев Г.У., Алпысбаев С.А., Баймухаметов А.А., Баймахан Р.Б.,  
Уразова Г.Ж., Сартаев К.З., Мустапаева А.Д., Немасипова А.Н.,  
Абдрашитов А.А.

С 56 Современные проблемы механики. Тезисы докл. III Междунар. науч. конф., (24-25 июня 2008.) Алматы, КазАТК, 2008 г. – 125 с.

ISBN 978-601-207-159-9

В сборнике представлены тезисы докладов участников III Международной научной конференции «Современные проблемы механики», посвященной 70-летию со дня рождения профессора Жайлау Кабылбековича Масанова

ББК 22.2

ISBN 978-601-207-159-7

© АО «Казахская академия транспорта и коммуникаций  
им. М.Тынышпаева», 2008

У  
А  
Д  
Ж  
Б  
Б  
А  
С  
Д  
Е  
Ж  
Н  
Т  
У  
С  
А  
Б  
Б  
Б  
Е  
Е  
К  
К  
А  
Е  
К  
К  
К  
К  
М  
О  
Р  
С  
Т  
Т  
Т  
Ф  
Х  
Ш  
Ш  
И  
К

<i>Биттибаев С.М., Шаяхметов С.Б., Айдарбаев Р.В.</i> К расчету усталостной прочности колес и рельсов .....	32
<i>Бияров Т.Н., Бияров Р.Н.</i> Исследование динамики манипуляционных устройств высоких классов.....	33
<i>Божанов Е.Т., Ибраимкулов А.М., Буганова С.Н., Маханова Ф.А.</i> Выпучивание выработки в массиве горных пород под действием неравномерных поперечных сил по критическим деформациям прямоугольной формы с начальной кососимметричной волнистостью, находящейся на упругом основании типа Винклера .....	34
<i>Божанов Е.Т., Ибраимкулов А.М., Буганова С.Н., Маханова Ф.А.</i> Выпучивание выработки в массиве горных пород под действием неравномерных поперечных сил по критическим деформациям трапециевидной формы с начальной кососимметричной волнистостью, находящейся на упругом основании типа пастернака, а также равномерного осевого давления Nкр.....	36
<i>Гирнис С.Р., Украинец В.Н.</i> Влияние земной поверхности на напряженно-деформированное состояние тоннеля мелкого заложения при действии бегущей периодической нагрузки .....	38
<i>Джакупов К.Б.</i> Ошибки Гельмгольца, приведшие к симметричному тензору скоростей деформаций $\dot{S}$ в механике сплошной среды и в гипотезе Стокса .....	39
<i>Джакупов К.Б.</i> Ошибочность “закона Дарси” в теории многомерной фильтрации .....	40
<i>Джакупов К.Б.</i> Ошибочность уравнений Прандтля теории пограничного слоя.....	41
<i>Джакупов К.Б.</i> Тензор напряжений сплошной среды не симметричен .....	42
<i>Джакупов К.Б.</i> Уравнения динамики вязкой жидкости с несимметричным тензором напряжений.....	43
<i>Джомартов А.А.</i> Модель циклограммы механизмов машин-автоматов.....	44
<i>Джуламанова З.К., Жолдасова Ш.А.</i> Напряженное состояние двух незакрепленных квершляжных полостей в условиях ползучести анизотропного массива .....	45
<i>Джунисбеков Т.М., Андриющенко О.В., Кейкиманова М.Т.</i> Упругие свойства композиционного материала трубы с ортотропными волокнами и матрицей при различной ориентации волокон .....	46
<i>Дильдабаев Ш.А.</i> Моделирование воздействий взрывов на протяженные подземные сооружения .....	47
<i>Дракунов Ю.М., Суюндиков А.А.</i> Динамический синтез машинного агрегата с механизмом 4-го класса с коромыслом .....	48
<i>Дуйшеналиев Т.Б., Исраилов Т.И.</i> Предложения по расчету напряженно – деформированного состояния железобетонных балок с трещинами .....	49
<i>Дуйшеналиев Т.Б., Жакыпбеков А.Б., Дуйшеналиев Ч.Т.</i> Соотношения между градиентами перемещения.....	50
<i>Дюзбенбетов Б.Д., Ескалиев М.Е.</i> Применение метода Годунова для численного расчета динамических характеристик оболочек вращения .....	51
<i>Ескалиев М.Е., Әубәкір С.Б.</i> Болашақ күшті зілзала үшін кездейсоқ әсерлерді түрліше таратудың сандық моделі .....	52
<i>Жапбасбаев У.К., Асилбеков Б.К.</i> Исследование конусообразования воды при эксплуатации скважины в нефтенасыщенном пласте .....	53
<i>Жексенбиев О.Т., Саттибаев А.С., Дракунов Ю.М.</i> Анимация нарезания зубьев колес с помощью рейки.....	54

