TEMIR YO‘L PLOTNO QISMINI BALANDLIKKA KO‘TARISH ORQALI BINO VA INSHOOTLARDAGI TO‘LQIN TARQALISH DARAJASINI KAMAYTISH

Tillaboyev.Yo.K
Namangan davlat texnika universiteti
Abdujabborov A.A
Namangan davlat texnika universiteti
E-mail: alisherabdujabborov4@gmail.com

Annotatsiya. Temir yo‘l poyezdlari harakatidan hosil bo‘ladigan tebranish to‘lqinlarining bino va inshootlarga tarqalish darajasini kamaytirish maqsadida temir yo‘l liniyasining joylashishi ikki xil konstruktiv usul orqali (1-yo‘l joylashishi balandligi standart mayor qoidalariga muvofiq, o‘zgartirilmagan holda; 2- polotno 2 metr balandlikka ko‘tarma qilib, shag‘al grunt bilan mustahkamlab) loyihalangan hamda 2 xil usulda olingan natijalar bir - biri bilan solishtirilgan. Masalani yechish uchun chekli elementlar usuli qo‘llanilgan. Maqolada noto‘g‘ri tetraedr shaklidagi chekli elementlardan foydalanilgan.

Kalit so‘zlar temir yo‘l, chekli elementlar usuli, grunt, elastiklik nazariyasi, elastik to‘lqinlar, tebranish, chegara shartlari, tezlik, amplituda.

Аннотация. С целью уменьшения степени распространения колебательных волн, создаваемых движением железнодорожных поездов, на здания и сооружения, размещение железнодорожной линии осуществляется двумя конструктивными способами (1-высота размещения пути в соответствии со стандартными правилами майора, без изменения; 2-полотно проектировалось с насыпями высотой 2 метра, укрепленными гравийным грунтом) и сравнивались результаты, полученные двумя различными способами. Для решения задачи был применён метод конечных элементов. В статье использованы конечные элементы неправильной тетраэдрической формы.

Ключевые слова: железная дорога, метод конечных элементов, грунт, теория упругости, упругие волны, колебание, граничные условия, скорость, амплитуда.

Abstract. In order to reduce the degree of propagation of vibrational waves generated by the movement of railway trains to buildings and structures, the placement of the railway line is carried out by two different structural methods (1 - without changing the height of the track placement according to standard major rules; The 2nd canvas was designed with a 2-meter embankment, reinforced with gravel soil) and the results obtained by 2 different methods were compared with each other. The finite element method was used to solve the problem. In the article, finite elements in the form of an irregular tetrahedron were used.

ISSN 3030-3907

Keywords: railway, finite element method, soil, elasticity theory, elastic waves, vibration, boundary conditions, velocity, amplitude.

Kirish.

Temir yo‘l poyezdlari harakati natijasida yuzaga keladigan dinamik yuklamalar grunt qatlamida tebranish to‘lqinlarini hosil qiladi va ular yaqin hududlardagi bino hamda inshootlarga tarqaladi. Ushbu tebranishlar, ayniqsa, zich qurilgan shahar hududlarida, turar-joy binolarida, sanoat obyektlarida hamda muhandislik inshootlarida noqulayliklar yoki konstruktiv xavflarni yuzaga keltirishi mumkin. Tebranishlarning tarqalish darajasi gruntning mexanik xususiyatlari, polotnoning konstruktiv shakli, poyezdning tezligi va og‘irligiga bevosita bog‘liq bo‘ladi [1].

Temir yo‘l polotnosini balandroq darajaga ko‘tarish (ko‘tarma yo‘l qurish) ushbu tebranishlarni kamaytirishga qaratilgan samarali konstruktiv yechimlardan biri sifatida ko‘rib chiqiladi. Polotnoning balandligini oshirish natijasida poyezd yuklamalarining gruntga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’siri kamayadi, chunki dinamik energiyaning bir qismi ko‘tarma konstruksiyaning o‘zi tomonidan yutiladi yoki so‘riladi. Bunda to‘lqinlarning gruntga kirish burchagi o‘zgaradi, bu esa ularning tarqalish yo‘nalishi va intensivligiga ta’sir qiladi [2].

