

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**

3 (301)

МАМЫР – МАУСЫМ 2015 ж.

МАЙ – ИЮНЬ 2015 г.

MAY – JUNE 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 / 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 / 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 3, Number 301 (2015), 49 – 54

**APPLICATION OF THE METHOD OF IMPACT
THROUGH THE ELASTIC ELEMENT TO HASTILY
IN THE WELL COLUMN****A. Baraev¹, I. I. Dzhanzakov², M. Zh. Zhumabaev¹, K. M. Kulzhatayeva¹, A. S. Tulep³**¹South Kazakhstan State Pedagogical Institute, Shymkent, Kazakhstan,²Atyrau Institute of oil and gas? Kazakhstan,³ International Kazakh-Turkish University named by Kh. A. Yesevi, Turkestan, Kazakhstan.

E-mail: baraev42@mail.ru

Key words: clamp, column, a well, a method.**Abstract.** Causes and factors that lead to prihvatu are many and varied, the same for all types of stuck pipe is that the column of some its over is quite firmly associated with the wall of the well.

Main goal is to reduce the limit values of the forces between the particles and the surface of the pipe, which provides pipes on the walls of the well. To do this, various methods are used, one of which is the impact on the convoy in the area of welding.

The impact speed of the elastic element in the amount shown at large values of the time. The voltage changes in a limited time interval. Thus, for each value of force is the value of the coefficient of tightness stiffness of elastic element, where the shock plays a pivotal role in liquidation stuck pipe.

УДК 622.48

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА УДАРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
ЧЕРЕЗ УПРУГИЙ ЭЛЕМЕНТ
НА ПРИХВАЧЕННУЮ В СКВАЖИНЕ КОЛОННУ****А. Бараев¹, И. И. Джанзаков², М. Ж. Жумабаев¹, К. М. Кулжатаева¹, А. С. Тулеп³**¹Южно-Казахстанский государственный педагогический институт, Шымкент, Казахстан,²Атырауский институт нефти и газа, Казахстан³Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясави, Туркестан, Казахстан**Ключевые слова:** прихват, колонна, скважина, метод.**Аннотация.** Причины и факторы, приводящие к прихвату многочисленны и разнообразны, общим же для всех типов прихватов является то, что колонна на некотором своем протяжении оказывается достаточно прочно связанной со стенкой скважины.

Основной задачей являются уменьшение до предельного значения величины силы связи между частицами корки и поверхностью трубы, которая обеспечивает движение трубы относительно стенок скважины. Для этого применяются различные методы, одним из которых является ударное воздействие на колонну находящегося в зоне прихвата.

Рассмотрим действия ударного импульса нагрузки на колонну через упругий элемент, сопряженный с некоторым сечением недеформируемой колонны [1, 2]. При этом колеблющаяся колонна возбуждает поперечные (сдвиговые) волны в окружающей колонну среде, которые существенно могут изменить напряженное состояние массива горной породы. Движения частиц среды вблизи колонны описывается уравнением

$$\frac{1}{c_2^2} \frac{\partial^2 W_g}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 W_g}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial W_g}{\partial r}, \quad (1)$$

для интегрирования которого имеем граничные условия :

$$m \frac{\partial^2 W_g(R_1, t)}{\partial t^2} = 2\pi R_1 l G \frac{\partial W_g(R_1, t)}{\partial r} - l_1 \eta c \frac{\partial W_g}{\partial t} + k_0 (W_* - W_g) + \bar{P}_0(t) \text{ при } r = R_1 \quad (2)$$

$$W_g(R_2, t) = 0 \text{ при } r = R_2, \quad (3)$$

где $W_g(r, t)$ – осевое перемещение частиц породы; \bar{P}_0 – осевое усилие; $c_2 = \sqrt{G/\rho}$ – скорость распространения поперечной волны в массиве горной породы; ρ и G – плотность и модуль сдвига для слоя массива, создающего сопротивление движению колонны. Ось $0r$ направлена перпендикулярно оси $0Z$, k_0 – коэффициент жесткости упругого элемента, закрепленного одним концом к телу колонны, $R_2 = R_1 + h$, R_1 – внешний радиус колонны, h – толщина пристеночного слоя массива, $W_* = W_*(t)$ – перемещение другого конца элемента.