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

Божанов Е.Т., Ибраимкулов А.М., Буганова С.Н., Маханова Ф.А.  
 Казахский национальный технический университет имени К.Сатпаева, Алматы, Казахстан,  
 Казахская головная архитектурно-строительная академия, Алматы, Казахстан  
 E-mail: snb\_kazgasa@mail.ru

В данной работе, опираясь на статьи Кузовкина Е.Г. (1985, 1987), Кузовкина Е.Г., Тырымова А.А. (Кузовкин и др., 1990), Ержанова Ж.С., Айталиева Ш.М., Туебаева М.К. (Ержанов и др., 1977), Немировского Ю.В., Тырымова А.А. (Немировский и др., 1992) рассмотрим выпучивание выработки в слоистых горных массивах, ослабленных выработками с прямоугольными критическими деформациями Божанова Е.Т., Ибраимкулова А.М., Турусбековой Б.С., Скаковой А.Б. (Божанов и др., 2006).

Предположим такие соотношения между поперечными и продольными размерами выработки, которые позволяют по абсолютному значению сопротивления руд или по отношению сопротивления руд к сопротивлению вмещающих пород можно оценить форму критической деформации поперечного сечения и возможную мощность предполагаемых рудных зон в виде трёхслойной цилиндрической оболочки длиной -  $l$ , толщиной -  $h$ , радиусом- $R$ , находящейся на упругом основании типа Винклера, рассмотренные Турусбековой Б.С. (2007).

- Первую зону выработки представим в виде бесконечной полосы высотой  $2R$  по аналогии с работой Божанова Е.Т., Ибраимкулова А.М., Тулешевой Б.А. (Божанов и др., 2007) с жесткой матрицей заполнителя. Упругое равновесие под действием заданных усилий на её границах возьмем в виде:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

и условие сплошности

$$\Delta(\sigma_x + \sigma_y) = 0 \quad (2)$$

при граничных условиях

$$\sigma_y|_{y=0} = f(x), \quad \sigma_{xy}|_{y=0} = g(x) \quad (3)$$

где  $f, g$  - заданные функции;

- критерии корректности нелинейных соотношений упругости примем в виде:

$$W|_{x=0} = 0, \quad W|_{x=0} = \min \text{ (локальный),}$$

$$\frac{\partial}{\partial l_j} \left( \frac{\partial W}{\partial l_j} \right) = 0, \quad l_{ij} = \frac{\partial A}{\partial \sigma_{ij}}, \quad \sigma_{ij} = \frac{\partial W}{\partial l_j} \quad (4)$$

где  $A$  - дополнительная работа деформации,  $l_j$  - компоненты деформации,  $\sigma_{ij}$  - компоненты тензора напряжений,  $W(x,0) = f(x)$  - начальная неправильность;

- интегрируем методом интегральных преобразований Фурье (1)-(2) при граничных условиях (3), затем определим НДС и форму критической деформации в поперечном сечении первой зоны выработки;

Окончательные значения искоемых напряжений будут

$$\begin{aligned} \sigma_x &= -\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} [C \operatorname{sh} \lambda y + D (\lambda y \operatorname{ch} \lambda y + 2 \operatorname{sh} \lambda y)] e^{-i\lambda x} d\lambda, \\ \tau_{xy} &= -\frac{1}{i\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} [C \operatorname{ch} \lambda y + D (\lambda y \operatorname{sh} \lambda y + \operatorname{ch} \lambda y)] e^{-i\lambda x} d\lambda, \\ \sigma_y &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} [C \operatorname{sh} \lambda y + D \lambda y \operatorname{ch} \lambda y] e^{-i\lambda x} d\lambda \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} W(x) &= \frac{q_k}{24K} [2(7,5 \sin 2\beta l \sin \beta l + 30 \cos 2\beta l \cos \beta l + 22,5 \sin 2\beta l \cos \beta l + \cos \beta l - \sin \beta l) \times \\ &\times \operatorname{ch} \beta x \sin \beta x - 2(7,5 \sin 2\beta l \cos \beta l - 30 \cos 2\beta l \sin \beta l - 22,5 \sin 2\beta l \sin \beta l - \cos \beta l - \sin \beta l) \times \\ &\times \operatorname{sh} \beta x \cos \beta x - (\cos \beta x + 15,5 \sin \beta x) e^{\beta x} - (7,5 \sin 2\beta l - 1) e^{-\beta x}], \quad \beta^4 = \frac{K}{EJ} \end{aligned}$$

