

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ**



**PHYSICO-MATHEMATICAL  
SERIES**

**2 (300)**

**НАУРЫЗ – СӘУІР 2015 ж.**

**МАРТ – АПРЕЛЬ 2015 г.**

**MARCH – APRIL 2015**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

**Мұтанов Г. М.**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчечков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

**Г. М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

**G. M. Mutanov**,  
academician of NAS RK

Editorial board:

**A.A. Ashimov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

**I.N. Vishnievski**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.**  
**ISSN 1991-346X**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 2, Number 300 (2015), 44 – 49

## STUDY OF THE INFLUENCE OF TOOL JOINTS ON FORCED OSCILLATORY PROCESS OF THE DRILL STRING

A. Baraev<sup>1</sup>, M. Zh. Zhumabayev<sup>1</sup>, N. M. Akhmetov<sup>2</sup>, A. S. Tulip<sup>3</sup>, M. Bariev<sup>4</sup>

<sup>1</sup>South-Kazakh State Pedagogical Institute, Shymkent, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Atyrau Institute of Oil and Gas, Atyrau, Kazakhstan,

<sup>3</sup>International Kazakh-Turkish University named after A. Yasavi, Turkestan, Kazakhstan,

<sup>4</sup>Tashkent State Technical University named after A. Beruni, Uzbekistan

**Keyword:** construction, tool joints, friction, drill string.

**Abstract.** Taking into account the type of construction and type of used material of tool joints the problem is to be solved with the use of a comprehensive theory of the surface (contact) friction vibrations of the drill string, taking into account the characteristics of their interlocks. There are graphs of the amplitude of the oscillations of the upper section of the first column section to lock the frequency of the steel and titanium.

УДК 622.248

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАМКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ВЫНУЖДЕННЫЙ КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС БУРОВОЙ КОЛОННЫ

А. Бараев<sup>1</sup>, М.Ж Жумабаев<sup>1</sup>, Н.М Ахметов<sup>2</sup>, А.С Тулип<sup>3</sup>, М. Бариев<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Южно-Казахстанский государственный педагогический институт, Шымкент, Казахстан,

<sup>2</sup>Атырауский институт нефти и газа, Атырау, Казахстан,

<sup>3</sup>Международный Казахско-Турецкий университет им. А. Ясави. Туркестан, Казахстан,

<sup>4</sup>Ташкентский государственный технический университет им. А. Беруни, Узбекистан

**Ключевые слова:** конструкция, замковые соединения, трение, бурильные колонны.

**Аннотация.** С учетом типа конструкции и вида используемого материала замковых соединений решается задача с применением комплексной теории поверхностного (контактного) трения для колебаний колонн бурильных труб, учитывающих характерные особенности их замковых соединений. Построены графики зависимости амплитуды колебания верхнего сечения первой секции колонны от частоты для замка из стали и титана.

Внутреннего трения материала трубы и вида используемого материала замковых соединений существенно влияет на рассеяния энергии колебаний. Поэтому исследование степень влияние используемого материала замковых соединений необходимо в процессе спускоподъемной операции бурильной колонны

Пусть вынужденные колебания бурильной колонны с замковыми соединениями вызвано гармоническим возмущением подвески колонны при выполнении спускоподъемной операции. Считаем, что материал эквивалентного стержня, имитирующего колонну, идеально упругим и однородным. Потери на трение отсутствуют. Массы замковых соединений по отношению к массам отдельных секций малы, и ими пренебрегаем. Низ бурильной колоны УБТ с массой  $m_0$ , жестко

сопряжен с концом последней секции колонны. Кроме того считаем, что коэффициенты жесткости соединения в местах сопряжения труб одинаковые.

При таком постановлении задача о вынужденной колебания бурильных колонн, с учетом типа конструкции и вида используемого материала замковых соединений решается с применением комплексной теории поверхностного (контактного) трения, основанного на использовании импедансного способа задания граничных условий и условий сопряжений отдельных секции, учитывающих характерные особенности замковых соединений труб [1, 2].

