

¹Yo'ldoshev Sharofitdin Sayitmamatovich, ²Abdujabborov Alisher
Abdulhay o'g'li

¹Namangan muhandislik qurilish instituti professori

²Namangan muhandislik qurilish instituti tayanch doktoranti

¹Gmail: faxa.star@gmail.com

²Gmail: alisherabdujabborov4@gmail.com

Tel: +998939444543

TEZ YURAR POEZD HARAKATI NATIJASIDA HOSIL BO'LADIGAN TEBRANISHLARNI BALLAST QISMINI KO'TARISH HAMDA BALLAST QATLAMI GRUNTINI O'ZGARTIRISH ORQALI

Annotatsiya. Maqolada Talgo-250 tez yurar poezdi (lokomativ va vagonlari soni 7 ta) harakatidan hosil bo'lgan tebranishlarining to'rt xil gruntida ballast qismini 2 metr masofaga ko'tarilib, ballast qismi gruntini o'zgartirilgan holda gruntidagi tugunlarning ko'chishlari va tebranish tezligining uch o'lchovli fazoda tarqalish masalasi ko'rib chiqiladi. Poezd vagonlarining og'irligi dinamik kuch sifatida taqdim etiladi. Masala chekli elementlar usuli bilan yechiladi. Maqolada noto'g'ri burchakli tetraedr shaklidagi chekli elementlardan foydalaniladi. Tuproqning fizik parametrlarining tuproqda tarqaladigan tebranishlar darajasiga ta'sir darajasini aniqlash bo'yicha tadqiqotlar natijalari keltiriladi. Temir yo'ldan uzoqda joylashgan turli nuqtalardagi yer tebranishlarining ko'chishlari hamda tebranish tezliklari tekshirildi va gruntlar bo'yicha xulosalar beriladi.

Kalit so'zlar: temir yo'l, chekli elementlar usuli, tuproq, elastiklik nazariyasi, elastik to'lqinlar, tebranish, chegara shartlari, cheksiz tekislik, tezlik.

ЗАДАЧА ПРОВЕРКИ ВИБРАЦИИ, ВОЗНИКАЮЩЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДВИЖЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПОЕЗДА ПУТЕМ ПОДНЯТИЯ БАЛЛАСТНОЙ ЧАСТИ И ИЗМЕНЕНИЯ ГРУНТА БАЛЛАСТНОГО СЛОЯ

¹Gmail: faxa.star@gmail.com

²Gmail: alisherabdujabborov4@gmail.com

Tel: +998939444543

Аннотация. В статье рассмотрены вибрации, вызываемые движением высокоскоростного поезда Тальго-250 (7 локомотивов и вагонов) по четырем

типам грунта, перемещением узлов в грунте и скоростью вибрации, путем поднятия балластной части на расстоянии 2 метра и изменении грунта балластной части рассматривается задача распространения в трехмерном пространстве. Вес вагонов представлен как динамическая сила. Задача решается методом конечных элементов. В статье используются конечные элементы в виде неправильных тетраэдров. Представлены результаты исследований по определению степени влияния физических параметров грунта на уровень распространения колебаний в грунте. Исследованы перемещения и скорости колебаний грунта в различных точках, удаленных от железной дороги, и на основании этого даны выводы.

Ключевые слова: железная дорога, метод конечных элементов, грунт, теория упругости, упругие волны, вибрация, граничные условия, бесконечная плоскость, скорость.

THE PROBLEM OF CHECKING THE VIBRATION RESULTING FROM THE MOVEMENT OF A HIGH-SPEED TRAIN BY RAISING THE BALLAST PART AND CHANGING THE SOIL OF THE BALLAST LAYER

¹Gmail: faxa.star@gmail.com

²Gmail: alisherabdujabborov4@gmail.com

Tel: +998939444543

Annotation. In the article, the vibrations caused by the movement of Talgo-250 high-speed train (7 locomotives and wagons) on four types of ground, the displacement of the nodes in the ground and the vibration speed, by raising the ballast part to a distance of 2 meters and changing the ground of the ballast part the problem of propagation in three-dimensional space is considered. The weight of train cars is presented as a dynamic force. The problem is solved by the finite element method. The article uses finite elements in the form of irregular tetrahedrons. The results of studies on determining the degree of influence of physical parameters of the soil on the level of vibrations spreading in the soil are

presented. The displacements and velocities of ground vibrations at various points far from the railway are investigated and conclusions are given on the grounds.