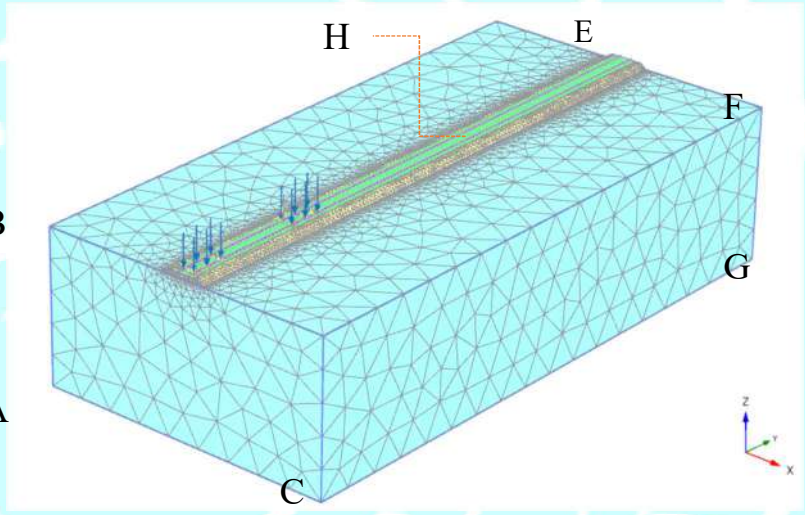
Ko‘tarma polotno konstruksiyasi gruntning yumshoq qatlamlaridan yuqoriroqda joylashgani sababli tebranish energiyasining yer osti qatlamlariga chuqur kirib borishi cheklanadi. Natijada to‘lqin amplitudasi hamda ularning ta’sir radiusi sezilarli darajada kamayadi. Shuningdek, balandlikka ko‘tarilgan polotnoda qo‘llaniladigan zichlashtirilgan asosiy qatlamlar, drenaj tizimlari va mustahkamlovchi qatlamlar tebranish energiyasining bir qismini so‘rib, uning lateral (yonlamasına) tarqalishini ham chegaralaydi [3].

Shu bilan birga, baland polotno konstruksiyasining qo‘shimcha afzalliklaridan biri - poyezd harakati barqarorligining oshishi, yo‘l geometriyasining mustahkamlanishi va ekspluatatsion ishonchlilikning yuqorilashidir.

Metodologiya. Bu omillar tebranishlarning kamayishi bilan birga temir yo‘l infratuzilmasining umumiy barqarorligini oshiradi [4].

Umuman olganda, temir yo‘l polotnosini balandlikka ko‘tarish poyezd harakati natijasida kelib chiqadigan tebranish to‘lqinlarining bino va inshootlarga tarqalishini sezilarli darajada kamaytiruvchi samarali texnik yondashuv hisoblanadi. Ushbu yechim ilg‘or davlatlar tajribasida shahar infratuzilmasini modernizatsiya qilishda keng qo‘llanilmoqda hamda tebranish yuklamalarini boshqarishning muhim elementlaridan biri sifatida e’tirof etiladi [4].

ISSN 3030-3907



1-rasm. Tebranish yuklamalarini boshqarish grafigi

D

$$\text{ABEH da } \left.\begin{matrix}\sigma_x = a\rho V_p \dot{u}\\ \tau_{xy} = b\rho V_s \dot{v}\\ \tau_{xz} = b\rho V_s \dot{w}\end{matrix}\right\}, \qquad \text{DCFG da } \left.\begin{matrix}\sigma_x = -a\rho V_p \dot{u}\\ \tau_{xy} = -b\rho V_s \dot{v}\\ \tau_{xz} = -b\rho V_s \dot{w}\end{matrix}\right\},$$

$$\text{ABCD da } \left.\begin{matrix}\sigma_y = a\rho V_p \dot{v}\\ \tau_{yz} = b\rho V_s \dot{w}\\ \tau_{yx} = b\rho V_s \dot{u}\end{matrix}\right\}, \qquad \text{EFGH da } \left.\begin{matrix}\sigma_y = -a\rho V_p \dot{v}\\ \tau_{yz} = -b\rho V_s \dot{w}\\ \tau_{yx} = -b\rho V_s \dot{u}\end{matrix}\right\},$$

$$\text{ADHG da } \left.\begin{matrix}\sigma_z = a\rho V_p \dot{w}\\ \tau_{zy} = b\rho V_s \dot{u}\\ \tau_{zy} = b\rho V_s \dot{v}\end{matrix}\right\}. \qquad (2)$$