Для описания колебательного процесса колонны используем систему динамических уравнений, которая при отсутствии сосредоточенных масс и наличия массы УБТ, записывается в виде [3]

$$\begin{aligned}
 S\rho \frac{\partial^2 u_{g,1}}{\partial t^2} - ES \frac{\partial^2 u_{g,1}}{\partial x^2} + c_0 u_{1,0} \delta(x) + c_1 (u_{1,1} - u_{2,0}) \delta(l-x) + F(t, x, u_1, \frac{\partial u_1}{\partial t}) &= -S\rho \ddot{u}_0, \\
 S\rho \frac{\partial^2 u_{g,j+1}}{\partial t^2} - ES \frac{\partial^2 u_{g,j+1}}{\partial x^2} + c_j (u_{j+1,0} - u_{j-1,1}) \delta(x-jl) + \\
 + c_{j+1} (u_{j+1,1} - u_{j+2,0}) \delta[(j+1)l-x] + F(t, x, u_j, \frac{\partial u_j}{\partial t}) &= -S\rho \ddot{u}_0, \quad j = 1, \dots, n-2, \quad jl < x < (n-1)l; \quad (1) \\
 S\rho \frac{\partial^2 u_{g,n}}{\partial t^2} - ES \frac{\partial^2 u_{g,n}}{\partial x^2} + c_n (u_{n,0} - u_{n-1,1}) \delta[x-(n-1)l] + m_0 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \delta(nl-x) + F(t, x, u_n, \frac{\partial u_n}{\partial t}) &= \\
 &= -S\rho \ddot{u}_0, \quad (n-1)l < x < nl.
 \end{aligned}$$

В дальнейшем полагаем  $c_1 = c_2 = c_3 = \dots = c_n = k_1 + ik_2$  ( $i = \sqrt{-1}$ ).

Вводим местные координаты и рассмотрим процесс спуска ( $F = 0$ ), сопровождаемого установившимися гармоническими колебаниями с частотой  $\omega$ , подвески  $u_0 = U_0 e^{i\omega t}$  и перемещение в произвольном сечении секций колонны в комплексной форм:

$$u_{gj} = U_j(x) e^{i\omega t},$$

где  $U_j(x)$  - комплексные амплитуды, удовлетворяющие уравнениям

$$\begin{aligned}
 ESU_1'' + S\rho\omega^2 U_1 - c_0(U_{1,0} - U_0)\delta(x) + (k_1 + ik_2)(U_{1,1} - U_{2,0})\delta(l-x) &= 0, \\
 ESU_j'' + S\rho\omega^2 U_j - (k_1 + ik_2)[(U_{j,0} - U_{j-1,1})\delta(x) + (U_{j,1} - U_{j+1,0})\delta(l-x)] &= 0 \quad j = 2, \dots, n-1, \quad (2) \\
 ESU_n'' + S\rho\omega^2 U_n - (k_1 + ik_2)(U_{n,0} - U_{n-1,1})\delta(x) + m_0\omega^2(U_{n,1} - U_0)\delta(l-x) &= 0, \quad 0 < x < l
 \end{aligned}$$

и условиям разрыва производных в сечениях  $x=0$  первой секции и  $x=l$  последней секции колонны

$$ESU_1'(x) = c_0[U_1(x) - U_0] \text{ при } x=0,$$

$$ESU_n'(x) = m_0\omega^2[U_n(x) - U_0] \text{ при } x=l-0,$$

$$\text{где } U_{j,0} = U_j(0), \quad U_{j,1} = U_j(l).$$

Решение системы уравнений получим путем введения разрывов производных первого порядка в местах сопряжения труб, тогда:

$$\begin{aligned}
 U_1 &= \frac{\beta_0(U_{1,0} - U_0)}{\lambda \sin \lambda} [\cos \lambda \cos \lambda \xi + \sin \lambda \sin \lambda \xi H(\xi)] + \frac{\beta(U_{1,1} - U_{2,0})}{\lambda \sin \lambda} [\cos \lambda \cos \lambda(1-\xi) + \\
 &\quad + \sin \lambda \sin \lambda(1-\xi)H(1-\xi)], \\
 U_j &= \frac{\beta(U_{j,0} - U_{j-1,1})}{\lambda \sin \lambda} [\cos \lambda \cos \lambda \xi + \sin \lambda \sin \lambda \xi H(\xi)] + \frac{\beta(U_{j,1} - U_{j+1,0})}{\lambda \sin \lambda} [\cos \lambda \cos \lambda(1-\xi) + \\
 &\quad + \sin \lambda \sin \lambda(1-\xi)H(1-\xi)],
 \end{aligned}$$

$$U_n = \frac{\beta(U_{n,0} - U_{n-1,1})}{\lambda \sin \lambda} [\cos \lambda \cos \lambda \xi + \sin \lambda \sin \lambda \xi H(\xi)] + \frac{\alpha \lambda (U_{n,1} - U_0)}{\sin \lambda} [\cos \lambda \cos \lambda (1 - \xi) + \sin \lambda \sin \lambda (1 - \xi) H(1 - \xi)], \quad (3)$$