Решение уравнения (1) представим в виде

$$W_g = W_1(t) \ln(R_2 / r) + W_2(r, t), \quad (4)$$

где функция $W_1(t)$ удовлетворяет уравнению

$$m \ln(R_2 / R_1) \ddot{W}_1(t) + (2\pi l G + k_0) W_1(t) + l_1 \eta c \ln(R_2 / R_1) \dot{W}_1 = \bar{P}_0(t) + k_0 W_*(t) \quad (5)$$

с нулевым начальным условием $W_1(0) = \dot{W}_1(0) = 0$.

Второе составляющее суммы удовлетворяет неоднородному уравнению (1) и однородному граничному условию

$$m \frac{\partial^2 W_2(R_1, t)}{\partial t^2} = 2\pi R_1 l G \frac{\partial W_2(R_1, t)}{\partial r} - (L - l) \eta c \frac{\partial W_2}{\partial t} - k_0 W_2 \text{ при } r = R_1, \quad (6)$$

$$W_2(R_2, t) = 0 \text{ при } r = R_2, \quad (7)$$

В дальнейшем влиянием вязкости в зоне прихвата пренебрегаем, и решение уравнения (1), удовлетворяющее нулевым начальным условиям ($W_g(r, 0) = \frac{\partial W_g(r, 0)}{\partial t} = 0$) и однородным граничным условиям (6) и (7), представим в виде разложения Фурье–Бесселя [3]

$$W_2(r, t) = \sum_{n=1}^{\infty} T_n(t) K(\lambda_n r),$$

где $K(\lambda_n r) = J_0(\lambda_n r) Y_0(\lambda_n R_2) - Y_0(\lambda_n r) J_0(\lambda_n R_2)$ – собственные функции, λ_n – собственные числа, определяемые из уравнения

$$[(k_0 - \lambda_n^2 m c_2^2) J_0(\lambda_n R_1) - S G \lambda_n J_0'(\lambda_n R_1)] Y_0(\lambda_n R_2) - [(k_0 - \lambda_n^2 m c_2^2) Y_0(\lambda_n R_1) - S G \lambda_n Y_0'(\lambda_n R_1)] J_0(\lambda_n R_1) = 0.$$

Функции $T_n(t)$ определяются по формулам.

$$T_n = - \frac{b_n}{\omega_0^2 - \omega_n^2} \left[\frac{k_0 V_0}{m} \left(\frac{\sin \omega_n t}{\omega_n} - \frac{\sin \omega_0 t}{\omega_0} \right) + \frac{P_*}{m \ln \xi} (\cos \lambda_n t - \cos \omega_0 t) \right]$$

Решение уравнения (5) при $\eta = 0$ представим в виде

$$(\omega_o^2 = \frac{2\pi Gl + k_0}{m}),$$

$$W_1(t) = \frac{k_1}{\omega_0 m} \int_0^t W_*(\tau) \sin \omega_0(t - \tau) d\tau + \frac{1}{\omega_0 m \ln \xi} \int_0^t \bar{P}(\tau) \sin \omega_0(t - \tau) d\tau.$$

В дальнейшем полагаем $P_0 = const = P_{00}$ (с постоянной величиной силы натяга), и рассмотрим случая движения конца упругого элемента. с постоянной скоростью V_0 : $W_* = V_0 t$.

Тогда и функции $W_1(t)$ и $T_n(t)$ принимают вид ($P_* = P_{00} - P_{cp}$)

$$W_1 = \frac{k_0 V_0}{m} \frac{\omega_0 t - \sin \omega_0 t}{\omega_0^3} + \frac{P_*}{m \ln \xi} \frac{1 - \cos \omega_0 t}{\omega_0^2};$$

$$T_n = -\frac{b_n}{\omega_0^2 - \omega_n^2} \left[\frac{k_0 V_0}{m} \left(\frac{\sin \omega_n t}{\omega_n} - \frac{\sin \omega_0 t}{\omega_0} \right) + \frac{P_*}{m \ln \xi} (\cos \lambda_n t - \cos \omega_0 t) \right]$$

Результаты расчетов для перемещения колонны $W = W_g(t, R_1)$ (мм) и касательного напряжения $sigma = \sigma_{rz}(t, R_1)$ (МПа) представлены на рисунках 1–4 в виде графиков.

