



XҒТАР 23.35.33

Ғылыми мақала

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2024-148-3-114-124>

СЫЗЫҚТЫҚ ЖӘНЕ СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ҚАСИЕТТЕРДІ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП БҰРҒЫЛАУ БАҒАННЫҢ ТЕРБЕЛІСТЕРІН МОДЕЛЬДЕУ

Э.Н. Тулегенова*¹, А.Б. Адранова¹, Ә. Ғалымжанқызы¹, Ә. Әлиасқар¹

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

(E-mail: etulegenova80@mail.ru)

Аңдатпа. Жұмыстың мақсаты – сыртқы жүктемелер мен қоршаған орта факторларының әсерінен қиындаған бұрғылау бағаналары динамикасының сызықтық және сызықты емес математикалық модельдерін және олардың комбинацияларын жасау және талдау. Зерттеу объектісі-қоршаған ортамен өзара әрекеттесу кезінде мұнай және газ ұңғымаларын бұрғылау үшін қолданылатын жүктелген бұрғылау бағанасының тербелісі. Бұрғылау бағанының тербелістерінің математикалық модельдерінің практикалық маңыздылығы мұнай және газ ұңғымаларын бұрғылау кезінде тікелей пайда болатын тербелмелі құбылыстардың толық сипаттамасында және бұрғылау бағанасының геометриялық және механикалық параметрлерінің әсерін, қисықтықтың алдын алу үшін оның тербелістеріне сыртқы жүктемелерді талдауда жатыр.

Түйін сөздер: бұрғылау бағанасы, динамика, математикалық модельдеу.

Түсті 19.03.2024. Жөнделді 08.09.2024. Мақұлданды 09.09.2024. Онлайн қолжетімді 30.09.2024

¹*хат-хабар үшін автор

Кіріспе

Мұнай мен газ қоғамның өмірлік қажеттіліктерін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. 2019 жылдан бастап энергияны тұтыну статистикасы бойынша мұнай-газ өнеркәсібі тиісті көздер екенін білдіреді [1]. Сондықтан мұнай-газ саласын дамыту терең зерттелінуі тиіс. Бұрғылау бағандарының ауытқу сипатын алдын-ала зерттей отырып, бұрғылау қауіпсіздігі едәуір арттырылады және оларды жоюға көп ақша мен уақытты қажет ететін жазатайым оқиғалардың алды алынады.

Тәжірибелі сарапшылар бұрғылау бағанының тербелістерінің үш негізгі түрін анықтаған: доңғалақ, бұралу және көлденең. Бұрғылаудың негізгі міндеті - ұңғыманың жобалық тереңдігіне қысқа мерзімде және ең аз шығындармен жету [3-5]. Осы тік тербеліс тербелмелі қозғалыс бағыты ұңғыманың айналуымен сәйкес келеді. Бұл қашаудың жабдықтарының бұзылуына және уақтылы тозуына, тығыздағыштардың бұзылуына, қысымның төмендеуіне және тіректердің зақымдалуына және нәтижесінде бұрғылау жылдамдығының төмендеуіне әкеледі [6-9]. Штанганың тербелісі 1-10 Гц жиілікте болады және ең енетін жіппен сәндіріледі [10]. Көлденең тербеліс маятниктің көлденең қозғалысы болады. Бұрғылау бағанасы мен қашаудың көлденең қозғалысы нәтижесінде иілу және бұралу пайда болады [11]. Бұрылыстар айналу барысында дәйекті өзгеріс болған кезде алға, кері және хаотикалық бағытта жүреді [12].

Мұнай және газ ұңғымаларын бұрғылау үшін қолданылатын бұрғылау бағандарының тербеліс процесін зерттеу үшін әртүрлі авторлар сызықтық және сызықтық емес математикалық модельдер әзірлеуде. Ұзартулар мен күш мәндеріне ешқандай шектеулер қойылмаған бұрғылау бағандарының тербелістерін сипаттайтын математикалық модельдер іс жүзінде қарастырылмайды. Мұның себебі-болат конструкциялар үшін пропорционалдылық шегіне жақын, осыған байланысты берілген материал үшін физикалық сызықтық емес проблемалар серпімділік теориясына қарағанда икемділік теориясын зерттеу тақырыбы болып табылады [13]. Сонымен, [14] жазық иілу жағдайында сызықтық емес теорияны қолдану сызықтық тербелістерді қолданғаннан гөрі аз амплитудалық штанганың тербелісіне әкелетіні анықталды.