где  $\xi = \frac{x}{l}$ ,  $\lambda = \frac{\omega l}{a_*}$ ,  $\beta_0 = \frac{c_0 l}{ES}$ ,  $a_* = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ ,  $\beta = \beta_1 + i\beta_2$ ,  $\beta_j = \frac{k_j l}{ES}$ ,  $\alpha = \frac{m_0}{S\rho l}$ ,  $H(z)$  - единичная функция Хевисайда

Полагая теперь  $U_{j,0} = U_j(0)$ ,  $U_{j,1} = U_j(1)$ , получаем систему уравнений для определения комплексных величин  $U_{j,0}$  и  $U_{j,1}$

$$\begin{aligned} U_{1,0} &= \frac{\beta_0(U_{1,0} - U_0)}{\lambda \sin \lambda} \cos \lambda + \frac{\beta(U_{1,1} - U_{2,0})}{\lambda \sin \lambda}, \\ U_{1,1} &= \frac{\beta_0(U_{1,0} - U_0)}{\lambda \sin \lambda} + \frac{\beta(U_{1,1} - U_{2,0})}{\lambda \sin \lambda} \cos \lambda, \\ U_{j,0} &= \frac{\beta(U_{j,0} - U_{j-1})}{\lambda \sin \lambda} \cos \lambda + \frac{\beta(U_{j,1} - U_{j+1,0})}{\lambda \sin \lambda}, \\ U_{j,1} &= \frac{\beta(U_{j,0} - U_{j-1})}{\lambda \sin \lambda} + \frac{\beta(U_{j,1} - U_{j+1,0})}{\lambda \sin \lambda} \cos \lambda, \quad j = 2 \dots n-1, \\ U_{n,0} &= \frac{\beta(U_{n,0} - U_{n-1,1})}{\lambda \sin \lambda} \cos \lambda + \frac{\alpha \lambda (U_{n,1} - U_0)}{\lambda \sin \lambda}, \\ U_{n,1} &= \frac{\beta(U_{n,0} - U_{n-1,1})}{\lambda \sin \lambda} + \frac{\alpha \lambda (U_{n,1} - U_0)}{\lambda \sin \lambda} \cos \lambda. \end{aligned} \quad (4)$$

Из этой системы получаем выражения комплексных величин  $U_{j,0}$  и  $U_{j,1}$  с рекуррентными коэффициентами:

$$\begin{aligned} U_{j,1} &= a_j U_{1,0} + b_j U_0, \quad U_{j+1,0} = c_j U_{1,0} + d_j U_0, \quad j = 2 \dots n-1, \\ a_j &= ac_{j-1} + ba_{j-1}, \quad b_j = bb_{j-1} + ad_{j-1}, \quad c_j = cc_{j-1} - aa_{j-1}, \quad d_j = cd_{j-1} - ab_{j-1} \\ \text{где } a &= (\lambda \cos \lambda + \beta \sin \lambda) / \lambda, \quad b = -\beta \sin \lambda / \lambda, \quad c = (\lambda^2 + \beta^2) \sin \lambda / \lambda \beta, \\ a_1 &= (\lambda \cos \lambda + \beta_0 \sin \lambda) / \lambda, \quad b_1 = -\beta_0 \sin \lambda / \lambda, \\ c_1 &= [\lambda(\beta - \beta_0) \cos \lambda + (\lambda^2 + \beta\beta_0) \sin \lambda] / \lambda \beta, \\ d_1 &= -\beta_0(\beta \sin \lambda + \lambda \cos \lambda) / \lambda \beta. \end{aligned}$$

Последние две равенства (4) после исключения  $U_{n,1}$  приводим к виду:

$$(\beta a_0 + b_0) U_{n,0} - \beta a_0 U_{n-1,1} = \alpha \lambda^2 U_0,$$

где  $a_0 = \alpha \lambda \sin \lambda - \cos \lambda$ ,  $b_0 = \lambda(\alpha \lambda \cos \lambda + \sin \lambda)$ .

