

ӘОЖ 551:621.05

**БҰРҒЫЛАУ ҚҰРАЛЫН БЕРУДІ РЕТТЕУ ҮРДІСІН ОДАН ӘРІ ЖЕТІЛДІРУ
ҚАЖЕТТІЛІГІНІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ АЛҒЫШАРТТАРЫ**

Серікова Альмира Серікқызы

almira.serikova.95@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Механика-математика факультетінің 6В060300 – «Механика»
мамандығының магистранты, Нұр – Сұлтан, Қазақстан

Ғылыми жетекші – т.ғ.д., профессор ҚР ҰИА және РЖҒА академигі С.М. Ахметов

Бұл жұмыстың негізгі мақсаты бұрғылау бағаналарының механикалық тербелістерін кен жарғақ ашау беруді реттеу кезінде сигналдарды бұрмалаудың негізгі көзіретінде зерттеу болып табылады. Атап айтқанда, тербелістердің негізгі дифференциалды теңдеуін шығару мақсатында және тербелістердің тиімді мерзімдік циклін табу үшін қашау салдарынан кенжардың бұзылуы себепті ұңғыманың кенжарында пайда болатын тербелістерді модельдейміз. Бұл бұрғылау бағаналары тербелісінің кенжардағы осьтік жүктемеге

байланысты қашауды реттелмелі беру кезінде дәлсіздік дәрежесіне әсерін есепке алу үшін қажет [1,2,3].

Тау жыныстарының тұтқыр және серпімді реакциясын ескере отырып, тау жыныстарындағы бұрғылау бағаналарының тұрақты иілу тербелістерінің таралуын зерттейміз.

Бұрғылау бағанасы динамика тұрғысынан жұқа цилиндрлік құбыр пішіні негізінде бөлікті-тұрақты көлденең қимадағы ауыр және жеткілікті түрде серпімді көпб уынды тікөзек болып табылады. Өзек ұңғыманың кен жарына тіреледі. Ұңғыманың қабырғасын ацементтелген шегендеу бағанасымен фракциялық байланыс арнайы сақиналар арқылы жүзеге асырылады. Бұрғылау және бұрғылау бағаналарының тікелей фракциялық айланысын болдырмау (және құбырлардың үйкелуін болдырмау) үшін сақиналар арасындағы қашықтық сыни ұзындықтан аз болуы тиіс. Бұрғылау бағанасы жуатын сұйықтықтың төмен түсетін ағынын жоғарыдан оқшаулау үшін қызмететеді, ал роторлы бұрғылау жағдайында олайналмалы сәттерді қашауға беру үшін қызмет етеді. Қашауға түсетін тікжүктеме ұңғыманың кен жарында бұрғылау құбырларының ауырлық күші есебінен және оларды қажеттілігіне қарай бұрғылау лебедкасының тежегіш жүйесі көмегімен немесе құралды реттелмелі беруге арналған арнайы құрылғылармен ұстап тұру арқылы қол жеткізіледі.

Өзектегі σ_z тіккернеуі көлденең қиманың өзгеру нүктелерінде жән ефракциялық сақиналар орналасқан жерлерде ажыратылған z бөлікті-сызықтық функциясын білдіреді; z кезіндегі пропорционалды коэффициенті құбыр материалының лессалмағынатең. σ_z кернеуі – кен жарға жақын қысқыш, – және созушы – Жер бетін ежақын.

Бұрғылау бағанасында үш түрлі тербелістер орыналады: бойлық, иілу және айналдыру [4,5,6]. Тербелісжиілігі он мың герц-тен он герц-кедейін байқалады. Бұлтербелістердіңбұрғылауүрдісінеәсеріжеткіліктізерттелмеген.

Тау жынысын кесу кезінде пайда болатын тербелістердің математикалық моделін қарастырайық. Бұл модель бұрғылау бағанасы тербелісінің пайда болу механизмін түсіндіру үшін қызмететуі мүмкін.