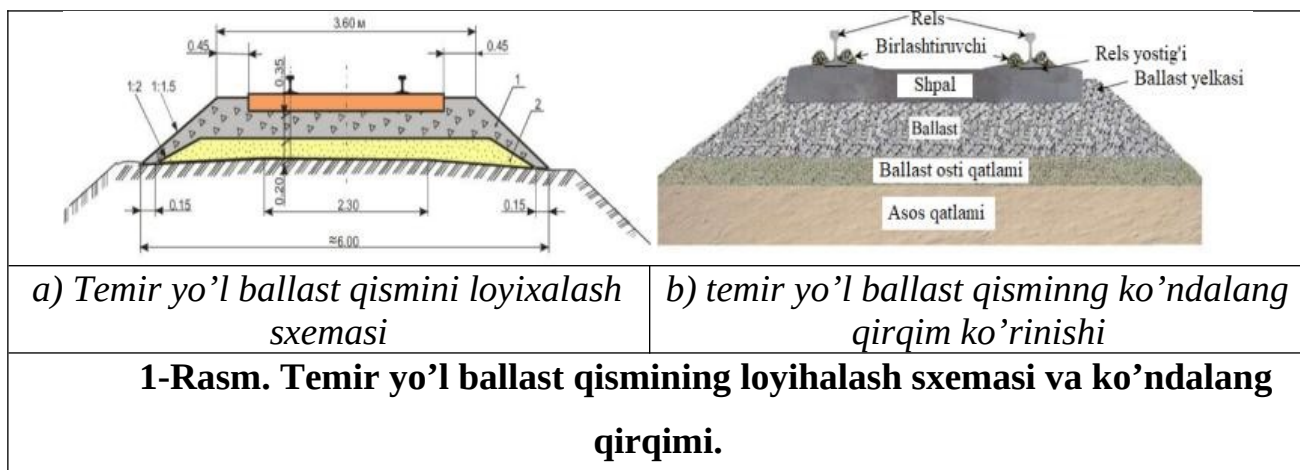
Key words: railway, finite element method, soil, theory of elasticity, elastic waves, vibration, boundary conditions, infinite plane, speed.

Ko'rib chiqilayotgan masalada O'zbekiston Talgo-250 poezdining harakati natijasida tuproqdagi tebranish darajalari aniqlanadi. Tuproq asosi eni 80 m, uzunligi 200 m va chuqurligi 40 m bo'lgan grunt sohasi model sifatida olingan. Masalada yer osti suvlarining yer yuzasidan 20 m chuqurlikdagi ta'siri ham hisobga olingan. Misol tariqasida 1 va 2-jadvallarda keltirilgan tuproq xususiyatlari tanlangan.

Temir yo'l infratuzilmasi uchun qoplamani shakllantirishda temir yo'llarini qurish normalaridan kelib chiqqan holda 1-rasmda ko'rsatilgan chizma ishlatilgan.

Chizmaga muvofiq sirtidan – asos qatlamining ustiga 2 metr masofada 4 xil a) loyli grunt; b) shag'al grunt; c) qumli grunt; d) loy-glina gruntlardan ballast qismi ko'tarilib olindi. Ko'tarilgan ballast qismining ustiga 0,2 metr qum va 0,4 metr chaqqiq-tosh yotqizilib, uning ustiga shpall va rels rejalashtirilgan. O'zbekiston Talgo-250 poezdi lokomotiv 67 tonna va 7 ta vagonlari 18 tonnadan jami 193 tonna og'irlikdagi yukning harakatidan hosil bo'lgan tebranishlar o'rganildi. Poezd 45 m/s tezlikda harakatlanadi. Tanlangan chegara maydoni 200 m uzunlikka ega bo'lganligi sababli, tuproq bazasiga ta'sir qiluvchi tebranish vaqti yuk tashish to'liq o'tguncha davom etadi. O'rganilayotgan maydon 20321 ta chekli elementlarga bo'lingan. Cheklangan elementlarning shakllari tartibsiz tetraedr shaklida tanlanadi.