Подставляя выражения для  $U_{n,0}$  и  $U_{n-1,1}$  через  $U_{1,0}$  и  $U_0$ , находим

$$U_{1,0} = U_0 \frac{\alpha \lambda^2 + \beta a_0 b_{n-1} - d_{n-1}(\beta a_0 + b_0)}{c_{n-1}(\beta a_0 + b_0) - \beta a_0 a_{n-1}}. \quad (5)$$

Формула (5) устанавливает связь между амплитудами колебаний подвески колонны и перемещения верхнего сечения первой секции колонны через комплексные параметры  $a_j$ ,  $b_j$ ,  $c_j$  и  $d_j$ .

Для определения коэффициента жесткости соединения использована формула  $c = E_0 S / l_0$  ( $E_0$  - модуль упругости материала замка,  $l_0$  - его длина). В расчетах принято:  $n = 4$ ,  $l = 12 \text{ м}$ ,  $l_0 = 0.4 \text{ м}$ ,  $a_* = 5000 \text{ м/с}$ ,  $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ ,  $D = 0.147 \text{ м}$ ,  $\nu = 0.127$  м ( $D$ ,  $d$  - внешний и

внутренний диаметры трубы), Расчеты производились для двух видов материала замка: для стали с  $E_0 = E = 200000 \text{ МПа}$  и титана с  $E_0 = E_T = 100000 \text{ МПа}$ .

На рисунки 1 и 2 представлены кривые зависимости амплитуды перемещения  $U_{1,0}$  (отнесенной к величине  $U_0$ ) в зависимости от частоты  $\omega$  (кГц) для материала замка стали (а) и титана (б) различных значений параметров  $\beta_0$ ,  $\beta_2$  и  $\alpha$ .

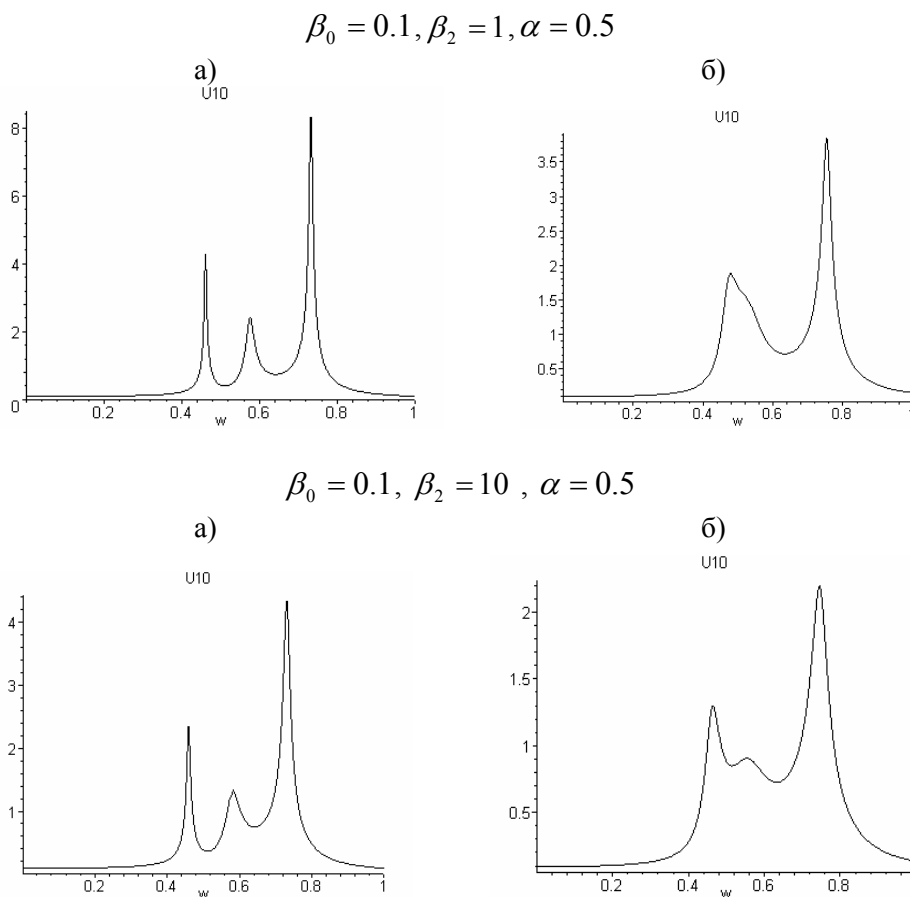


Рисунок 1 – Зависимости амплитуды колебания  $U_{10} = U_{1,0} / U_0$  верхнего сечения первой секции колонны от частоты  $\omega$  (кГц) для замка из стали (а) и титана (б) при  $\alpha = 0.5$  и двух значений параметров  $\beta_0, \beta_2$