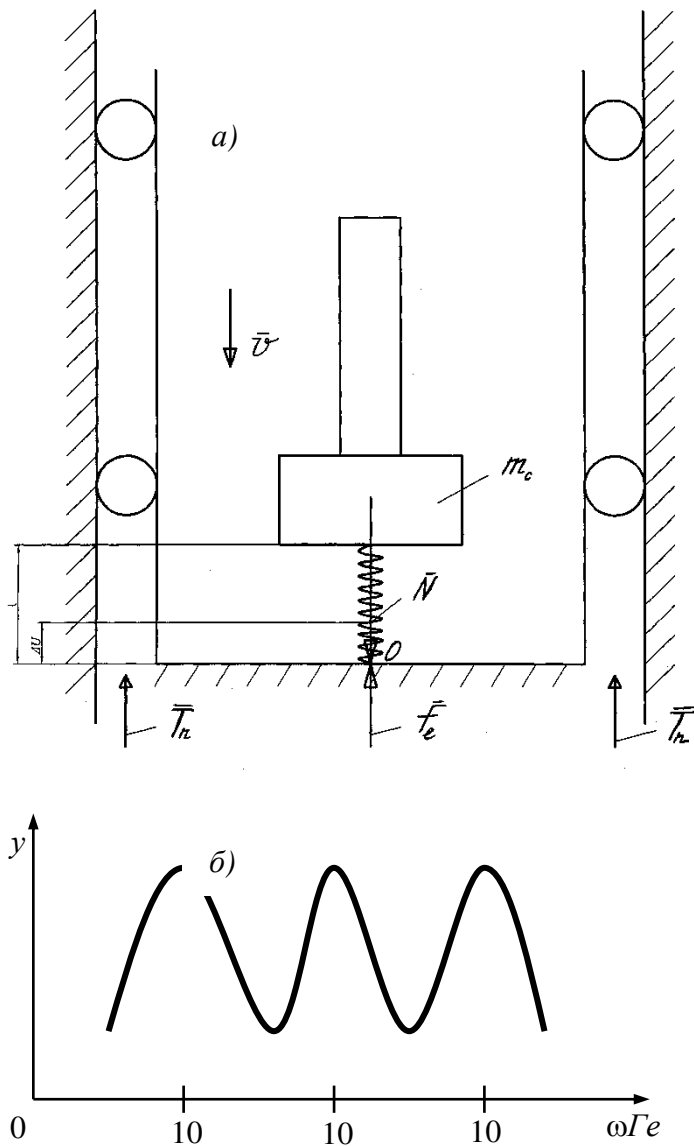
Кескішті жыныстың үлгісі бойымен қозғалатын және N қалыптық үштің бетіне қысылған кейбір шоғырланған нүктелік m_c , массасы ретінде қарастырамыз.

Шарт бойынша жыныстың үлгісі қозғалмаған түрде болады. Кескіш қозғалысы кескіштің қозғалуына әкелетін кейбір массивті серпімдіденемен (тіреумен) жалғанады. (1,асурет). Бұлдененіңкейбір 0 нүктесіөзараауысулардыесептеунүктесіретіндетандалған. 0 нүктесі $t > 0$ (мұнда t – уақыт) кезінде үлгі жазықтығының бойымен тұрақты V жылдамдықпен қозғалсын. Инерция күшінің, тіректің серпінді реакциясының және жыныс жағынан T_n кедергі күшінің әсерінен кескіштің қозғалысын анықтау қажет.

Тіректің серпімді реакциясы мынаған тең болады:

$$F_e = K \Delta u, \quad (1)$$

мұнда Δu - 0 нүктесіне қатысты кескіштің ығысуы; K -экспериментті түрде анықталатын серіппенің қаттылық коэффициенті.