Poezd g'ildiraklari orqali o'tadigan dinamik yuklar temir yo'l qoplamasiga ta'sir qiladi deb qaraladi. Materialning fizik-mexanik xususiyatlarini hisobga olgan holda tuproqlarda olingan tugunlarning Z o'qi bo'yicha ko'chishi hamda X o'qi bo'yicha tebranish tezligini aniqlaymiz. Bu masalada cheksiz yarim fazoni chekli parallelopiped bilan almashtiramiz. Shu bilan birga, muhitning davomi tashlanadigan parallelopipedning yuzlarida shartlar o'rnatiladi.



1-Rasm. Temir yo'lni va poezd massalarini dinamik yuk sifatida loyihalash.

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= ap V_p \dot{u} \\ \tau_{yz} &= bp V_s \dot{u} \\ \tau_{zy} &= bp V_s \dot{w} \end{aligned} \right\} \left. \begin{aligned} \sigma_y &= ap V_p \dot{v} \\ \tau_{xz} &= bp V_s \dot{w} \\ \tau_{zx} &= bp V_s \dot{u} \end{aligned} \right\} \left. \begin{aligned} \sigma_z &= ap V_p \dot{w} \\ \tau_{xy} &= bp V_s \dot{u} \\ \tau_{yx} &= bp V_s \dot{v} \end{aligned} \right\} (1)$$

Kinematik munosabatni quyidagicha shakllantirish mumkin:

$$\varepsilon = Lu (2)$$

L^T transpozitsiya hisoblanadi sifatida aniqlanadigan differentsial operator

$$L^T = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial y} & 0 & \frac{\partial}{\partial z} \\ 0 & \frac{\partial}{\partial y} & 0 & \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial z} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial z} & 0 & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial x} \end{bmatrix} (3)$$

Muammoni hal qilish uchun biz chekli elementlar usulidan foydalanamiz. Muammoni hal qilish maydonining cheklovchi dinamik modeli 2-rasmda ko'rsatilgan.

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

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = F, (4)$$

bu yerda M – massa matritsasi, u – siljish vektori, C – damping matritsasi, bu ham chegara shartlarini hisobga oladi, K – qattqlik matritsasi, F – yuk vektori. Siqilish u , tezlik $\dot{u}$ va tezlanish $\ddot{u}$ vaqt o'tishi bilan o'zgarishi mumkin.

Bu erda nazariya chiziqli elastiklik asoslarida tasvirlangan. Biroq, printsiplial jihatdan, barcha modellar dinamik tahlil uchun ishlatilishi mumkin. Tuproqning holati ham quritilishi mumkin, ham quritilmaydi. (O'rganish maydonchalarida

ma'lumot olish uchun er osti suvlari darajasi bo'lishi mumkin yoki bo'lmasligi mumkin.) Plaxis 3 D dasturida siz suv sathining mavjudligi va suvning yo'qligi bilan bog'liq muammolarni hal qilishingiz mumkin.

M matritsasi materiallarning massasini (tuproq + suv + har qanday tuzilmani) hisobga oladi.

Dinamikaning sonli tasvirida vaqt integrasiyasining shakllanishi hisoblash jarayonining barqarorligi va aniqligida muhim omil hisoblanadi. Nyumarkning raqamli integratsiya sxemasi qo'llaniladi.

Tuproq va materialning xususiyatlari 1 va 2-jadvallarda ko'rsatilgan.