Kinematik munosabatni quyidagicha shakllantirish mumkin [5-8]:

$$\varepsilon = Lu \qquad (3)$$

L^T transpozitsiya hisoblanadi sifatida aniqlanadigan differentsial operator

$$L^T = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial y} & 0 & \frac{\partial}{\partial z} \\ 0 & \frac{\partial}{\partial y} & 0 & \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial z} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial z} & 0 & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial x} \end{bmatrix} \qquad (4)$$

Muammoni hal qilish uchun biz chekli elementlar usulidan foydalanamiz. Muammoni hal qilish maydonining cheklovchi dinamik modeli 1-rasmda ko‘rsatilgan.

Dinamik yuk ta’sirida hajmning harakatlanish vaqtiga bog‘liq bo‘lgan asosiy tenglama quyidagicha ifodalanadi:

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = F, \qquad (5)$$

bu yerda M –massa matritsasi, u –siljish vektori, C –damping matritsasi, bu ham chegara shartlarini hisobga oladi , K –qattiqlik matritsasi, F –yuk vektori. Siqilish u, tezlik $\dot{u}$ va tezlanish $\ddot{u}$ vaqt o‘tishi bilan o‘zgarishi mumkin tenglamadagi so’nggi ikkita had ($Ku = F$) statik deformatsiyaga to‘g‘ri keladi.

ISSN 3030-3907

Bu yerda nazariya chiziqli elastiklik asoslarida tavsiflanadi. Biroq, asosan, barcha modellarda dinamik tahlil qilish uchun foydalanish mumkin. Gruntning holati ham quritilishi, ham quritilmasligi mumkin. (O‘rganish maydonchalarida ma’lumot olish uchun yer osti suvlari darajasi bo‘lishi mumkin yoki bo‘lmasligi mumkin.) Plaxis 3D dasturida siz suv sathining mavjudligi va suvning yo‘qligi bilan bog‘liq muammolarni hal qilishingiz mumkin. Keyingi holatda, yer osti suvlarining katta miqdordagi qattiqligi, statik hisoblash uchun bo’lgani kabi, **K** qattiqlik matritsasiga qo’shiladi [9].

M matritsasida materiallarning massasi (grunt + suv + har qanday konstruktsiya) hisobga olinadi.

Dinamikani raqamli ifodalashda vaqt integratsiyasini shakllantirish hisoblash jarayonining barqarorligi va aniqligi uchun muhim omil hisoblanadi. Aniq va noaniq integratsiya - bu odatda ishlatiladigan ikkita vaqt integratsiyasi sxemasi hisoblanadi. Aniq integratsiyaning afzalligi shundaki, uni tuzish nisbatan sodda. Ammo hisoblash jarayoni unchalik kuchli yemas va u vaqt qadamiga jiddiy cheklovlar qo’yadi. Noaniq integratsiya usuli ancha murakkab, ammo u yanada ishonchli (barqarorroq) hisoblash jarayonini va odatda aniqroq yechimni ishlab chiqaradi [10].

Newmarkning noaniq vaqt integratsiyasi sxemasi tez-tez ishlatiladigan usul hisoblanadi. Ushbu usul bilan **t+Δt** vaqtidagi siljish va tezlik mos ravishda quyidagicha ifodalanadi:

$$u^{t+\Delta t} = u^t + u^t\Delta^t + \left(\left(\frac{1}{2}-\alpha\right)u^t + \alpha u^{t+\Delta t}\right)\Delta t^2 \quad (6)$$