Әдіснама

Оқыс жағдайлар алдын-алу мақсатында 1-бөлігі сызықтық, 2-бөлігі сызықтық емес қасиетті тербелістерді зерттейміз.

$$\rho A \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + EI \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} + N(x, t) \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{EA}{1-\nu} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^3 - \rho A \Omega^2 u = 0 \quad (1)$$

$$\rho A \frac{\partial^2 u_2}{\partial t^2} + EI \frac{\partial^4 u_2}{\partial x^4} + N(x, t) \frac{\partial^2 u_2}{\partial x^2} - \rho A \Omega^2 u_2 = 0 \quad (2)$$

(1) теңдеу бұл жоғарғы бөлікті сызықтық емес қасиеттермен және (2) екінші бөлікті сызықтық қасиеттермен сипаттайды. Мәндер: ρ материалдың тығыздығы, A штанганың

көлденең қимасының ауданы, E Юнг модулі, I инерция моменті, $N(x,t)$ қысу жүктемесі, Ω бұрыштық айналу жылдамдығы [15].

Бұрғылау бағанасын жоғарғы ұшына бекіту әдісін және төменгі ұшындағы тау жыныстарын бұзуды ескере отырып, тек сымның айналуы мүмкін және көлденең бағытта қозғалу шектеулі болған кезде, шекаралық шарттар келесідей ұсынылуы мүмкін (бұл штанганың ұштарының топсалы бекітілуіне сәйкес келеді):

$$\begin{aligned} u_1(x, t) &= 0 & (x = 0) \\ E_1 I_1 \frac{\partial^2 u_1(x, t)}{\partial x^2} &= 0 & (x = 0) \\ u_2(x, t) &= 0 & (x = L) \\ E_2 I_2 \frac{\partial^2 u_2(x, t)}{\partial x^2} &= 0 & (x = L) \end{aligned} \tag{3}$$

және бастапқы шарттар келесідей беріледі:

$$\begin{aligned} u_1(x, t) &= 0 & (t = 0) \\ \frac{\partial u_1(x, t)}{\partial t} &= C_1 & (t = 0) \end{aligned} \tag{4}$$

мұндағы $C_1=0.01$.

Сызықтық емес және сызықтық бөліктің компоненттерін қосу үшін тағы бір шарт қажет:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u_1}{\partial x} &= \frac{\partial u_2}{\partial x} & (x = \frac{L}{2}) \\ u_1 &= u_2 & (x = \frac{L}{2}) \end{aligned} \tag{5}$$

Нәтижелер мен талқылау

Осыған байланысты (1) және (2) теңдеулер жүйесін шешу үшін Бубнов-Галеркин әдісі қолданылады, оған сәйкес қажетті шешімдер негізгі функциялар бойынша соңғы қатарларға ыдырау түрінде ұсынылады:

$$u_1(x, t) = \sin\left(\frac{\pi x}{l_1}\right) f_1(t) \tag{6}$$

$$u_2(x, t) = \sin\left(\frac{\pi x}{l_2}\right) g_1(t) \tag{7}$$

мұндағы $l_1 = \frac{2L}{3}$ және $l_2 = \frac{L}{3}$.

Жоғарғы бөлігі сызықты емес, сондықтан (1) теңдеуі 0-ден l_1 -ге дейін біріктіріледі, сонымен қатар (2) l_1 -ден L -ге дейінгі сызықтық бөлік болып табылады және $\sin\left(\frac{\pi x}{l}\right)$ көбейту арқылы:

$$\int_0^{l_1} \left[\rho A \sin \frac{\pi x}{l_1} f'''(t) + \frac{EI\pi^4}{l_1^4} \sin \frac{\pi x}{l_1} f(t) - \frac{N(x,t)\pi^2}{l_1^2} \sin \frac{\pi x}{l_1} f(t) - \rho A \Omega^2 \sin \frac{\pi x}{l_1} f(t) + \frac{3EA\pi^4}{(1-\nu)l_1^4} \cos^2 \frac{\pi x}{l_1} \sin \frac{\pi x}{l_1} f^3(t) \right] dx = 0 \quad (8)$$

$$\int_{l_1}^L \left[\rho A \sin \frac{\pi x}{l_2} g'''(t) + \frac{EI\pi^4}{l_2^4} \sin \frac{\pi x}{l_2} g(t) - \frac{N(x,t)\pi^2}{l_2^2} \sin \frac{\pi x}{l_2} g(t) - \rho A \Omega^2 \sin \frac{\pi x}{l_2} g(t) \right] dx = 0 \quad (9)$$