Jadval 1. Materiallarning fizik-mexanik xossalari

Grunt turi Grunt xususiyatlari	Loyli-qum gruntlar (sgulinka)	Shag'al -gruntlar	Qu mli-loy gruntlar (supes)	Loyli grunt (glina)
N_o	1	4	2	3
Qo'llanilgan model turi	Mohr- Coulomb	Mohr- Coulomb	Mohr- r- Coulomb	Mohr- Coulomb
Quruq holatdagi zichlik - γ_{unsat} [kN/m³]	14,9	19,5	14,7	16,9
Suvga to'yingan holdagi zichlik - γ_{sat} [kN/m³]	17,5	20,5	17,0	18,2
Deformatsiya moduli - E_d [kN/m²] -tabiiy namlikda -suvga to'yinganda	8,0 4,7	55 50	9,0 4,78	7,5 4,5
Ichki ishqalanish	25	38	27	25

<i>burchagi– φ [°]</i>				
<i>Kengayish burchagi– ψ [°]</i>	4	14	1	2
<i>Yopishqoqligi – c_{ref} [kN/m²]</i>	14,0	-	8,3	12
<i>Elastiklik moduli - E [kN/m²]</i>	55	100	50	200
<i>Puasson koefitsiyenti - ν</i>	0,3	0,25	0,35	0,3

Jadval 2. Ballast qatlami xususiyatlari

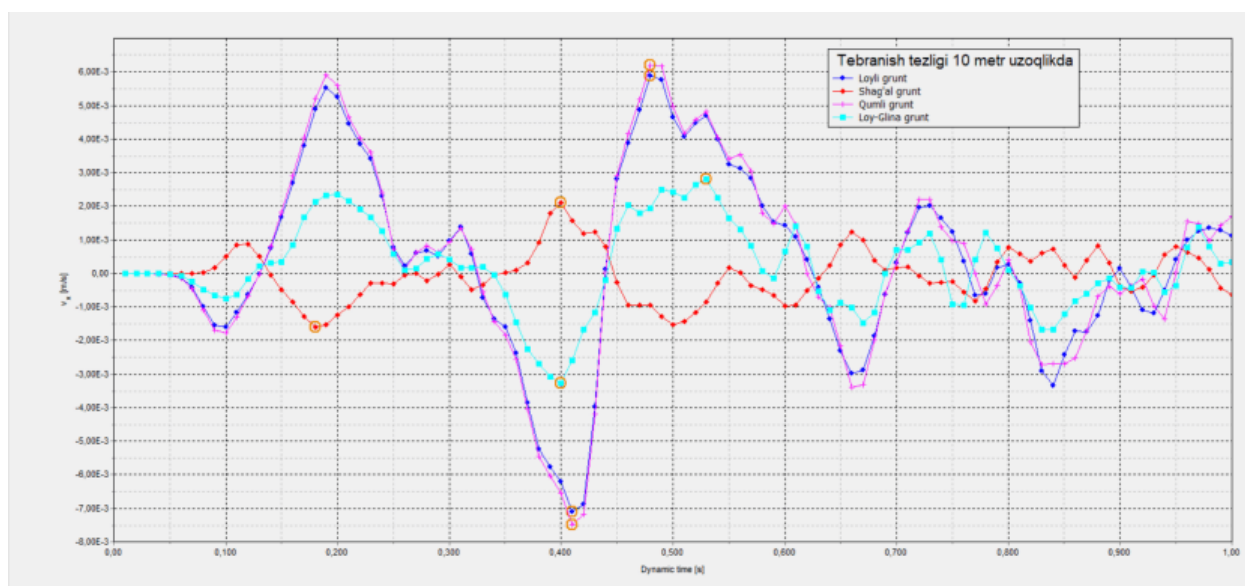
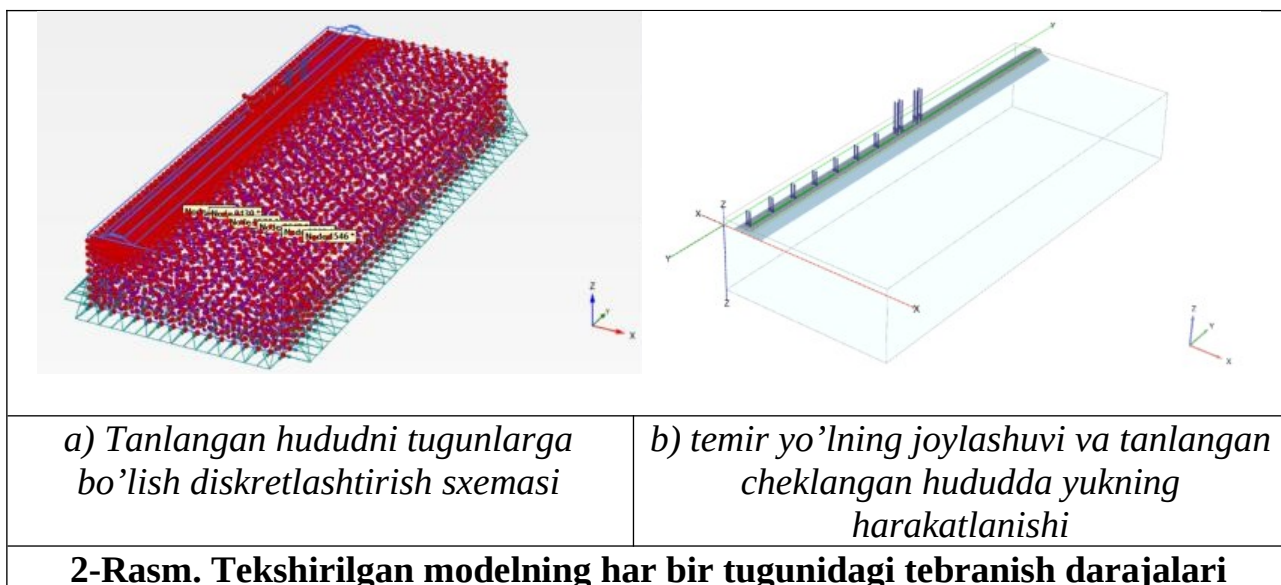
<i>Ballast qatlami Qatlam xususiyatlari</i>	<i>1-qatlam</i>	<i>2-qatlam</i>
<i>No</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Qo'llanilgan model turi</i>	<i>Mohr-Coulomb</i>	<i>Mohr-Coulomb</i>
<i>Materiali</i>	<i>Chaqiq-tosh</i>	<i>Qum</i>
<i>Quruq holatdagi zichlik - γ_{unsat} [kN/m³]</i>	19	14,7
<i>Suvga toyingan holdagi zichlik - γ_{sat} [kN/m³]</i>	17,5	17,0
<i>Ichki ishqalanish burchagi – φ [°]</i>	25	27
<i>Kengayish burchagi – ψ [°]</i>	4	1
<i>Yopishqoqligi - c_{ref} [kN/m²]</i>	14,0	8,3
<i>Elastiklik muduli - E [kN/m²]</i>	55	50
<i>Puasson koefitsienti - ν</i>	0,3	0,35

