



INSON TANASINI MURAKKAB MEXANIK SISTEMA KO'RINISHIDA MODELLASHTIRISH

Gulara Abdieva [0009-0001-2542-0074], Tulkin Mavlonov [0009-0005-3902-5074]

Abdieva G.B. - TVPYAMO'MM «Amaliy fanlar va maktabdan tashqari ta'lim metodikasi» kafedrası mudiri PhD., **Mavlanov T.M.** - Nazariy va qurilish mexanikasi kafedrası professori., t.f.d.

Annotatsiya. Maqolada kichik tebranma harakatlarda, ya'ni tebranish chastotasi 100 Gs dan kichik bo'lganda, odam tanasini qovushqoq-elastik jism deb qarash mumkin. Shunga asoslangan holda inson tanasida ro'y beradigan titrashlarni qovushqoq-elastiklik nazariyasiga ko'ra tadqiq etilgan. Masalani yechish integro-differensial tenglamalarga keltirilgan va bu tenglamalar sonli usul bilan yechilgan. Masalani yechish natijasida inson tanasidagi amplituda-chastotik xarakteristikalar aniqlanadi.

Kalit so'zlar: tebranish chastotasi, tebranish chastotasi, integro-differensial, amplituda, elastik.

Аннотация. В статье, при малых колебаниях при частоте ниже 100 Гц, тело человека можно рассматривать как вязкоупругая среда. На этом основании при моделировании тело человека использована классическая теория вязко упругости. При этом тело подвергается под вибрационными воздействиями. Математическая модель поставленной задачи сводится к системе интегро-дифференциальных уравнений, которая решена численным методом. В результате решения поставленной задачи определены амплитудно-частотные характеристики тело человека.

Ключевые слова: частота колебаний, частота колебаний, интегро-дифференциальная, амплитуда, эластичная.

Abstract. In the article, with small fluctuations at a frequency below 100 Hz, the human body can be considered as a viscous-elastic medium. On this basis, the classical theory of viscoelasticity was used in modeling the human body. In this case, the body is exposed to vibration. The mathematical model of the problem is reduced to a system of integro-differential equations, which is solved by the numerical method. As a result of solving the problem, amplitude-frequency characteristics of the human body are determined.

Keywords: oscillation frequency, oscillation frequency, integral-differential, amplitude, elastic

Kirish

Inson tanasini bir necha qismlardan iborat bo'lgan mexanik sistema deb qarash mumkin [1]. Bu mexanik tizim deformatsiyalanuvchan qismlardan tashqari bir nechta pay va tugunlardan tashkil topgan bo'lib, ular harakat vaqtida o'zaro ta'sirda bo'ladi. Bu ta'sir tananing har bir a'zosiga ta'sir ko'rsatadi. Bunday mexanik tizimni tadqiq etish uchun tananing har bir qismi uchun harakatning differensialtenglamalari hosil qilinadi. Buning uchun tananing inersion xarakteristikalar berilgan bo'lishi kerak. Bunday xarakteristikalar [1] ishda keltirilgan bo'lib ushbu maqolada undan foydalanilgan.

Inson tanasi chastotasining xarakteristikasi insonni himoyalashni eng yaxshi himoya qilishni ta'minlaydi. Shuning bilan birgalikda titrashlarni himoya qiluvchi yangi mashinalar, uskunalarni loyihalashda, titrashlarning gigienik normalarini ishlab chiqishda, ekvivalent mexanik modellarni qurishda yetarli ahamiyatga ega.

Hamma xarakteristikaga ega bo'lgan modellar qurish to'laqonli tajribalar o'tkazish zarur hisoblanadi. Bunda inson tanasi bir necha jismlardan iborat bo'lib, ular o'zaro prujinalar hamda dempferlar yordamida bog'langan. Bunda inson tanasini xarakterlovchi parametrlar tajribalardan aniqlanadi. Tajriba o'tkazish uchun insonga mos keladigan manekenlar ishlab chiqish zarurati kelib chiqadi.

Uslubiyat

Modellashtirishning asosiy prinsipi odam tanasi bilan manekenni xarakteristikalarini o'ta yaqinligi talab qilinadi. Matematika nuqtai nazardan bu masalani yechish murakkab



masala emas. Ushbu masala oradagi farqni yanada kamytirish uchun xatolarni minimumga keltirishga bag'ishlangan. Bunday baholashga asosan masala quyidagicha qo'yiladi. Xatolik mezoniga ko'ra $Y-Y^k$ ko'rinishdagi funksional tanlanadi. Bu yerda Y^k ob'ektning dinamik xossalarini belgilaydi va tajribadan topiladi. $|Z(i\omega)|$ va $\varphi(\omega)$ mos ravishda inson tanasining mexanik impedansi va fazasi; mexanik impedansi va fazasi grafik yoki jadval ko'rinishida berilgan inson tanasining dinamik modelini qurish talab etiladi