Сурет 1. Тау жынысы мен қашаудың серпімді өзара әрекеттесуі үрдісінде бұрғылау бағанасының механикалық тербелістерін зерттеуге:

а) есептік сызба, б) үш жазық максимумы бар тербелістердің үш деңгейлі спектрлері

Жоғарыдағы (1) теңдеуде және одан әрідетек қана $\omega < c$ жиілігімен болатын тербелістер ғана есепке алынады, мұнда c – серіппедегі дыбыстың таралу жылдамдығы, l – серіппенің тән сызықтық өлшемі (егер, мысалы: $l = 5$ см, $c = 5 \times 10^5$ см, онда $\omega < 10^5$ герц). Басында, 0 нүктесінің орнын ауыстыру кезінде

$$T_n = T_{max}, \quad T_{max} = Ku_0, \quad u_0 = Vt_0, \quad (2)$$

болатыншекті жағдайға (бұзылу мен үзілудің алдында) қол жеткізгенге дейін кескіш үлгіге қатысты қозғалмайтын болады, мұнда u_0 – $t=t_0$ уақыт сәтіндегі шекті күйде 0 нүктесіне қатысты кескіштің ығысуы.

Мысалы, $t > t_0$ кезінде T_n кесу кедергісінің күші T_{max} аз болсын (мысалы, жергілікті орнықтылықты жоғалту және кесу алдында жергілікті динамикалық сызаттың таралуы салдарынан). Сонда, $t > t_0$ кезінде жыныстың қозғалмайтын үлгісіне қатысты кескіштің қозғалысы басталады; u арқылы әдетте кескіштің қозғалмайтын кескішке қатысты орын

ауысуын белгілейміз. Бұл ретте 0 нүктесіне қатысты кескіштің ығысу шамасы мынаған тең болады:

$$\Delta u = V t - u = V(t - t_0) - u + u_0. \quad (3)$$

$t > t_0$ кезінде кескіштің қозғалыс теңдеуі барлық күштің әсерінен (1) - (3) негізінде келесідей өрнектеледі:

$$m \frac{d^2 u}{dt^2} = KV(t - t_0) - Ku + T_{\max} - T_n. \quad (4)$$

Серпимді-пластикалық және осал материалдарды кесудің осал режимі үшін T_n шамасы кейбір мерзімді ара тәрізді u функциясы болады. $0 < u < a$, $\dot{u} \geq 0$ кезінде осы функцияның келесі сызықтық аппроксимациясын қабылдаймыз

$$T_n = T_{\min} + \frac{T_{\max} - T_{\min}}{a} u. \quad (5)$$

Ендігі кезекте (5)-ті (4)-ке қойып, бастапқы шартты қолдана отырып, алынатын сызықты теңдеуді шеше отырып: $t=0$ кезінде $u=0$, $\dot{u}=0$. Мұнда $t_0 \leq t < t_0 + \tau$ кезінде төмендегіні табамыз:

$$u = \frac{KV}{m\omega^3} \left(tg\varphi + \omega(t - t_0) - \frac{\sin(\omega(t - t_0) + \varphi)}{\cos\varphi} \right), \quad (6)$$

$$\dot{u} = \frac{KV}{m\omega^2} \left(1 - \frac{1}{\cos\varphi} \cdot \cos(\omega(t - t_0) + \varphi) \right), \quad (7)$$

мұнда ω – тербеліс жиілігі, φ – тербеліс фазасы.

Ал, a және ω алдын ала белгісіз шамаларды табу үшін келесі екі кезеңділік шарты қызмет етеді:

$$u(t_0 + \tau) - u(t_0) = a, \quad \dot{u}(t_0 + \tau) = 0, \quad (8)$$

мұнда τ - тербеліс кезеңі.