Из анализа полученных кривых следует, что зависимость  $U_{1,0} = f(\omega)$  имеет резонансный характер, при этом с ростом параметра  $\beta_0 = c_0 l / ES$  (что означает рост коэффициента жесткости соединения колонны к подвеске) эффект резонанса усиливается. ост параметра  $\beta_2 = k_2 l / ES$ , характеризующего внутреннее трение в материале замка, может существенно снизить максимальные значения амплитуды колебаний сечения колонны. Этот эффект в значительной степени проявляется при больших значениях параметра  $\beta_0$ . Так например, при  $\beta_0 = 0.1$  максимальные значения амплитуд колебания сечения при  $\beta_2 = 1$  и  $\beta_2 = 10$  уменьшаются примерно 2 раза, если принять  $\beta_0 = 0.5$ , при этом значения амплитуд уменьшатся для стального замка в 10 раз, а для материала из титана – в 7 раз. Это означает, что с увеличением жесткости соединения колонны к подвеске при выполнении операции спуска могут иметь место резонансные режимы колебаний с большими амплитудами.



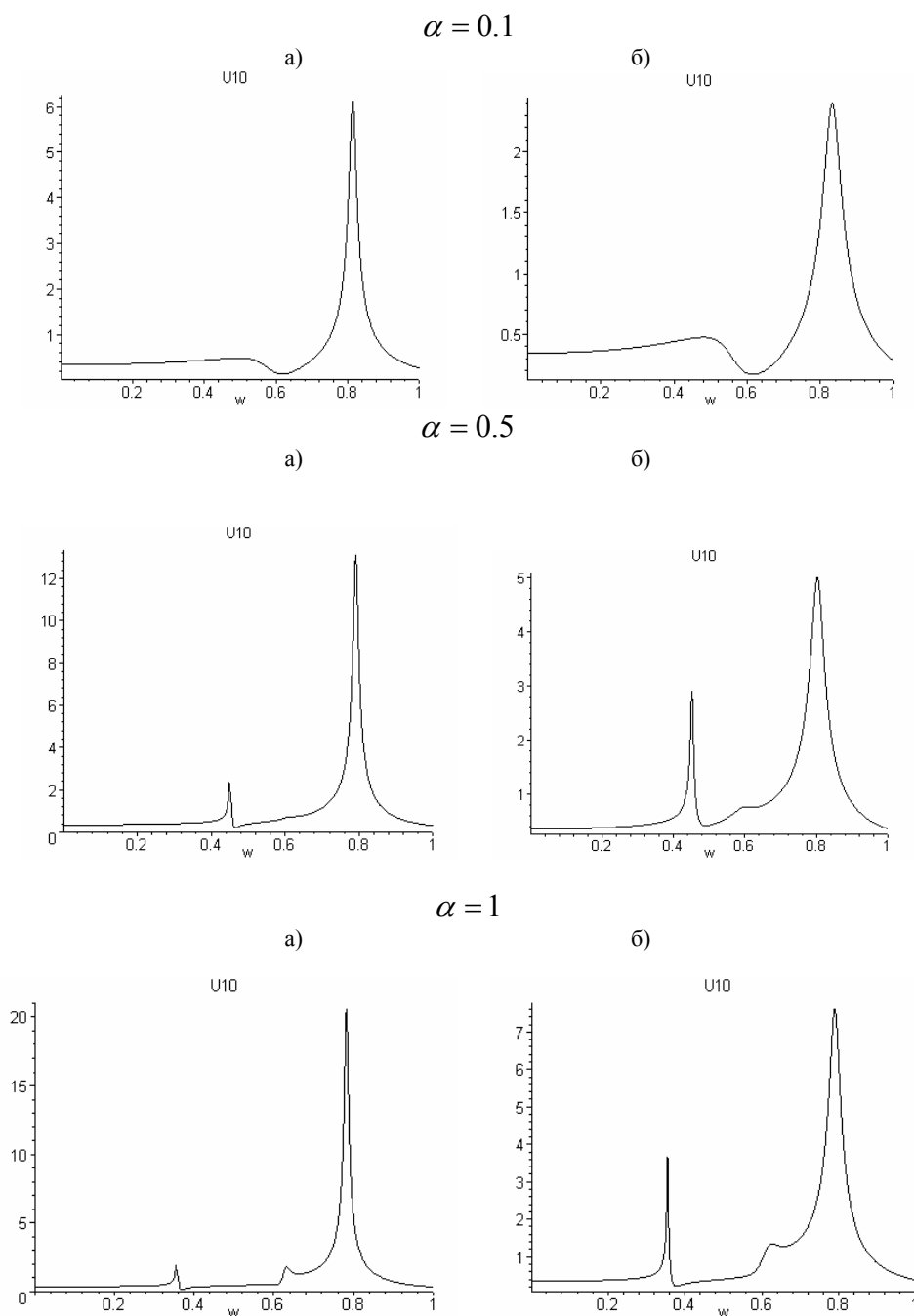


Рисунок 2 – Зависимости амплитуды колебания  $U_{10} = U_{1.0} / U_0$  верхнего сечения первой секции колонны от частоты  $\omega$  (кГц) для замка из материалов стали (а) и титана (б) при  $\beta_0 = 10$ ,  $\beta_2 = 0.5$  и трех значений параметра  $\alpha$

Наличие присоединенной массы (масса УБТ) (рисунок 2) приводит к изменению частотного состава резонансной кривой, при этом наблюдается перемещение резонансной частоты в области низких частот.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Голубев Г.Р., Новиков Л.А. Трение, износ и защита бурильных колонн в глубоких скважинах. -М.: «Недра», 1981.- 158 с.  
 [2] Симонов В.В., Юнин Е.К. Влияние колебательных процессов на работу бурильного инструмента. -М.: «Недра», 1977.

[3] Мардонов Б.М., Марданова Л.О. О вынужденных колебаниях звеньев буровой динамической системы. // Поиск-Изденіс. Серия естественно-технических наук .Алматы, 2001, №1, С. 217-220.