Qaralayotgan mexanik sistema uchun qovushqoq-elastiklik nazariyasiga asoslangan holda sistema harakatining differensial tenglamalarini keltirib chiqaramiz. Dastlab o'zaro ta'sirini aniqlovchi qonuniyatlari topiladi. Shundan keyin ma'lum chegaraviy shartlar yordamida hosil qilingan tenglamalar yechiladi va olingan natijalar tahlil qilinib, uning inson tanasi qismlariga ta'siri aniqlanadi. Ushbu masala juda murakkab bo'lib, o'ziga xos bo'lgan ilmiy yo'nalish bo'yicha izlanishlar olib borishni talab etadi.

Odam tanasi qismlarining qovushqoq-elastiklik xususiyatini hisobga olgan holda, qo'yilgan dinamik masala [2] ga asosan

$$\ddot{T}(t) + 2b\dot{T}(t) + \lambda^2 T(t) + \gamma T^3(t) = \lambda^2 \int_0^t \Gamma(t-s)T(s)ds + \gamma \int_0^t \Gamma_1(t-s)T^3(s)ds + f(t); \quad (1)$$

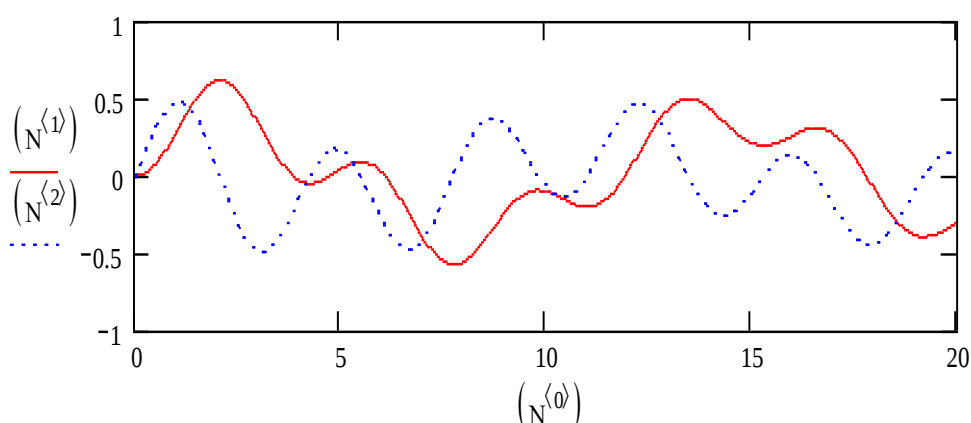
$$T(t=0) = T_0; \quad \dot{T}(t=0) = \dot{T}_0$$

ko'rinishdagi integro-differensial tenglamalar sistemasini yechishga keltiriladi. Bu sistemani yechish uchun yuqorida keltirilgan usul, ya'ni «Mathcad» va «Maple» matematik dasturlarni foydalanish kerak. Aniq misollar ko'rinishida inson tansi qismlaridati titrashlar natijasida mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan tebranma harakatlar [2,3] ishlarda batafsil keltirilgan integro-differensial tenglamalar bilan ustma-ust tushganligi uchun ularni yechish usuliga to'xtalmaymiz.

Sonli tajribalar o'tkazish asosida qovushqoqligini ifodalovchi A parametrni tebranma harakat amplitudasiga ta'sirini o'rganilgan. Inson a'zolari ustida tajriba o'tkazish imkoniyati mavjud bo'lmaganligi uchun aniq manbalardan, jumladan [1] ishda keltirilgan tajriba natijalardan foydalanilgan. Qovushqoqlik koeffitsientining turli qiymatlarida ($A=0,02$; $A=0,08$; $A=0,12$; $A=0,189$) tebranma harakat amplitudasini xarakterlovchi $N(t)$ funksiyani o'zgarish qonunini ifodalovchi egri chiziqlar olingan. Bu egri chiziqdardan qovushqoqlik koeffitsientini ma'lum miqdorda o'sishi harakatning muqobillashishiga olib keladi. Tajribalar natijalariga asoslanib, $0 < A < 0,26$ ekanligini ta'kidlab o'tish joiz.