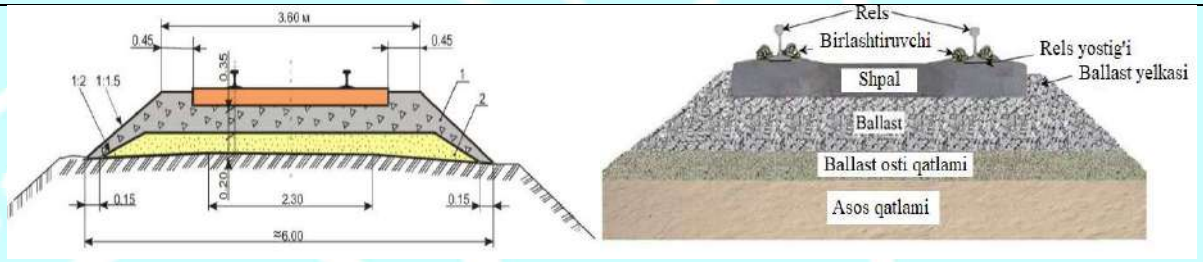
$$u^{t+\Delta t} = u^t + \left(\left(1-\beta\right)u^t + \beta u^{t+\Delta t}\right)t\Delta \quad (7)$$

Yuqoridagi tenglamalarda vaqt pog’onasi. va koeffitsientlari raqamli vaqt integratsiyasining aniqligini tavsiflaydi.

Noaniq vaqt integratsiyasi bilan 7 -tenglamani vaqt qadamining oxirida qabul qilinadi $(t+\Delta t)$:

Ballast qatlami hosil qilishda temir yo‘l qurilishi normalari asosida quyidagi chizmadan foydalanildi. (1-rasm) Unga ko‘ra grunt ustida 20 sm qum va 40 sm zichlangan chaqiqtosh bo‘lib, uning ustiga shpal loyihalanadi. Temir yo‘lda har bir oyog‘ida o‘z og‘irligi bilan 23 tonna bo‘lgan poyezd harakatlanadi.

ISSN 3030-3907



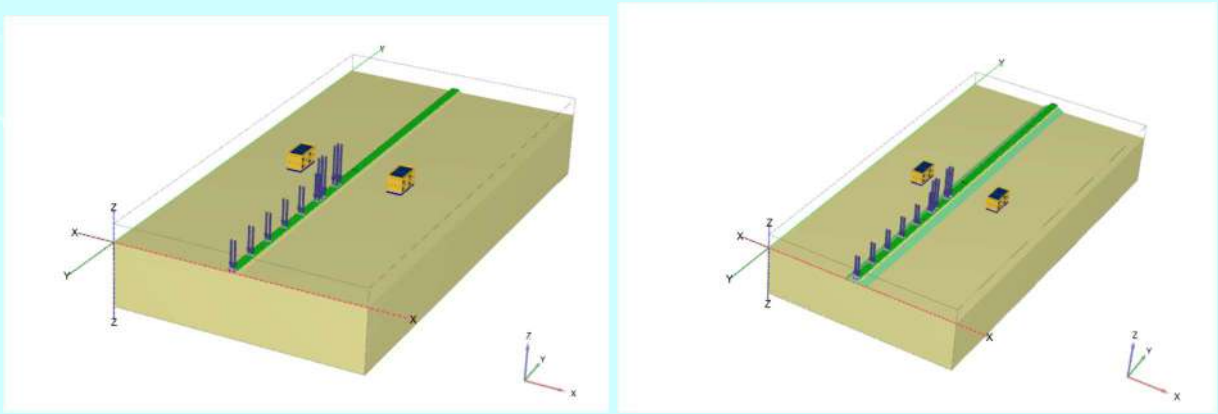
a) Temir yo‘l ballast qismini loyixalash sxemasi	*b) temir yo‘l ballast qisminng ko‘ndalang qirqim ko‘rinishi*

2-rasm. Temir yo‘l ballast qismining loyihalash sxemasi va ko‘ndalang qirqimi.

Temir yo‘l poyezdlari harakatidan hosil bo‘ladigan tebranish to‘lqinlarining bino va inshootlarga tarqalish darajasini kamaytirish maqsadida temir yo‘l liniyasining joylashishi ikki xil konstruktiv usul orqali loyihalangan hamda 2 xil usulda olingan natijalar bir - biri bilan solishtirilgan:

1. Birinchi usul: Yo‘l joylashishi balandligi standart mayor qoidalariga muvofiq, o‘zgartirilmagan holda. Bu holda polotno grunt ustida to‘g‘ridan - to‘g‘ri joylashadi va tebranishlarning tarqalish xususiyatlari mavjud standart sharoitlarda tahlil qilinadi.