(2.6) негізінде бұл шарттар келесі түрді қабылдайды

$$a = \frac{KV}{m\omega^3} \left(tg\varphi + \omega\tau - \frac{\sin(\omega\tau + \varphi)}{\cos\varphi} \right), \quad (9)$$

$$\cos(\omega\tau + \varphi) = \cos\varphi. \quad (10)$$

Енді $\dot{u} \geq 0$ қажетті шарты (10) теңдеуінің жалғыз шешімімен қанағаттандырылатын тікелей графикалық құрылысты көрсету оңай

$$\omega\tau = 2(\pi - \varphi). \quad (11)$$

Осы жерден $\omega\tau$ -ні (9) теңдеуіне қойып, сонда аламыз:

$$a = \frac{2KV}{m\omega^3} (\pi + tg\varphi - \varphi) \quad (12)$$

(2.7) және (2.12) теңдеуінен a тербеліс жиілігін және $u(t)$ орын ауыстыруын іздеу үшін қызмет ететін келесі трансцендентті теңдеуді аламыз:

$$\frac{\lambda_n^3}{2(\lambda_n^2 - a^2)} = \pi - \arctg\lambda_n + \lambda_n. \quad (13)$$

Мұнда λ_n және a - келесі өлшемсіз параметрлер

$$\lambda_n = \frac{\omega}{KV} (T_{\max} - T_{\min}), \quad a = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{V\sqrt{km}}, \quad (14)$$

мұнда $0 < \lambda_n < \infty$, $0 < \arctg \lambda_n < \frac{\pi}{2}$, $0 < a < \infty$.

Ал, $\lambda(a)$ функциясы келесі екі асимптотаға ие болады:

$$\begin{aligned} \lambda_n &= a + a^2/(4\pi), & a \rightarrow 0 \text{ кезінде,} \\ \lambda_n &= \sqrt{2}a - \pi/4 + O(a^{-1}) & a \rightarrow \infty \text{ кезінде.} \end{aligned} \quad (15)$$

Енді (14) арқылы тербелістердің ықтимал жиіліктерінің диапазонын анықтаймыз

$$\omega_f \leq \omega \leq \sqrt{2}\omega_f, \quad (16)$$

мұнда $\omega_f = \frac{k}{m}$ – дегеніміз k қаттылығы бар серіппедегі m нүктелік массасының еркін тербелістерінің жиілігі (яғни модельдің сызықтығы салдарынан кескіштің еркін тербелістері өзгереді).

Келесіде, (13) теңдеуі көмегімен бұрғылау бағанасы тербеліс параметрлерінің тұрақтылығы мен тұрақсыздығын оңай анықтауға болады:

$0 < \lambda_n < 0,91$ кезінде – тұрақсыздық;

$0,91 < \lambda_n < \infty$ кезінде – тұрақтылық.

Кесу кезінде пайда болатын тербелістерді талдау кесу үрдісінде үш жазық максимумы бар тербелістердің үш деңгейлі спектрлері пайда болатынын көрсетеді (1 суретті қараңыз). Спектрдің ұқсас бейнесі ұңғыманың кенжарында бұрғылау салдарынан туындайтын бұрғылау құбырларының тербеліс спектрін жазу кезінде экспериментті түрде байқалады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Баграмов Р.А. Буровые машины и комплексы / Учебник для вузов.- М.: Недра, 1988.- С.: 169-172, рис.XI.1.
2. Пановко Я.Г. Устойчивость и колебание упругих систем. - М.: Наука, 1967. – 223 с.
3. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. - М.: Наука, 1967. – 297 с.
4. Сериков Т.П., Ахметов С.М., Кенжебеков Н.М., Ахметов Н.М. Регулятор подачи долота буровой установки и муфта, используемая в приводе регулятора. – Описание изобретения по Патенту РК №А(KZ) 9152. – Оpubл. вбюл. №6. – 2000г.
5. Ахметов Н.М., Медетов Ш.М. О повышении технико-экономических показателей бурения за счет совершенствования технических средств подачи долота // Поиск – Серия естественных и технических наук, 2008, №2. – С.: 67-75.
6. Ахметов С.М., Ахметов Н.М., Медетов Ш. Результаты экспериментальных исследований параметров регулятора подачи долота буровых установок методом регрессионного анализа целевой функции. - Вестник АИНГ, 2008. - №2. – С.: 149-157.