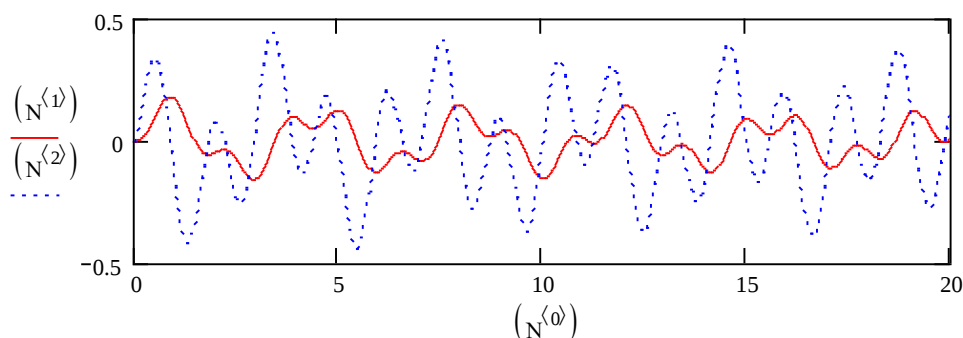
Tashqi kuch chastotasining tebranma harakat amplitudasiga ta'sirini o'rganamiz. Buning uchun tashqi kuch chastotasining turli qiymatlarida tebranma harakat amplitudasini hisoblaymiz va natijalarni grafiklar ko'rinishida ifodalaymiz. Olingan egri chiziqlar 1-rasmda keltirilgan.

a)

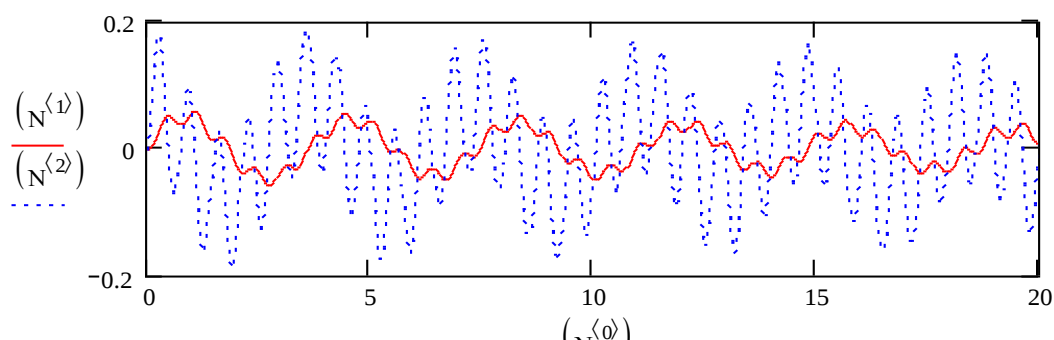




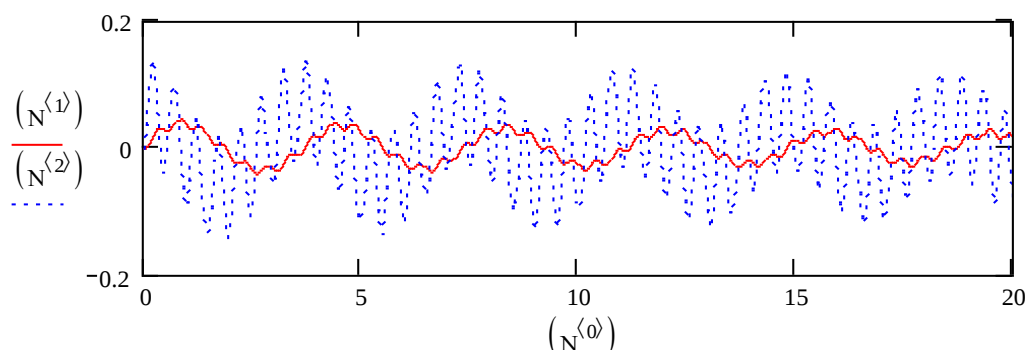
b)



v)



g)



1-rasm. Tashqi kuch chastotasining turli qiymatlarida (a) $p=0,5$; b) $p=4,5$; v) $p=9,5$; g) $p=12,5$ tebranma harakat amplitudasi o'zgarishini ifodalovchi egri chiziqlar.

Bu egri chiziqlardan tebranma harakat amplitudasining tashqi kuch chastotasiga bog'liqligi ko'rinib turibdi. Chastotaning o'sishi tebranma harakatning ravonlashishiga olib keladi.

Tashqi kuch chastotasining tebranma harakat amplitudasiga ta'sirini o'rganamiz. Buning uchun tashqi kuch chastotasining turli qiymatlarida tebranma harakat amplitudasini hisoblaymiz va natijalarni grafiklar ko'rinishida ifodalaymiz. Bu egri chiziqlardan tebranma harakat amplitudasining tashqi kuch chastotasiga bog'liqligi ko'rinib turibdi.