2. Ikkinchi usul: Polotno 2 metr balandlikka ko‘tarma qilib, shag‘al grunt bilan mustahkamlab loyihalangan. Ushbu yechim tebranishlarning grunt orqali tarqalishini kamaytirishga qaratilgan bo‘lib, polotno balandligi oshirilishi natijasida dinamik yuklamalar energiyasining bir qismi konstruktsiya tomonidan so‘riladi va lateral hamda vertikal tarqalish kamayadi.



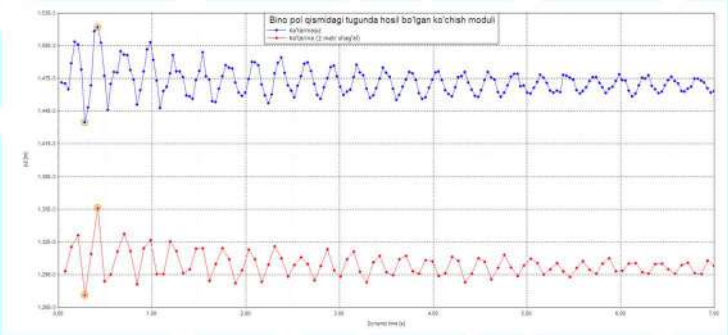
a) **b)**

3- a va b - rasmlar. Temir yo‘l liniyasining joylashishi ikki xil usul bilan a) standart meyor qoidalariga muvofiq loyihalangan; b) polotno 2 metr balandlikka ko‘tarma qilib, shag‘al grunt bilan mustahkamlab loyihalangan tasviri.

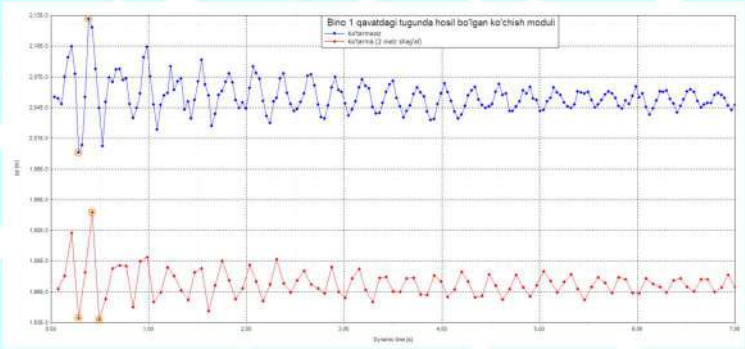
Tahlil modeli sifatida tuproq asosi eni 80 m, uzunligi 200 m va chuqurligi 40 m bo‘lgan grunt sohasi olingan. Ushbu bo‘limda polotno balandligini oshirmasdan (standart) va 2 metr ko‘tarma polotno bilan loyihalangan holda bino

ISSN 3030-3907

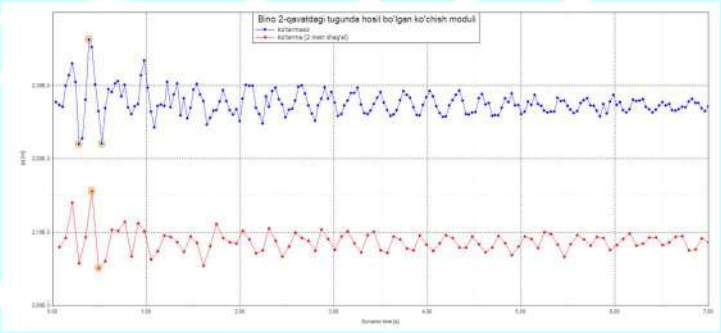
tugunlarida hosil bo‘lgan ko‘chish modullari hamda to‘lqin tarqalish tezlik va tezlanish farqlari tahlil qilingan. Olingan natijlar quyidagicha:



a)



b)



c)

4 – a, b va c - rasmlar. Kotarmasiz hamda kotarma qilingan holdagi bino a) pol qismidagi; b) 1- qavatdagi; c) 2-qavat qavatdagi tugunlarda hosil bo‘lgan ko‘chish moduli farqlarining grafigi.