Нәтижесінде соңғы теңдеу шығады:

$$\frac{\rho AL}{3} f''(t) + \frac{27EI\pi^4}{16L^3} f(t) - \frac{3N(x,t)\pi^2}{4L} f(t) - \frac{2\rho A \Omega^2 L}{6} f(t) + \frac{81EA\pi^4}{64L^3(1-\nu)} f^3(t) = 0 \quad (10)$$

$$\frac{\rho AL}{3} f''(t) + \frac{27EI\pi^4}{16L^3} f(t) - \frac{3N(x,t)\pi^2}{4L} f(t) - \frac{2\rho A \Omega^2 L}{6} f(t) + \frac{81EA\pi^4}{64L^3(1-\nu)} f^3(t) = 0 \quad (11)$$

Түрлендірілген теңдеудің бастапқы шарттары:

$$\begin{aligned} f_1(0) &= 0, & \frac{df_1}{dt}(0) &= \frac{4C_1}{\pi} \\ g_1(0) &= 0, & \frac{dg_1}{dt}(0) &= \frac{4C_1}{\pi} \end{aligned} \quad (12)$$

Екінші ретті теңдеуді бірінші реттік теңдеуге $f''(t)=u_1$ және $g''(t)=u_2$ ауыстырып, Эйлер әдісіне көшіру арқылы:

$$u_1' = \frac{3 \left(-\frac{27EI_1\pi^4}{16L^3} + \frac{3N(x,t)\pi^2}{4L} + \frac{2\rho A_1\Omega^2 L}{6} \right) f(t) - \frac{81EA_1\pi^4}{64L^3(1-\nu)} f^3(t)}{\rho A_1 L}$$

$$u_2' = \frac{6 \left(-\frac{81EI_2\pi^4}{6L^3} + \frac{3N(x,t)\pi^2}{2L} + \frac{\rho A_2\Omega^2 L}{6} \right) g(t)}{\rho A_2 L} \quad (13)$$