Jadval 3. Temir yo'l material xususiyatlari

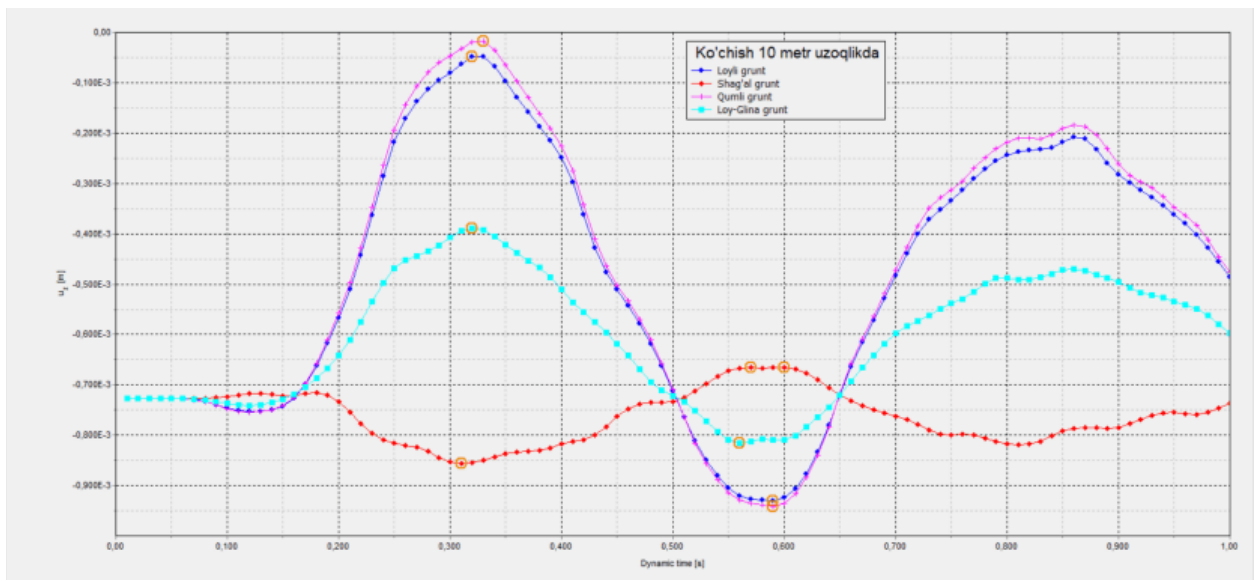
<i>No</i>	<i>Material xususiyatlari</i>	<i>Belgisi va o'lchov birligi</i>	<i>Rels</i>	<i>Shpal</i>
1	<i>Ko'ndalang kesim yuzasi</i>	<i>A - [m²]</i>	$7,7 \times 10^{-3}$	5.13×10^{-2}
2	<i>Hajmiy og'irligi</i>	<i>γ - [kN/m³]</i>	78	25
3	<i>Elastiklik moduli</i>	<i>E - [kN/m²]</i>	200×10^4	36×10^4

