

А.Т. Маруфий - д.т.н., профессор, ОшТУ,  
А.А. Эгенбердиева – аспирант ОшТУ,  
Шамшидин уулу Д. – магистр ОшТУ

## **ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ИЗГИБА БЕСКОНЕЧНОЙ БАЛКИ НА ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКОМ УПРУГОМ ОСНОВАНИИ С ОДНИМ УЧАСТКОМ НЕПОЛНОГО КОНТАКТА С ОСНОВАНИЕМ ПРИ ДЕЙСТВИИ КОСОСИММЕТРИЧНОЙ НАГРУЗКИ**

*В данной статье рассматривается численная реализация задачи изгиба бесконечной балки на двухпараметрическом упругом основании с одним участком неполного контакта с основанием при действии кососимметричной нагрузки, на основе ранее полученного аналитического решения методом обобщенных решений с использованием интегральных преобразований Фурье. Произведен подробный анализ полученных результатов.*

*Ключевые слова: метод обобщенных решений, преобразование Фурье, упругое основание, изгиб.*

A.T. Marufi - doctor of technical sciences, professor, OshTU,  
A. A. Egenberdieva –graduate student OshTU,  
Shamshidin uulu D. – magister OshTU

## **NUMERICAL IMPLEMENTATION OF THE BENDING PROBLEM OF AN INFINITE BEAM ON A TWO-PARAMETER ELASTIC BASIS WITH ONE AREA OF INCOMPLETE CONTACT WITH THE BASE UNDER ACTION OF THE SKEW-SYMMETRICAL LOAD**

*This article considers numerical implementation of the bending problem of an infinite beam on a two-parameter elastic basis with one area of incomplete contact with the base under the action of the skew-symmetrical load, based on the previously obtained analytical solutions by the method of generalized solutions by using the integral Fourier transforms. Produced a detailed analysis of the results.*

*Keywords: method of generalized solutions, Fourier transform, elastic base, bend.*

**Цель исследования.** Численная реализация ранее полученного аналитического решения задачи изгиба бесконечной балки на двухпараметрическом упругом основании с учетом неполного контакта с основанием при действии кососимметричной нагрузки и анализ полученных результатов.

**Метод исследования.** Составление и отладка программы расчета в среде Delphi и вывод графиков с помощью системы AutoCAD.

В работе [3] получено точное аналитическое решение задачи изгиба бесконечной балки на двухпараметрическом упругом основании с учетом неполного контакта с основанием при действии кососимметричной нагрузки на основе метода обобщенных решений с использованием интегральных преобразований Фурье [1,2,4,5,6,7,8].

В этом случае интегральное уравнение относительно функции прогибов балки при действии кососимметричной нагрузки имеет вид [3,7]:

(1)

Здесь – функция прогибов бесконечной балки в случае полного контакта с основанием

при действии на нее кососимметричной нагрузки.

$$W_{\infty}^s(x) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{Q_0^s(\lambda) \sin \lambda x}{\lambda^4 + 4} d\lambda \quad (2)$$

$$Q_0^s(\lambda) = \int_0^{\infty} q_0^s(x) \sin \lambda x dx \quad (3)$$

В свою очередь

Обычно  $Q_0^s(\lambda)$  - известная функция. Пусть, например, к балке в ее центре приложен изгибающий момент  $M_0$  (рис.1), тогда

$$Q_0^s(\lambda) = -\frac{M_0}{2} \beta^2(\lambda) \quad (4)$$

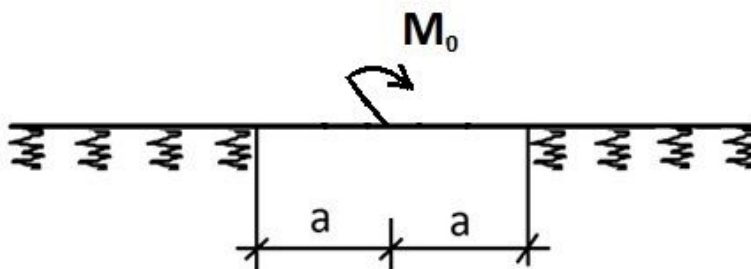


Рис.1. Бесконечная балка на двухпараметрическом упругом основании с одним участком неполного контакта с основанием при действии кососимметричной нагрузки

Действительное значение функции прогибов балки при этой нагрузке

$$W_{\infty}^s(x) = -\frac{M_0}{4EJ\beta^2} e^{-x} \sin x \quad (5)$$

На основе метода обобщенных решений с применением интегральных преобразований Фурье в [3] получено выражение для производных функций прогиба в виде:

$$W^{s(p)}(x) = W_{\infty}^{s(p)}(x) + \sum_{i=1}^2 \left[ \varphi_{i>}^{(p)}(x) \int_0^x W^s(t) \psi_{i+2>}(t) dt + \varphi_{i+2}^{(p)}(x) \int_x^a W^s(t) \psi_{i<}(t) dt \right] + T_p(x) \quad (6)$$

Для вычисления значений производных в различных точках интервала  $(0, a)$  заменим интеграл конечной суммой и, давая  $K$  различные значения, найдем величины функций  $W^{s(p)}(x_k)$  ( $p=1,2,3$ )

(7)

Выражения углов поворота, изгибающих моментов и поперечных сил определяются как производные выражения прогибов (7), т.е.