Ko'chishlar aniqlangandan so'ng, tebranma harakatni xarakterlovchi barcha parametrlarni jumladan, tebranma harakat amplitudasi, chastotasi va kuch aniqlanadi. Olib borilgan nazariy va amaliy izlanishlar natijasida olingan sonli natijalar asosida mexanik tizimni loyihalashda va undagi xususiy chastotalarini aniqlash, amplitudaning keskin o'sishiga yo'l qo'ymaslik, hamda rezonans zonasida davomli harakatini cheklash kabi ishlarni amalga oshirish mumkin. Yuqorida keltirilgan grafiklarda tebranishlarning vaqt birligi ichida o'zgarishini ifodalovchi egri chiziqlar keltirilgan. Ulardan ko'rinib turibdiki, qovushqoqlik xususiyatini hisobga olish ko'chishlarning kamayishiga olib keladi.



Shuningdek qovushqoqlik xususiyatini hisobga olish harakatining stabillashiga olib keladi. Bundan tashqari qovushqoqlik xususiyatini hisobga olishlik dinamikani nazariy jihatdan tadqiq etish jumladan, jismni xarakterlovchi mexanikaviy xarakteristikalarini ratsional qiymatlarini aniqlash imkoniyatini beradi.

Xulosa

Shuni ta'kidlash joizki taklif etilgan usul bilan nafaqat tebranishlarni inson faoliyatiga ta'sirini, shuningdek to'qimachilik mashinalari elementlarini, mashinasozlik konstruksiya elementlarini ham titrashlarga hisoblash imkoniyatini beradi. Bunda ta'sir etayotgan kuch ixtiyoriy, jumladan ossillogramma ko'rinishida ham berilishi mumkin.

Inson tanasini qovushqoq-elastiklik xususiyatlarini hisobga olgan holda modellashtirish va ularga kirgan parametrlar aniqlandi.

1. Inson tanasi qismlarining qovushqoq-elastiklik xususiyatini hisobga olgan holda, qo'yilgan dinamik masala integro-differensial tenglamalar sistemasiga keltirildi.
2. Hosil qilingan integro-differensial tenglamalar sistemasini sonli usul bilan yechish uchun «Mathcad» va «Maple» matematik dasturlarni foydalanildi. Aniq misollar ko'rinishida inson tanasi qismlarida titrashlar natijasida mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan tebranma harakatlar tadqiq etildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- [1]. Фролов К.В. Вибрации в технике. М.: "Машиностроение". 1981 6 том, 456 с.
- [2]. Мавланов Т. Разработка методов и алгоритмов расчета оболочечных конструкций с учетом структурной неоднородности и взаимодействия с различными средами. Ташкент 2020.-200 с.
- [3]. Abdieva G.B. Tizimli xavfsizlik masalalari T.2023 y. Monografiya.154 b.
- [4]. Абдиева Г.Б., Мавланов Т. Практическое моделирование динамических систем с вязкоупругими гибкими нитями. г.Курск., Материалы Международной научно-технической конференции. 2-3 октября 2015 года, 123-124 с.
- [5]. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2 изд. испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 320 с.
- [6]. Хакимзянов Г.С., Чубаров Л.Б., Воронина П.Б. Математическое моделирование. – Новосибирск, РИТЦ НГУ, 2014. – 263 с.
- [7]. Ашихмин В.Н., Гитман И.Б., Келлер И.Э. и др. Введение в математическое моделирование. - М.: Логос, 2005. – 440 с.
- [8]. Lawson D. Marion G. An introduction to mathematical modeling. 2008. <http://people.maths.bris.as.uk>
- [9]. Kuznetsov Iu.A. Mathematical modelling of biological processes. Nizhni Novgorod. 2015. www.unn.ru/books/met-files/kuznetsov_IuA_IEE_01.pdf
- [10]. Moghadas S.M., Taberi-Douraki M. Mathematical modelling. A graduate textbook. John Wiley and Sons, Inc. 2019.
- [11]. Heinz Stefan. Mathematical modelling. Springer.2011. www.twirpx.com.
- [12]. Yormatov G'.Yo. va boshqalar. Hayot faoliyati xavfsizligi. –T.: "Aloqachi", 2009 yil. – 348 b.
- [13]. Yormatov G'.Yo. va boshqalar. Hayot faoliyati xavfsizligi. O'quv qo'llanma. -T.: 2005.
- [14]. O'. Yo'ldoshev va boshqalar. Mehnatni muxofaza qilish. -T.: Mehnat, 2005.
- [15]. G'oyipov H.E. Hayot faoliyati xavfsizligi. –T.: "Yangi asr avlodi", 2007 yil. – 264 b.



- [16]. Безопасност жизнедеятельности. /Под.ред. Михайлова Л.А. Киев – Минск, 2007. 301 с.
- [17]. Белов С. В. и др. "Безопасность жизнедеятельности", "Высшая школа" , -М.: 1999.