Temir yo‘l poyezdlari harakati natijasida bino tugunlarida hosil bo‘lgan ko‘chish modullari polotno balandligini oshirmasdan (standart) va 2 metr ko‘tarma polotno bilan loyihalangan holda quyidagi jadvalda ko‘rsatilgan:

1 – jadval

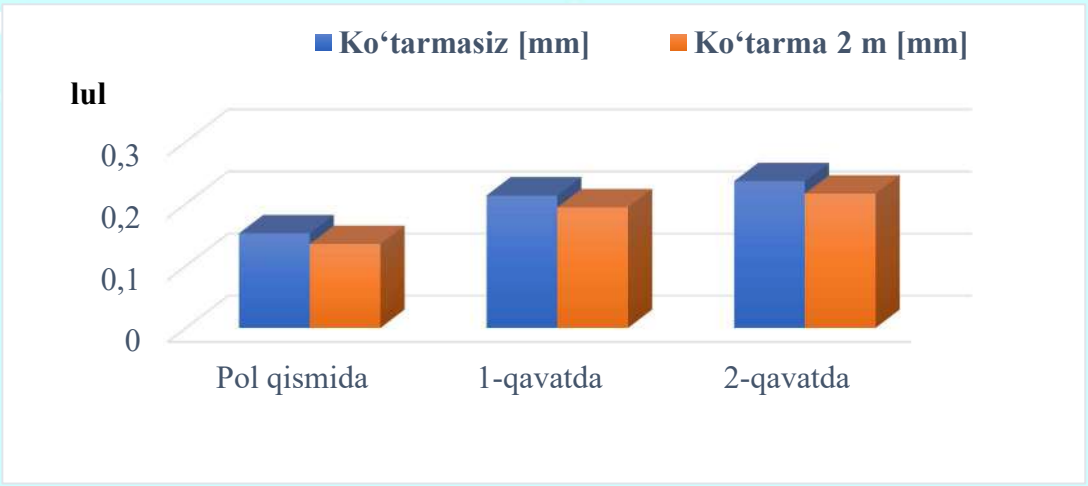
№	Kotarmasiz hamda kotarma qilingan holdagi bino tugunlarida hosil bo‘lgan **ko‘chish moduli [mm]**. *(x=30 m, y=100 m, z= -0,6 m)*					
1		**Pol qismida**		**1-qavatda**		**2-qavatda**	
2		Ko‘tarma siz		Ko‘tarma siz		Ko‘tarma siz	

ISSN 3030-3907

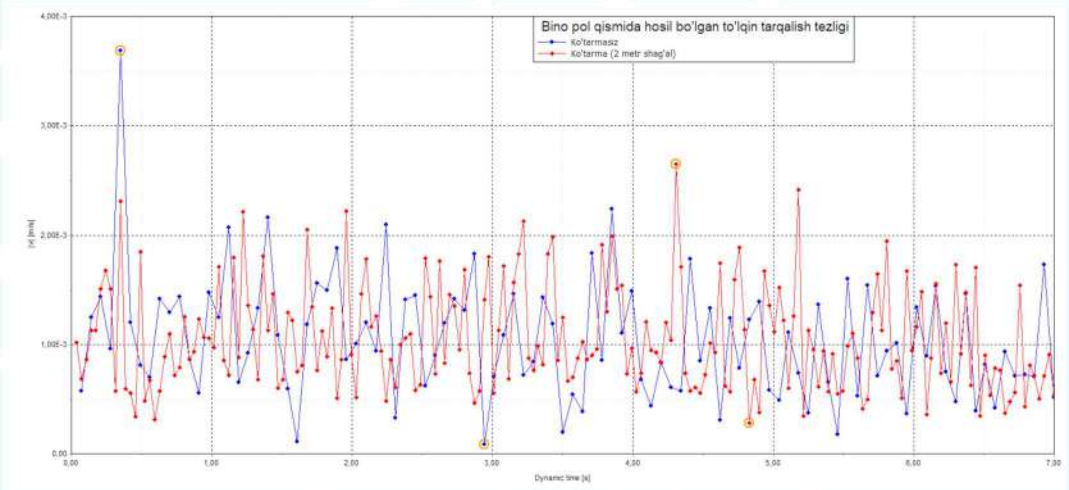
				Ko‘tarma 2 metr		*Ko‘tarma 2 metr*		*Ko‘tarma 2 metr*
3	Max		0,1522	*0,1351*	0,2132	*0,1941*	0,2362	*0,2161*
4	Min		0,1431	*0,1271*	0,1998	*0,1832*	0,2221	*0,2051*
5	**Farqi**	**Max**	**11,24%**		**8,96%**		**8,51%**	
6		**Min**	**11,18%**		**8,31%**		**7,65%**	