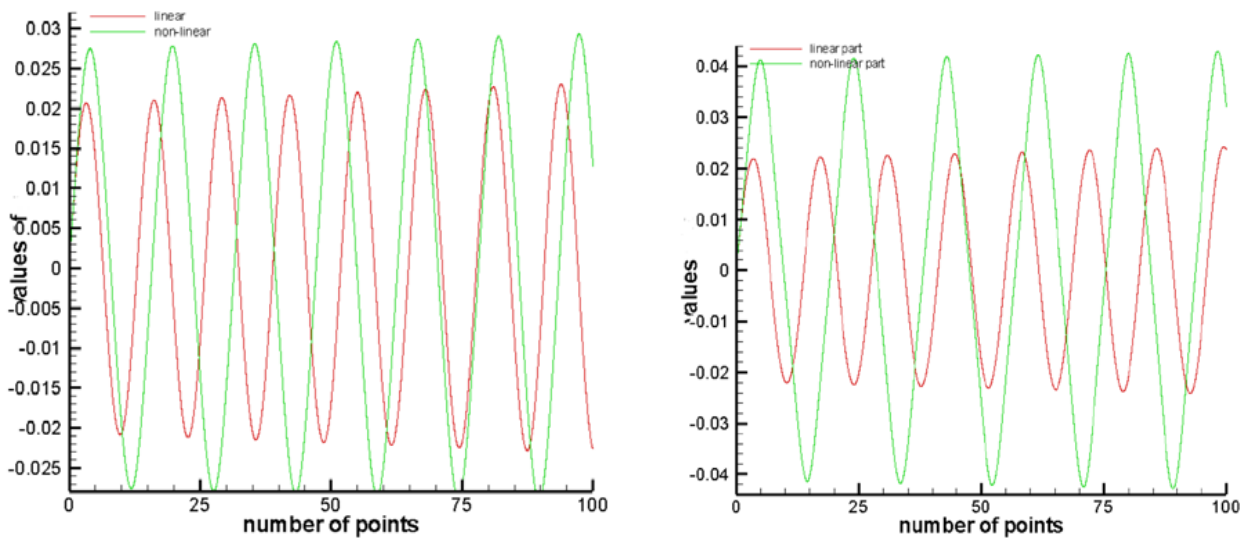
$$y1_i = y1_{i-1} + u1_{i-1} * h$$

$$y2_i = y2_{i-1} + u2_{i-1} * h$$

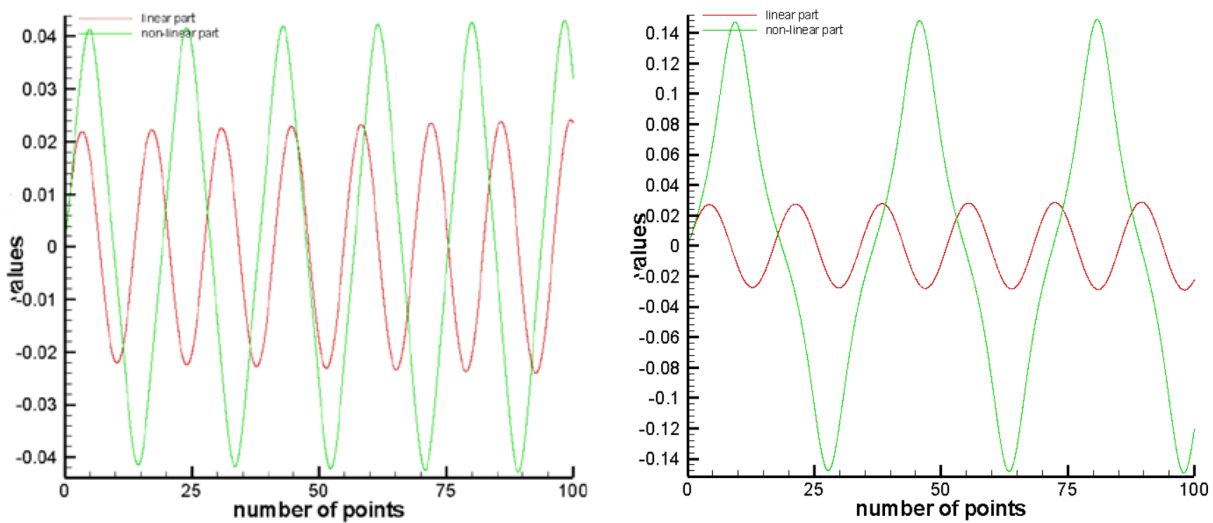
мұндағы i 1-ден n -ге дейін, $h = (b-a)/n$, $n=10000 [0,100]$.

1-кесте. Бұрғылау жүйесінің екі компонентті моделінің параметрлері

Параметрлер	Мәні
Бұрғылау бағанының тығыздығы, ρ	7800 кг/м ³
Диаметр, d_1, d_2, d_3	0.16 м, 0.2 м, 0.12 м
Бағанның көлденең қимасының ауданы, A	$\frac{\pi d_1^2}{4}, \frac{\pi d_2^2}{4}$
Юнг модулі, E	$2.1 \cdot 10^{11}$ Па
Сақина қимасының инерция моменті	$\frac{\pi}{64} (d_1^4 - d_3^4)$ кг/м ² $\frac{\pi}{64} (d_2^4 - d_3^4)$ кг/м ²
Бойлық жүктеме, N	$2.2 \cdot 10^3$ Н
Пуассон коэффициенті, ν	0.28
Бұрғылау бағанының ұзындығы, l	100 м