В расчетах принято: длина, внешний радиус колонны и погонная масса колонны соответственно равны: $H = 1000$ м, $R_1 = 0.07$ м, $m_n = 30$ кг, толщина пристеночного слоя $h = 0.7$ м ($R_2 = 10 R_1$), радиус скважины $R_1 = 0.09$ м Плотность, коэффициент Пуассона и модуль сдвига для породной среды соответственно равны $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 0.2$ и $G = 10^3 \text{ МПа}$, коэффициент трения между поверхности трубы и стенками скважины $f = 0.3$.

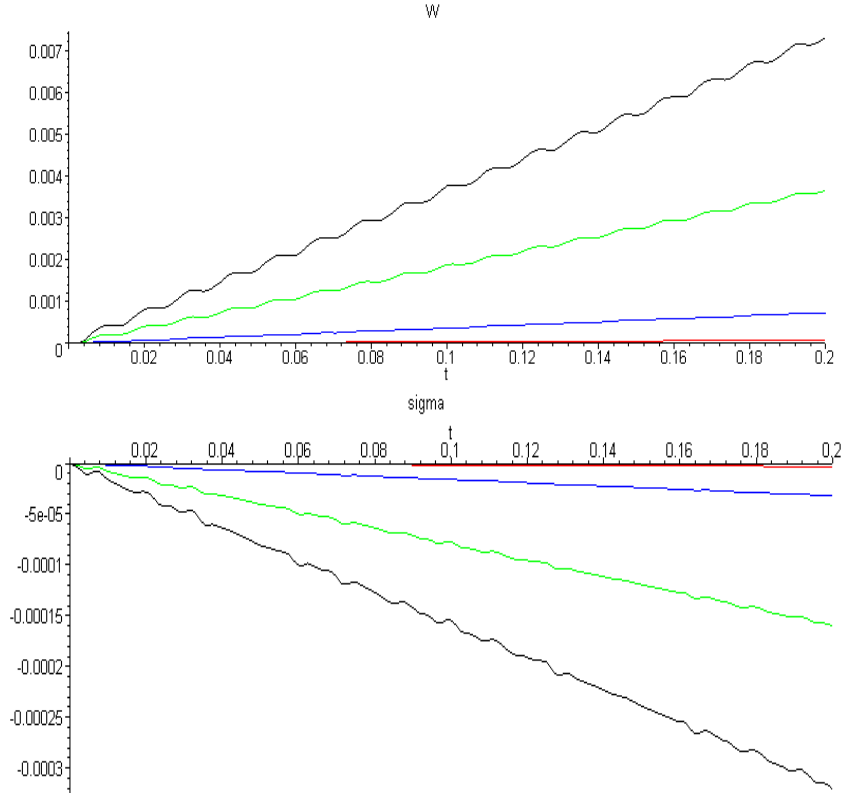


Рисунок 1 – Кривые зависимости перемещения $W = W_g(t, R_1)$ (мм) и напряжения $sigma = \sigma_{rz}(t, R_1)$ (МПа)

от времени для $k_0 = 50 \text{ кН/м}$ и при равенстве силы натяга к силе веса колонны $P_* = 0$ ($P_0 = mgh$)