Natijalarga ko‘ra binodagi olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, temir yo‘l polotnosini 2 metr balandlikka ko‘tarish bino tugunlarida hosil bo‘ladigan tebranish natijasidagi ko‘chish modullarini sezilarli darajada kamaytiradi. Pol qismida maksimal ko‘chish moduli **11,24 %**, minimal moduli esa **11,18 %** ga kamaygan. 1-qavatda bu ko‘rsatkich mos ravishda **8,96 %** va **8,31 %**, 2-qavatda esa **8,51 %** va **7,65 %** ni tashkil etdi.

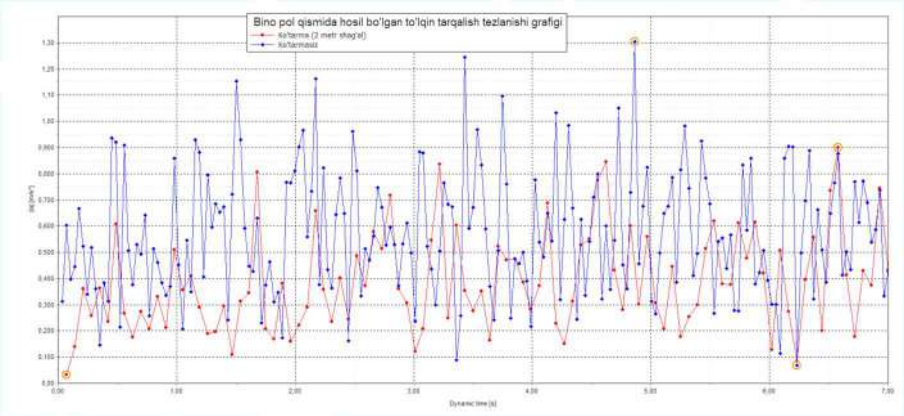
Ushbu ko‘rsatkichlar polotno balandligining oshirilishi bino konstruksiyalariga uzatiladigan tebranish energiyasini kamaytirishini va deformatsiya darajasini pasaytirishini tasdiqlaydi. Ayniqsa, pol qismi va pastki qavatlarda kamayishning yuqoriroq bo‘lishi tebranishlarning grunt orqali tarqalish mexanizmi bilan bog‘liq bo‘lib, ko‘tarma polotno bu jarayonni samarali ravishda pasayishi kuzatiladi. Natijada, 2 metr balandlikka ko‘tarilgan polotno tebranishlarning vertikal bo‘ylab tarqalish intensivligini kamaytiradi, bu esa bino xavfsizligi va yashash sharoitlariga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.



ISSN 3030-3907



5 - rasmlar. Kotarmasiz hamda kotarma qilingan holdagi bino pol qismidagi tugunlarda hosil bo‘lgan x o‘qi bo‘yicha to‘lqin tarqalish tezliklari farqlarining grafigi.



6 - rasmlar. Kotarmasiz hamda kotarma qilingan holdagi bino pol qismidagi tugunlarda hosil bo‘lgan x o‘qi bo‘yicha to‘lqin tarqalish tezlanishlari farqlarining grafigi.