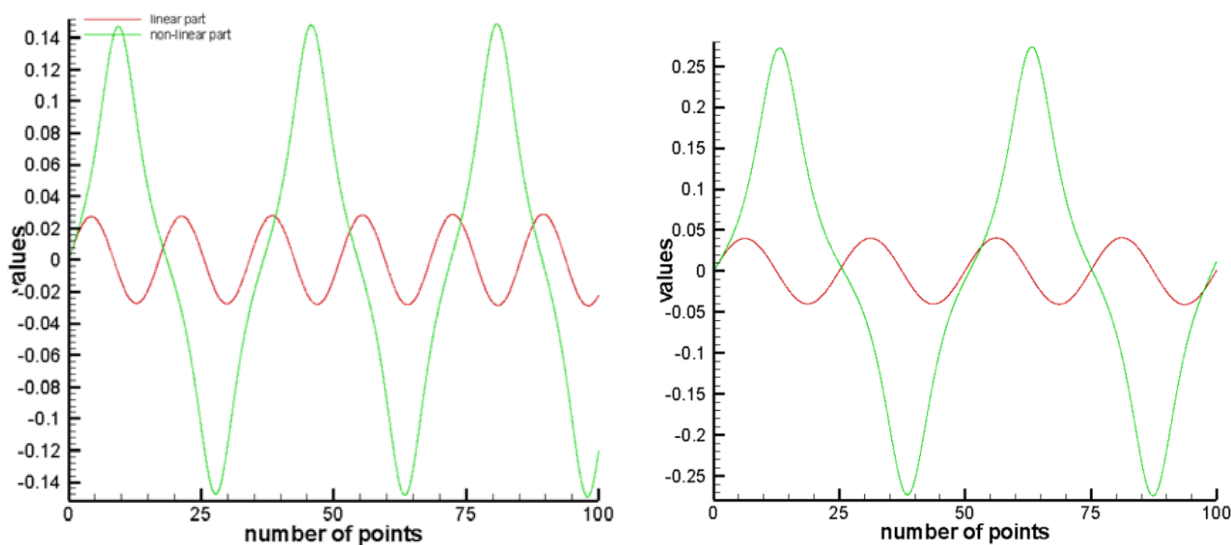


1-сурет. $N=100$ Н және $N=10000$ Н



2-сурет. $l=100$ м және $l=200$ м

100-ден 200 метрге дейінгі ұзындықты өзгерту тұжырымдамасы бар екенін көруге болады. Біріншіден, жоғарғы бөліктің амплитудасы 0,14-ке дейін төмендеді, ал төменгі бөлігі, керісінше, 0,03-ке дейін өсті. Барлығының жиілігі азаяды. Жоғарғы сызықты емес бөлік әлі де қисық. Сонымен қатар, біз оларды жол бөліктерінің диаметрлерін $d_1 = 0,16$ м-ден $d_2 = 0,26$ м-ге, содан кейін $d_2 = 0,2$ м-ден $0,3$ м-ге $l=200$ м-ге өзгерту арқылы салыстыра аламыз.



3-сурет. $d_1 = 0.16$ м, $d_2 = 0.2$ м және $d_1 = 0.26$ м, $d_2 = 0.3$ м

Үлкен диаметрді бағалау кезінде тербелістердің кішіге қатысты сәйкестігі туралы хабарланғанын көруге болады. Екі жағдайда да осы стек параметрлерінің әсері үлкен өзгерістерге әкелмейтіні анық, әр түрлі фокустардағы амплитудалардың ығысулары мен айрықша күйлерін атап өтуге болады.

Қорытынды

Тұрақты сыртқы қабаттасудың әсерінен тікелей жүктемені ескере отырып, сызықтық модельдеуді салыстыру амплитудасы қарастырылған барлық баған ұзындықтары үшін аз екенін көрсетті, бірақ бағанның диаметрі азайған кезде, керісінше, ол өсе бастады. Сызықтық емес термин ұғымы, тұрақты сыртқы қабаттасудың әсерінен жүктемені ескере отырып, әсер ету амплитудасы барлық қарастырылған баған ұзындықтары үшін аз болды, бірақ бағандардың ені азайған кезде қарама-қарсы жақтағы амплитудасы көбейе бастады. Сонымен қатар, екі учаскесі бар бұрғылау бағанасы сегменттер санының артуымен бұралу пішіні өзгертетінін көрсетті, яғни бір және екі учаскеде толқын тәрізді пішіндер, сондай-ақ бұралудың салыстырмалы консистенциясы пайда болады. Осы стратегия арқылы мәселені шешуге байланысты бұл мінез-құлық дифференциалдық теңдеудің мызғымас сипатына байланысты болуы мүмкін. Демек, болашақта неғұрлым жалпы түсінік алу үшін көптеген аймақтары бар бағанның тербелістерін сипаттайтын сызықтық емес теңдеу үшін түсінікті қастандықты қолдануға болады.