На основании изложенного в [3] алгоритма точного аналитического решения задачи изгиба бесконечной балки на двухпараметрическом упругом основании с учетом неполного контакта с основанием в виде одной траншеи под балкой при действии кососимметричной нагрузки, в виде

сосредоточенного момента приложенного в начале координат составлена программа в среде Delphi, а вывод графиков осуществлен в системе AutoCAD [3,5].

Результаты численной реализации приведены на рис.2,3 и в таблицах 1 и 2.

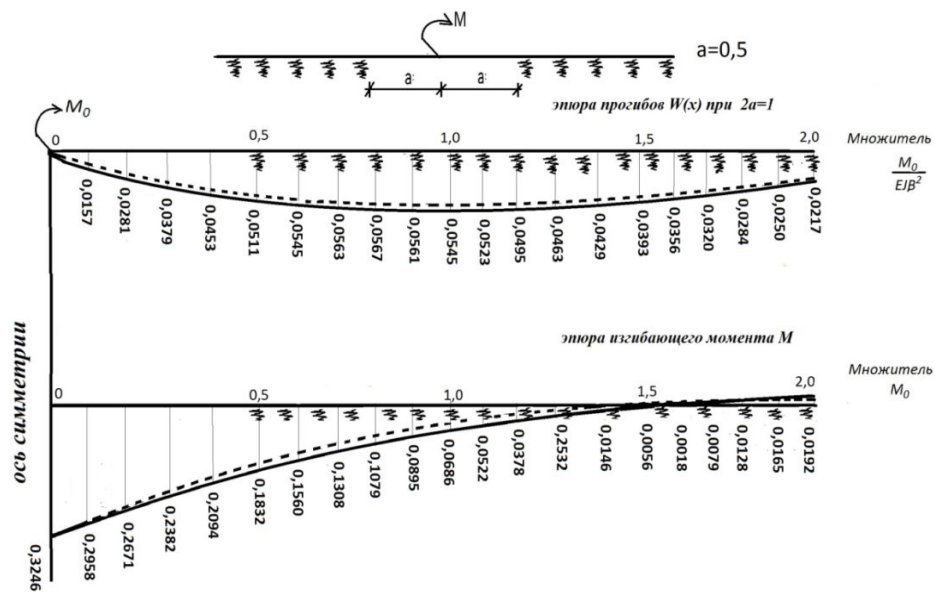


Рис.2 Эюра прогибов  $W(x)$ , изгибающих моментов  $M(x)$  при  $a=0,5$  бесконечной балки на двухпараметрическом упругом основании с одним участком неполного контакта с основанием  
Таблица 1

Значения прогибов  $W(x)$  и изгибающих моментов  $M(x)$  при  $a=0,5$  бесконечной балки на двухпараметрическом упругом основании с одним участком неполного контакта с основанием

Координаты	Значения прогибов $W(x)$ , при $a=0,5$	Значения изгибающих моментов $M(x)$ , при $a=0,5$
0.0	0	0,3246
0.1	0,0157	0,2958
0.2	0,0281	0,2671
0.3	0,0379	0,2382
0.4	0,0453	0,2094
0.5	0,0511	0,1832
0.6	0,0545	0,1560
0.7	0,0563	0,1308
0.8	0,0567	0,1079
0.9	0,0561	0,0895
1.0	0,0545	0,0686
1.1	0,0523	0,0522
1.2	0,0495	0,0378
1.3	0,0463	0,02532
1.4	0,0429	0,0146
1.5	0,0393	0,0056
1.6	0,0356	0,0018
1.7	0,0320	0,0079
1.8	0,0284	0,0128
1.9	0,0250	0,0165
2.0	0,0217	0,0192