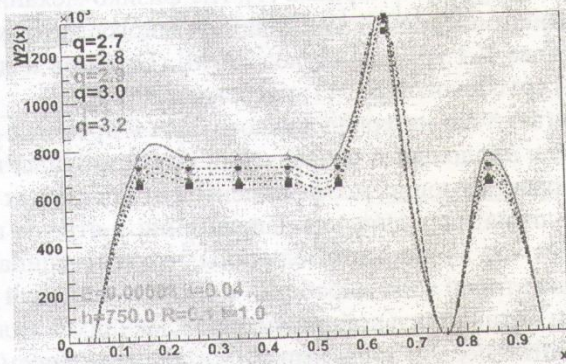


Рисунок 1 – Зависимость между прогибом и критической нагрузкой

На рисунке 1 приведены численные результаты (5).

#### Литература

1. Кузовкин Е.Г. 1985. Графовая модель упругого тела. Расчет напряженно-деформированного состояния. Киев.
2. Кузовкин Е.Г. 1987. Графовый метод численного анализа НДС неоднородных сред. Киев.
3. Кузовкин Е.Г., Тырымов А.А. 1990. Численное моделирование НДС элементов конструкций на основе графового метода // Всесоюзная научная конференция по проблемам двигателей, Москва.
4. Ержанов Ж.С., Айталиев Ш.М., Туебаев М.К. 1977. Устойчивость в пластовых гонных выработках. Алматы.
5. Немировский Ю.В., Тырымов А.А. 1992. Исследование НДС горного массива сб. Актуальные проблемы механики деформируемого твердого тела. Алматы.
6. Божанов Е.Т., Ибраимкулов А.М., Турусбекова Б.С., Скакова А.Б. 2006. Основные положения построения механико-математической модели для расчетов устойчивости подземной выработки // Вестник КазНТУ. №4 (61), С180-188.

**ВЫПУЧИВАНИЕ ВЫРАБОТКИ В МАССИВЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПОД ДЕЙСТВИЕМ НЕРАВНОМЕРНЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ ПО КРИТИЧЕСКИМ ДЕФОРМАЦИЯМ ТРАПЕЦИВИДНОЙ ФОРМЫ С НАЧАЛЬНОЙ КОСОСИММЕТРИЧНОЙ ВОЛНИСТОСТЬЮ, НАХОДЯЩЕЙСЯ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ ТИПА ПАСТЕРНАКА, А ТАКЖЕ РАВНОМЕРНОГО ОСЕВОГО ДАВЛЕНИЯ  $N_{кр}$**

Божанов Е.Т., Ибраимкулов А.М., Буганова С.Н., Маханова Ф.А.

Казахский национальный технический университет имени К.Сатпаева, Алматы, Казахстан  
Казахская головная архитектурно-строительная академия, Алматы, Казахстан  
E-mail: snb\_kazgasa@mail.ru

В работе рассматривается выработка в толще горных пород в виде многослойных анизотропных оболочек типа Тимошенко длиной -  $\ell$ , толщиной -  $h$ , радиусом -  $R$ , находящейся на основании типа Пастернака [1], где физико-механические свойства пород соответствуют физико-механическим свойствам многослойных анизотропных оболочек в работах Божанова Е.Т., Ибраимкулова А.М. (Божанов и др., 2006), Елтышева В.А. (Елтышев 1981), Турусбековой Б.С. (Турусбекова 2007).

Будем предполагать: что материал каждого слоя в процессе деформации остается упругим, что прогиб в продольном направлении симметричный или кососимметричный, 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 синклиальной и антиклиальной видам зарождающихся складок. Так же будем считать, что при отработке первой зоны выработки впереди имеем зону повышенного напряженно-деформированного состояния. Однако, переход от устойчивого положения к возмущенному состоянию происходит как сближение первой зоны со второй зоной.