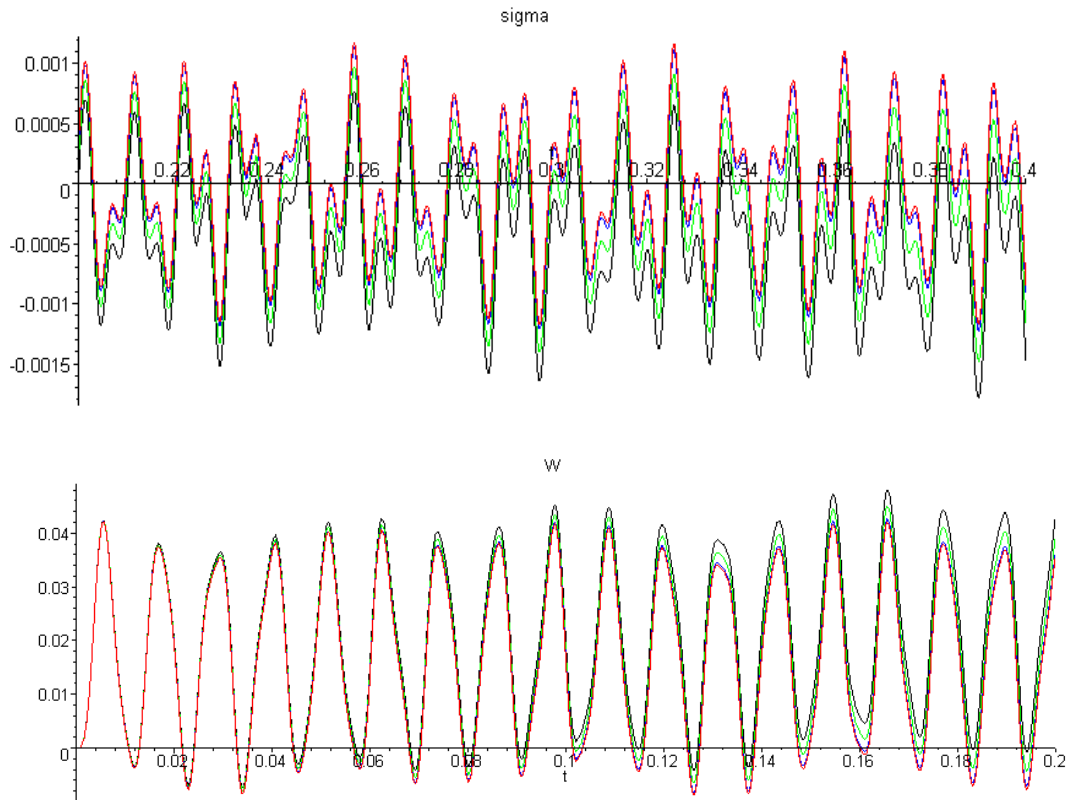
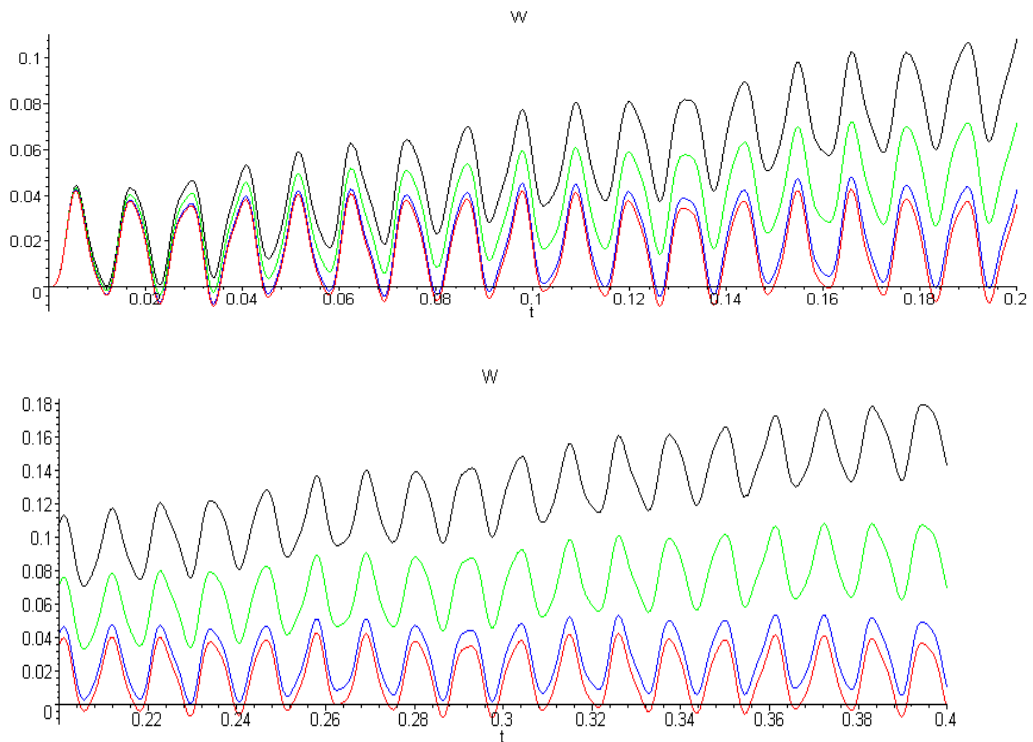


Рисунок 2 – Кривые зависимости перемещения $W = W_g(t, R_1)$ (мм) и напряжения $sigma = \sigma_{rz}(t, R_1)$ (МПа) от времени для $k_0 = 524kH / м$ и при равенстве силы натяга к силе веса колонны $P_* = 0$ ($P_0 = mgh$)