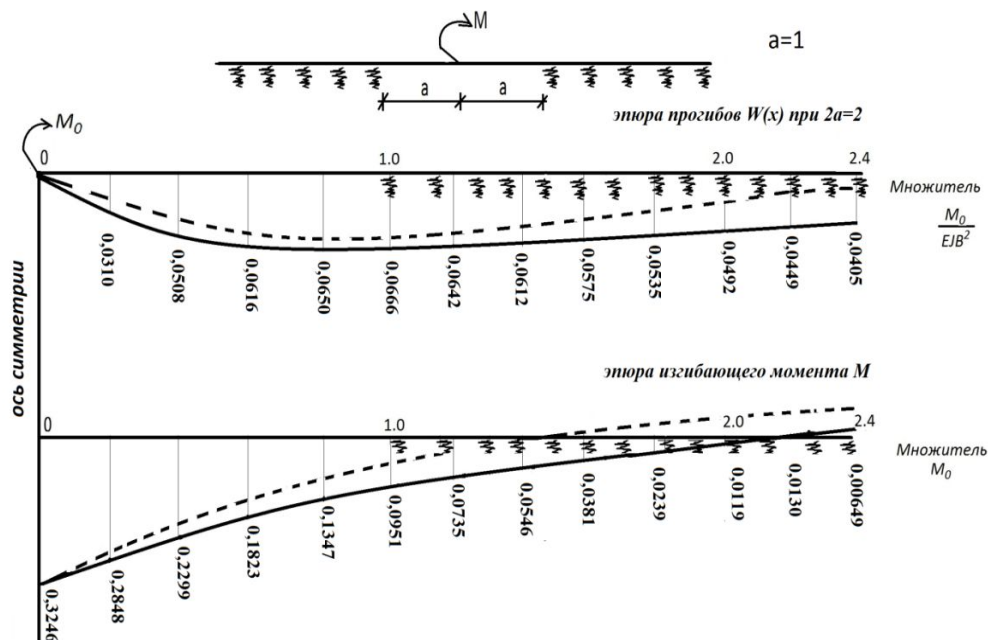


Рис.3 Эюра прогибов  $W(x)$ , изгибающих моментов  $M(x)$  при  $a=1$  бесконечной балки на двухпараметрическом упругом основании с одним участком неполного контакта с основанием

Таблица 2

Значения прогибов  $W(x)$  и изгибающих моментов  $M(x)$  при  $a=1$  бесконечной балки на двухпараметрическом упругом основании с одним участком неполного контакта с основанием

Координаты	Значения прогибов $W(x)$ , при $a=1$	Значения изгибающих моментов $M(x)$ , при $a=1$
0.0	0	0,3246
0.2	0,0310	0,2848
0.4	0,0508	0,2299
0.6	0,0616	0,1823
0.8	0,0650	0,1347
1.0	0,0666	0,0951
1.2	0,0642	0,0735
1.4	0,0612	0,0546
1.6	0,0575	0,0381
1.8	0,0535	0,0239
2.0	0,0492	0,0119
2.2	0,0449	0,0130
2.4	0,0405	0,00649

### Заклучение:

Анализ полученных результатов показывает, что в случае отсутствия контакта с основанием под балкой размером (рис.3,табл.2) максимальное значение прогиба увеличивается в 1,17 раза, а изгибающего момента остается постоянным и равным 0,3246 по сравнению со случаем отсутствия контакта с основанием под балкой размером (рис.2, табл.1). В случае действия сосредоточенной силы [5] в начале координат (симметричная нагрузка) этот показатель для прогиба составлял в 2,07 раза, а изгибающего момента в 1,62 раза значит при действии сосредоточенной силы по отношению действия сосредоточенного момента в начале координат для тех же сравнений

прогибы в 1,77 раза больше, а изгибающий момент остается в 1,62 раза.

#### Литература:

1. **Маруфий, А.Т.** Изгиб бесконечной балки на двухпараметрическом упругом основании с одним участком неполного контакта с основанием [Текст]/ А.Т. Маруфий, Э.С. Рысбекова, А.А. Эгенбердиева // Бишкек: Вестник КГУСТА.-2016.-№1.-С.252-256.
  2. **Маруфий, А.Т.** Математическое моделирование задач изгиба различных схем плит на деформируемом основании с особенностью в основании [Текст] /А.Т. Маруфий, К.Т. Мансуров // Бишкек: «Илим» НАН КР, 2014.-С.148
  3. **Маруфий, А.Т.** Математическое моделирование задачи об изгибе бесконечной балки на двухпараметрическом упругом основании с одним участком неполного контакта с основанием при действии кососимметричной нагрузки [Текст] /А.Т. Маруфий, Э.С. Рысбекова, А.А. Эгенбердиева // Бишкек: НИЖ. Наука и инновационные технологии.-2016.-№1.С.257-260.
  4. **Маруфий, А.Т.** Расчет прямоугольной плиты на упругом основании [Текст] /А.Т. Маруфий, Н.Н. Леонтьев // Сборник трудов МИСИ «Расчет пространственных конструкций» М.-1983.-С.122-126.
  5. **Маруфий, А.Т.** Численная реализация задачи об изгибе бесконечной балки на двухпараметрическом упругом основании с одним участком неполного контакта с основанием. Симметричная нагрузка [Текст] /А.Т. Маруфий, М.А. Айтиев, Ч.А. Капаров, А.А. Эгенбердиева // Бишкек. Известия КГТУ им. И Раззакова.-2016.-№3,ч.1-С.422-426.
  6. **Травуш, В.И.** Изгиб бесконечной балки на винклеровском упругом основании при отсутствии основания под частью балки [Текст] / В.И. Травуш, Фам Динь Ван // II Республиканская научно-техническая конференция. Научно технический прогресс и экология.- Актау.-1992
  7. **Травуш, В.И.** Метод обобщенных решений в задачах изгиба плит на линейно-деформируемом основании [Текст] / В.И. Травуш // строительная механика и расчет сооружений-1982.-№1.-С.24-28
  8. **Травуш, В.И.** Об одном методе решения задач изгиба конструкций, лежащих на винклеровском основании [Текст] / В.И. Травуш // Сб. трудов «Вопросы архитектуры и строительства зданий для зрелищ, спорта и учреждений культуры».- М.- 1976.- №4. –С. 83-89.
-