Алынған нәтижелерді нақты пайдалану бойынша ұсыныстар. Осы жұмыста әзірленген бұрғылау бағанының тербелістерінің сызықтық емес динамикалық модельдері және алынған сандық модельдеу нәтижелері мұнай-газ саласындағы бұрғылау қондырғысы жұмысының оңтайлы параметрлерін анықтау бойынша ағымдағы міндеттерді шешу үшін, сондай-ақ қолда бар инженерлік деректер мен есептеулерді нақтылау үшін және

ұңғымаларды таяз бұрғылау процесінде ықтимал апаттардың алдын алу үшін тікелей пайдаланылуы мүмкін.

Авторлардың қосқан үлесі:

Э.Н. Тулегенова мен **А.Б. Адранова** бұрғылау процесі динамикасының және олардың комбинацияларының сыртқы жүктемелер мен қоршаған орта факторларының әсерінен күрделенген сызықтық және сызықты емес математикалық модельдерін жасады.

А. Ғалымжанқызы мен **А. Әлиасқар** бұрғылау тізбектерінің тербелістерінің сызықты емес динамикалық үлгілерін жасап шығарды, ал алынған сандық модельдеу нәтижелері мұнай және газ кен орындарындағы бұрғылау қондырғыларының оңтайлы жұмыс параметрлерін анықтаудың өзекті мәселелерін шешуге, сондай-ақ қолда бар техникалық құралдар. Таяз ұңғымаларды бұрғылау кезінде ықтимал апаттардың алдын алу үшін деректер мен есептеулерді тікелей қолдануға болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Jackson et al. Persistent fossil fuel growth threatens the Paris Agreement and planetary health – Environmental Research Letters. – 2019. – №14. – 4 p URL: https://www.researchgate.net/publication/337743182_Persistent_fossil_fuel_growth_threatens_the_Paris_Agreement_and_planetary_health (дата обращения: 25.02.2024)

2. Саркисов Г.М. Расчеты бурильных и обсадных колонн. М.:Недра, 1971. – 208 с.

3. Быков И.Ю., Заикин С.Ф., Перминов Б.А. Совершенствование аппаратной системы регулирования режима работы бурильной колонны на основе измерения динамических параметров крутящего момента // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – М., 2016. - №5. – С.4–8. DOI: <https://doi.org/10.18334/9785907063440>

3. Быков И.Ю., Заикин С.Ф., Перминов Б.А. Совершенствование аппаратной системы регулирования режима работы бурильной колонны на основе измерения динамических параметров крутящего момента // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – М., 2016. - №5. – С.4–8. DOI: <https://doi.org/10.18334/9785907063440>

7. Ямалиев В. Ю., Салахов Т.Р., Имаева Э.Ш. Устройство для оценки состояния пороразрушающего инструмента: пат. 2335629 Рос. Федерация МПК6 E21B44/00. № 2006145009/03; заявл. 18.12.2006; Опубл. 10.10.2008, Бюл. №28.

8. Osnes S.M., Amundsen P.A., Weltzin T., Nyrnes E., Hundstad B.L. & Grindhaug G. MWD Vibration Measurements: A Time for Standarisation. SPE/IADC 119877 presented at SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition held in Amsterdam, The Netherlands, 17-19 March 2009.