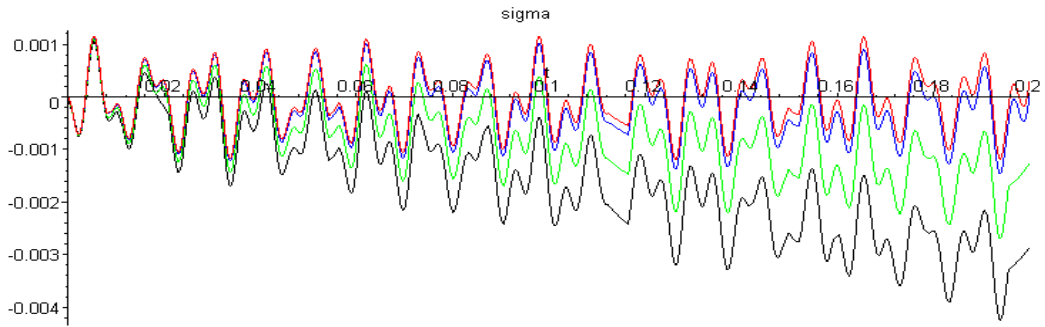


Рисунок 3 – Кривые зависимости перемещения $W = W_g(t, R_1)$ (мм) и напряжения $sigma = \sigma_{rz}(t, R_1)$ (МПа) от времени для $k_0 = 500kH / м$ при $P_* = 524kH (P_0 = 824kH)$