2– jadval

Nomi va o‘lchov birligi	To‘lqin tezligi, $V_{x\ max}$ **[mm/s]**	To‘lqin tezlanishi, $A_{x\ max}$ **[mm/s²]**
Ko‘tarmasiz	*3,686*	*1,305*
Kotarma 2 metr	*2,647*	*0,901*
Orasidagi farqi % da	**28,19**	**30,96**

Xulosa. To‘lqin tarqalish darajasidagi farqi foiz hisobida tahlil qilinganda, maksimal to‘lqin tezligi **28,19 %**, maksimal to‘lqin tezlanishi esa **30,96 %** ga kamaygani aniqlandi. Bu natijalar ko‘tarma polotnoning grunt orqali tarqaladigan tebranish energiyasini samarali ravishda so‘ndirishi va uning amplitudasini sezilarli pasaytirishini ko‘rsatdi.

Shunday qilib, **2 metrli shag‘al grunt ko‘tarma** temir yo‘l poyezdlaridan tarqaladigan vibroto‘lqinlarni sezilarli darajada susaytiradi va konstruktiv jihatdan

ISSN 3030-3907

samarali muhandislik yechimi hisoblanadi. Bu natijalar kelgusida temir yo‘l izini loyihalashda, rekonstruksiya qilishda va vibratsiya ta’sirini kamaytirish choralari ishlab chiqishda amaliy ahamiyatga ega.temir yo‘l polotnosini balandlashtirish tebranishlarning bino va inshootlarga yetib boradigan intensivligini kamaytiruvchi samarali konstruktiv yechim sifatida baholanishi mumkin bo‘ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. *Ilyichev V.A., Matkarimov P.J., Yuldashev Sh.S.* Passiv tebranish izolyatsiyasi bilan bir jinsli bo‘lmagan tekis tizimning majburiy tebranishlarini tekshirish // Poydevorlar, poydevorlar va tuproq mexanikasi. - 1999. - yo‘q. 2.

2. *Tompson JJ, Jiang J, K MGR, Hussein M.F.M., Dijkmans A., Coulier P., Degrand G., Lombert G.* Zaminni mustahkamlash bilan temir yo‘ldan kelib chiqadigan tebranishlarni kamaytirish. Tuproq dinamikasi va seysmik qidiruv, 2015; 79:89-103.

3. *Tsitovich N.A.* Tuproq mexanikasi [Matn] / N. A., Tsytovich. - M.: Vyssh.shk., 1983. - 288 b.

4. *Ter-Martirosyan Z.G.* Tuproq mexanikasi [Matn] / Z.G.Ter-Martirosyan. – M.: DIA nashriyoti, 2005. – 488 b.

5. *Yo‘ldoshev S. _ S ., Boytemirov M. _* Temir yo‘lning joylashuv darajasining poezdlar harakatidan to‘lqinlarning tarqalish darajasiga ta’siri // Nazariy va amaliy. fan . – 2020. – yo‘q. 5. - S. 140-143.

6. *Ilyichev V.A., Yuldashev Sh.S., Saidov S.M.* Temir yo‘lning joylashishiga qarab poezdlarning o‘tishi paytida tebranishning tarqalishini o‘rganish // Poydevorlar, poydevorlar va tuproq mexanikasi. - 1999. - yo‘q. 2. - S. 12-13.

7. *Yo‘ldoshev Sh.S. va boshqalar* Temir yo‘l balandligining poezdlar harakatidan kelib chiqadigan er tebranishlari darajasiga ta’siri // Hozirgi zamonning ilmiy bilimlari. – 2018. – yo‘q. 10. - S. 55-57.

8. *Yuldashev Sh.S., Saidov S.M., Nabiev M.Ya.* Temir yo‘l poezdlari harakatidan kelib chiqadigan tuproqlarda tebranishlarning tarqalishi // Yosh olim. – 2015. – yo‘q. 11. - S. 481-483.

9. *Ilyichev V.A., Yuldashev Sh.S.* Temir yo‘l poezdlari harakatidan yer tebranishlarini bashorat qilish usuli // Seysmik chidamli qurilish. Qurilish xavfsizligi. - 2006. - yo‘q. 1. - S. 3-8.

10. *Boytemirov.M.B., Abdujobborov.A.A.* Temir yo‘l poyezdlari harakatidan hosil bo‘ladigan tebranishlarning masofa bo‘yicha tarqalishi // Qurilish va ta’lim ilmiy jurnali, maxsus son №2-son, 2024-yil. 16-22 b.

ISSN 3030-3907