Для определения НДС и критической силы по критическим деформациям трапециевидной формы применим метод интегральных преобразований в геомеханике: - граничные условия в этом случае, очевидно, имеют вид

$$\sigma_{zz}|_{z=0} = \sigma(z), \tag{1}$$

$$u_z|_{z=0} = w(z), \quad \sigma_z|_{z=k} = \sigma(z), \tag{2}$$

где  $r, z, \varphi$  - цилиндрические координаты, а уравнения равновесия выработки в перемещениях будет

$$(\lambda + 2G) \frac{\partial \ell}{\partial r} - G \left( \frac{\partial w_z}{r \partial \varphi} - \frac{\partial w_\varphi}{r \partial \varphi} \right) = 0,$$

$$(\lambda + 2G) \frac{\partial \ell}{r \partial \varphi} - G \left( \frac{\partial w_z}{\partial r} - \frac{\partial w_r}{\partial r} \right) = 0, \tag{3}$$

$$(\lambda + 2G) \frac{\partial \ell}{\partial z} - G \frac{1}{2} \left( \frac{\partial(2w_\varphi)}{\partial r} - \frac{\partial w_z}{\partial \varphi} \right) = 0$$

$$\text{где } w_\varphi = \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial z}, \quad w_z = \frac{1}{2} \left[ \frac{\partial(2v)}{\partial z} - \frac{\partial u}{\partial \varphi} \right], \quad \ell = \frac{\partial(ru)}{r \partial r} + \frac{\partial v}{r \partial \varphi} + \frac{\partial w}{\partial z}, \tag{4}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad - \text{модуль сдвига.}$$

Интегрируем методом интегрального преобразования (1)-(4) с применением некоторых типов осевых гармонических функций. Затем определим НДС и форму критической деформации в поперечном сечении первой зоны выработки.

Далее рассмотрим приложение изложенной методики к решению контактной задачи для нахождения критической деформации и ее формы с начальной симметричной волнистостью в виде:

$$\begin{aligned}
 W(x) = & -\frac{q_k R^2}{Eh(\alpha - \beta)} + \frac{q_k R^2}{Eh(\alpha - \beta)} \frac{(\alpha + \beta)^2 [1 - (\alpha - \beta)\ell] - 4\alpha\beta e^{-(\alpha - \beta)\ell}}{[(\alpha + \beta)^2 - 4\alpha^2]} e^{-2\alpha x} - \\
 & - \frac{q_k R^2}{Eh(\alpha - \beta)} \frac{4\alpha^2 [1 - (\alpha - \beta)\ell] + [(\alpha - \beta)^2 - 4\alpha^2] e^{-(\alpha - \beta)\ell}}{[(\alpha + \beta)^2 - 4\alpha^2]} e^{(\alpha + \beta)x} + \\
 & + \frac{q_k R^2}{Eh(\alpha - \beta)} e^{-(\alpha - \beta)\ell} e^{(\alpha - \beta)x} + \frac{q_k R^2}{Eh} (\ell - x) = \quad (5) \\
 & - \frac{q_k R^2}{Eh(\alpha - \beta)} \left\{ \frac{4\alpha^2 [1 - (\alpha - \beta)\ell] + [(\alpha - \beta)^2 - 4\alpha^2] e^{-(\alpha - \beta)\ell}}{[(\alpha + \beta)^2 - 4\alpha^2]} e^{(\alpha + \beta)x} - \right. \\
 & \left. - \frac{(\alpha + \beta)^2 [1 - (\alpha - \beta)\ell] - 4\alpha\beta e^{-(\alpha - \beta)\ell}}{[(\alpha + \beta)^2 - 4\alpha^2]} e^{-2\alpha x} - (\alpha - \beta)(\ell - x) \right\}
 \end{aligned}$$

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

#### Литература

1. Божанов Е.Т., Сатыбалдиев О.С., Турсбекова Б.С. 2006. Об устойчивости выработки в массиве горных пород под действием собственного веса и равномерного осевого давления  $N_{кр}$ , находящейся на упругом основании типа Пастернака // Вестник КазНТУ, №6 (56), С.126-131.
2. Божанов Е.Т., Ибраимкулов А.М. 2007. Научные основы прогноза и предупреждения неустойчивости выработок под действием неравномерных поперечных сил по критическим деформациям трапециевидной эпоры // Международная научно-практическая конференция «Таймановские чтения», С.79-80.
3. Турсбекова Б.С. 2007. Численное моделирование разработки рудных месторождений в толще горных пород по критическим деформациям треугольной эпоры // II – Ержановтык окулар, халыкаралык ғылыми – техникалық конференция, материалдар. Ақтөбе, С.
4. Елтышев В.А. 1981. Напряженно-деформированное состояние оболочных конструкций с заполнителем М.:Наука.