9. Aadnoy B.S., Cooper I., Miska S.Z., Mitchell R.F. & Payne M.L. Advanced Drilling and Well Technology. United States of America: Society of Petroleum Engineers; 2009 URL: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-advanceddrillingandwelltechnology.pdf>

10. Leine R.I., Van Campen, D.H. and Keultjes, W.J. Stick-slip Whirl Interaction in Drillstring Dynamics, Journal of Sound and Acoustics vol. 124, pp. 209-220,2002 URL: <http://dx.doi.org/10.1115/1.1452745>

11. Новожилов В.В. Основы нелинейной теории упругости. –М. – Л.: ОГИЗ, 2003. – 211 с URL: <http://ir.nmu.org.ua/handle/GenofondUA/43806>

12. Khajiyeva L.A., Kudaibergenov A.K. Modeling of nonlinear dynamics of drill strings in a supersonic air flow // Proc. 5th Int. Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling (KAM 2015). – London, 2015. Advances in Intelligent Systems Research. – Vol. 80. – P. 163-167 URL: https://www.researchgate.net/publication/299967005_Modeling_of_Nonlinear_Dynamics_of_Drill_Strings_in_a_Supersonic_Air_Flow

13. Самарский А.А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – 2-изд. - М.: Физматлит, 2005. - 320 с URL: <http://samarskii.ru/books/book2001.pdf>

Э.Н. Тулегенова*, А.Б. Адранова, Ә. Ғалымжанқызы, Ә. Әлиасқар

Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

Моделирование колебаний буровой колонны с учетом линейных и нелинейных свойств

Аннотация. Целью работы является разработка и анализ линейных и нелинейных математических моделей динамики буровых колонн и их комбинаций, осложненных внешними нагрузками и факторами окружающей среды. Объектом исследования является вибрация нагруженной буровой колонны, которая используется для бурения нефтяных и газовых скважин при взаимодействии с окружающей средой. Практическая значимость математических моделей колебаний буровой колонны заключается в полном описании колебательных явлений, непосредственно возникающих при бурении нефтяных и газовых скважин и анализе влияния геометрических и механических параметров буровой колонны, внешних нагрузок на ее колебания с целью предотвращения кривизны.

Ключевые слова: буровая колонка, динамика, математическое моделирование.

E.N.Tulegenova*, A.B.Adranova, A.Galymzhankyzy, A.Aliaskar

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

Modeling of oscillations of a drilling column taking into account linear and nonlinear properties

Abstract. The purpose of the work is to develop and analyze linear and nonlinear mathematical models of the dynamics of drilling columns and their combinations, complicated by external loads and environmental factors. The object of study is the oscillation of a loaded drilling column, which is used for drilling oil and gas wells when interacting with the environment. The practical significance of mathematical models of oscillations of the drill column lies in the detailed description of oscillatory phenomena that occur directly during the drilling of oil and gas wells, and in the analysis of the influence of geometric and mechanical parameters of the drill column, external loads on its oscillations to prevent curvature.