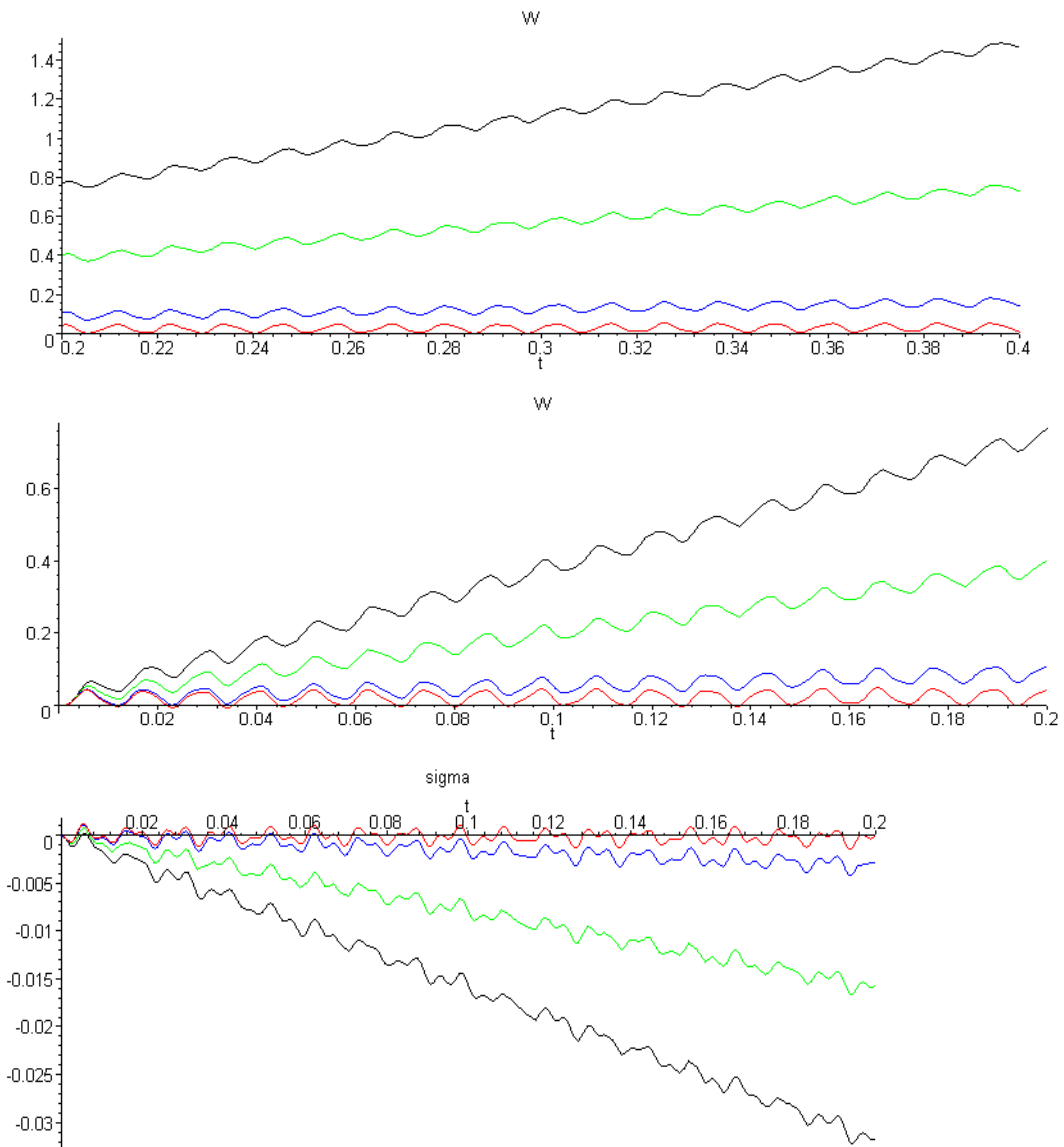


Рисунок 4 – Кривые зависимости перемещения $W = W_g(t, R_1)$ (мм) и напряжения $sigma = \sigma_{rz}(t, R_1)$ (МПа) от времени для $k_0 = 5MH / м$ при $P_* = 524kH (P_0 = 824kH)$

Расчеты были проведены для длины прихвата $l = 50$, трех значений коэффициента жесткости упругого элемента $k_0 = 50kH/m$, $k_0 = 500kH/m$, $k_0 = 5MH/m$ при действии силы натяга $P_0 = 2 * P_{cp} = 1048kH$ (сила прихвата при этом будет равна $P_{cp} = 524kH$).

Скорость перемещения конца упругого элемента была принята $V_0 = 0.1m/c$ (линии красного цвета), $V_0 = 1m/c$ (линии голубого цвета), $V_0 = 5m/c$ (линии зеленого цвета), $V_0 = 10m/c$ (линии черного цвета).

Из анализа кривых следует, что отсутствию натяга изменение перемещения колонны по времени практически носит линейный характер (рисунок 2). Влияние скорости перемещения упругого элемента на величину перемещения проявляется при больших значениях времени. При этом напряжения по времени меняются в ограниченном интервале.

Таким образом, для каждого значения силы натяга существует значение коэффициента жесткости упругого элемента, начиная с которого ударное воздействие играет определяющую роль при ликвидации прихвата.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Билицкий Т.В. Взаимодействие бурильной колонны с забоем скважины. – М.: Недра, 1975. – 256 с.
- [2] Джанзаков И.И. Механика бурильных колонн в условиях прихвата. Атырау, 2006. – 202 с.
- [3] Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнение математической физики. – М.: Наука, 1977. – 736 с.

REFERENCES

- [1] Bilickij T.V. Vzaimodejstvie buril'noj kolonny s zaboem skvazhiny. M.: Nedra, 1975. 256 s.
- [2] Dzhanzakov I.I. Mehanika buril'nyh kolonn v uslovijah prihvata. Atyrau, 2006. 202 s.
- [3] Tihonov A.N., Samarskij A.A. Uravnenie matematicheskoy fiziki. M.: Nauka, 1977, 736 s.

ҰҢҒЫМА БАҒАНЫНА БЕКІТІЛГЕН ЖҰМСАҚ ЭЛЕМЕНТКЕ СОҒУ ӘДІСІ АРҚЫЛЫ ӘСЕР ЕТУ

А. Бараев¹, И. И. Жанұзақов², М. Ж. Жұмабаев¹, К. М. Құлжатаева¹, А. С. Тулеп³

¹Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық институт, Шымекент, Қазақстан,

²Атырау мұнай және газ институты, Қазақстан,

³Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан

Тірек сөздер: қысу, баған, ұңғыма, әдіс.

Аннотация. Қысып қалуға әкеп соғатын себептер мен факторлар көп, бірақ олардың барлығына тән ортақ қасиет – біршама уақыт өткеннен кейін бағанның ұңғыма қабырғасымен тығыз жабысып қалуы. Ұңғыма қабырғасына қатысты құбырдың қозғалысын қамтамасыз ететін қыртыс бөлшектері мен құбырдың сыртына әсер ететін күштің көлемін азайту – негізгі тапсырма. Ол үшін әртүрлі әдістер қолданылады, соның бірі бағанға сокқы жасау арқылы әсер ету әдісі.

Поступила 25.02.2015 г.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

physics-mathematics.kz

Редактор *М. С. Ахметова*

Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 9.06.2015.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

15,7 п.л. Тираж 300. Заказ 3.