#### REFERENCES

[1] Golubev G.R., Novikov L.A. Friction and wear protection drill strings in deep wells. -М .: "Nedra", 1981.- 158 p. (in Russ.).

[2] Simonov V.V., Yunin E.K. Influence of oscillatory processes at work drilling tool. -М .: "Nedra", 1977. (in Russ.).

[3] Mardonov B.M., Mardanova L.O. Forced vibrations of drill units of the dynamic system. // Search-Izdenis. A series of natural and technical sciences .Almaty 2001, №1, pp 217-220. (in Russ.).

### ҚОРҒАНДЫҚ БАЙЛАНЫСТАРДЫҢ БҰРҒЫ БАҒАНЫНЫҢ МӘЖБҰРЛІ ТЕРБЕЛІС ҮРДІСІНЕ ӘСЕР ЕТУІН ЗЕРТТЕУ

А. Бараев<sup>1</sup>, М. Ж. Жұмабаев<sup>1</sup>, Н. М. Ахметов<sup>2</sup>, А. С. Тулип<sup>3</sup>, М. Бариев<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық институты, Шымкент, Қазақстан,

<sup>2</sup>Атырау мұнай және газ институты, Атырау, Қазақстан,

<sup>3</sup>Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан,

<sup>4</sup>Ө. Беруни атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университеті, Өзбекстан

**Тірек сөздер:** конструкция, қорғандық байланыстар, үйкеліс, бұрғы тірегі.

**Аннотация.** Қорғандық байланыстарға қолданатын материалдың түріне және құрылымына қарай бұрғы құбыры бағанының тербелісіне, қорғандық байланыстар ерекшелігін ескеретін комплексті үстірт теориясын (контакттілі) қолдану мәселесі шешіледі. Болат пен титаннан жасалған құлыптың жиілігіне байланысты бағанның бірінші жоғарғы секциясының тербеліс амплитудасының графигі жасалды.

*Поступила 17.03.2015 г.*

**Publication Ethics and Publication Malpractice  
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

[physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

Редактор *М. С. Ахметова*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 20.03.2015.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
10,5 п.л. Тираж 300. Заказ 2.