Key words: drilling column, dynamics, mathematical modeling

References

1. Jackson et al. Persistent fossil fuel growth threatens the Paris Agreement and planetary health – Environmental Research Letters. – 2019. – №14. –4pURL: https://www.researchgate.net/publication/337743182_Persistent_fossil_fuel_growth_threatens_the_Paris_Agreement_and_planetary_health (date of access: 02/25/2024) - electronic resource
2. Sarkisov G.M. Calculations of drilling and casing columns. M.:Nedra, 1971. – 208 s - kitap
3. Bykov I.Yu., Zaikin S.F., Perminov B.A. Improvement of the hardware control system for the operation of the drill string based on the measurement of dynamic torque parameters // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – M.:2016. - No.5. – pp.4-8, DOI: <https://doi.org/10.18334/9785907063440> - magazine
4. Ishemguzhin I.E., Yamaliev V.U., Ishemguzhin E.I. Diagnostics of oil and gas production facilities with random fluctuations in drilling technological parameters // Oil and gas business – 2011. - Vol. 9. – No. 3. – pp. 17-20 – URL: http://ngdelo.ru/files/old_ngdelo/2011/3/ngdelo-3-2011-p17-20.pdf - electronic resource
5. V.Y.Yamaliev, M.M.Khasanov, R.N.Yakupov, I.E.Ishemguzhin, I. R. Kuzeev, D.S.Solodovnikov. A method for determining the operability of a rock-breaking tool / Ros. Federation MPK7 E21B44/06, E21B44/06. No. 2001113974/03; application 05/25/2001; Publ. 09/10/2002, Bul. No.10. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2183266C1/ru> - electronic resource
6. I.E.Ishemguzhin, V.Y.Yamaliev, V.V.Pashinsky, I.E. Ishemguzhin, M.N.Kozlov, S.V.Nazarov, E.M.Galeev, A.V.Lyagov. A method for regulating the optimal axial load on the bit during well drilling / pat. 2124125 Ros. MPK6 Federation E21B045/00, E21B044. No. 97103910/03; application 12.03.1997; publ. 12.12.1998, Issue No.5. URL: <https://doi.org/10.17122/ngdelo-2017-4-17-23> - electronic resource
7. V.Y. Yamaliyev, T.R.Salakhov, E.S.Imaeva. Device for assessing the condition of a pororazrushy tool: pat. 2335629 Ros. Federation MPK6 E21B44/00. No. 2006145009/03; declared on 12/18/2006; Publ. 10.10.2008, Issue No.28
8. Osnes S.M., Amundsen P.A., Weltzin T., Nyrnes E., Hundstad B.L. & Grindhaug G. MWD Vibration Measurements: A Time for Standarisation. SPE/IADC 119877 presented at SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition held in Amsterdam, The Netherlands, 17-19 March 2009.
9. Aadnoy B.S., Cooper I., Miska S.Z., Mitchell R.F. & Payne M.L. Advanced Drilling and Well Technology. United States of America: Society of Petroleum Engineers; 2009 URL: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-advanceddrillingandwelltechnology.pdf> - kitap.
7. V.Y. Yamaliyev, T.R.Salakhov, E.S.Imaeva. Device for assessing the condition of a pororazrushy tool: pat. 2335629 Ros. Federation MPK6 E21B44/00. No. 2006145009/03; declared on 12/18/2006; Publ. 10.10.2008, Issue No.28
8. Osnes S.M., Amundsen P.A., Weltzin T., Nyrnes E., Hundstad B.L. & Grindhaug G. MWD Vibration Measurements: A Time for Standarisation. SPE/IADC 119877 presented at SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition held in Amsterdam, The Netherlands, 17-19 March 2009.
9. Aadnoy B.S., Cooper I., Miska S.Z., Mitchell R.F. & Payne M.L. Advanced Drilling and Well Technology. United States of America: Society of Petroleum Engineers; 2009 URL: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-advanceddrillingandwelltechnology.pdf> - kitap.

Авторлар туралы мәлімет:

Тулегенова Ә.Н. – э.ғ.к., «Компьютерлік ғылымдар» БББ қауымдастырылған профессоры, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан, +7 707 284 7000, etulegenova80@mail.ru

Адранова А.Б. – PhD, «Компьютерлік ғылымдар» БББ қауымдастырылған профессоры, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан, +7 771 284 7200, aselhan.adranova@mail.ru

Ғалымжанқызы Ә. – т.ғ.м., «Компьютерлік ғылымдар» БББ, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан, +7 707 134 10 02, asem.galymzhankyzy@gmail.com

Әлиасқар Ә. – т.ғ.м., «Компьютерлік ғылымдар» БББ оқытушысы, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан, +7 747 404 55 27, asiia.aliaskar@gmail.com

Тулегенова Ә.Н. – к.э.н., ассоциированный профессор ОП «Компьютерные науки», Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г.Кызылорда, Казахстан, +7 707 284 7000, etulegenova80@mail.ru

Адранова А.Б. – PhD, ассоциированный профессор ОП «Компьютерные науки», Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г.Кызылорда, Казахстан, +7 771 284 7200, aselhan.adranova@mail.ru

Ғалымжанқызы А. – м.т.н., преподаватель ОП «Компьютерные науки», Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г.Кызылорда, Казахстан, +7 707 134 10 02, asem.galymzhankyzy@gmail.com

Алиасқар А. – м.т.н., преподаватель ОП «Компьютерные науки», Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г.Кызылорда, Казахстан, +7 747 404 55 27, asiia.aliaskar@gmail.com

Tulegenova E.N. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan, +7 707 284 7000, etulegenova80@mail.ru

Adranova A.B. – PhD, Associate Professor of the Department of Computer Science, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan, +7 771 284 7200, aselhan.adranova@mail.ru

Galymzhankyzy A. – Master of Technical Sciences, teacher of the Department of Computer Science, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan, +7 707 134 10 02, asem.galymzhankyzy@gmail.com

Aliaskar A. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan, +7 747 404 55 27, asiia.aliaskar@gmail.com



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).