4	<i>X o'qi bo'yicha inertsia momenti</i>	$I_x - [m^4]$	$3,055 \times 10^{-5}$	2.53×10^{-2}
5	<i>Y o'qi bo'yicha inertsia momenti</i>	$I_y - [m^4]$	$5,13 \times 10^{-4}$	2.45×10^{-4}

Natijalar.



3-rasm. Turli xil gruntlarda temir yo'l chetidan 10 m masofadagi tugunlarda hosil bo'ladigan X o'qidagi tebranish tezligining vaqtga bog'liq grafigi



4-rasm. Turli xil gruntlarda temir yo'l chetidan 10 m masofadagi tugunlarda hosil bo'ladigan Z o'qidagi kochishlarni vaqtga bog'liq grafigi

Xulosa. Asos qatlami loyli grunt va uning ustiga 2 metr masofada 4 xil grunt a) loyli grunt; b) shag'al grunt; c) qumli grunt; d) loy-glina gruntlar loyixalanganda Talgo-250 tezyurar poezdi (lokomativ va vagonlari soni 7 ta)ning 45 m/s tezlik bilan harakatlanishidan hosil bo'lgan tebranishlarning taxlillari ko'rib chiqildi.

Asos qatlami loyli grunt bo'lganda uning ustiga 2 metr ballast qatlamini 4 xil gruntga o'zgartirilgan holda 1 sekund vaqtidagi, temir yo'l chetidan hisoblaganda 10 metr masofalardagi tugunlarda hosil bo'lgan ko'chishlar va tebranish tezliklarining qiymatlari aniqlandi.

Natijalarga ko'ra, tebranish tezliklarining X o'qi bo'yicha tarqalishi a) loyli grunt $V_x=0,7$ sm/s b) shag'al grunt $V_x=0,2$ sm/s; c) qumli grunt $V_x=0,35$ sm/s; d) loy-glina gruntlarda $V_x=0,75$ sm/s ga tengligi ko'rildi. Eng katta qiymati asos qismi loyli grunt va uning ustiga 2 metr ballast qismini loy-glina grunt qilib loyixalangan grunt ekanligi ko'rib chiqildi. Tezlikning eng kichik qiymati esa, asos qismi loyli grunt va uning ustiga 2 metr shag'al grunt ko'tarilganda erishildi. Asos qismi loyli grunt va shag'al grunt bo'lgandagi maksimal tezlik – ballast qismi loyli gruntga qaraganda 3,5 marta, ballast qismi qumli gruntga qaraganda 1,75 marta, ballast qismi loy-glina gruntga qaraganda esa 3,75 marta kichik bo'lishi aniqlandi.

Z o'qi bo'yicha ko'chishlarning qiymatlari quyidagicha: a) loyli grunt $u_z=0,11$ sm; b) shag'al grunt $u_z=3,4$ sm; c) qumli grunt $u_z=0,25$ sm; d) loy-glina gruntlarda $u_z=0,62$ sm ga tengligi ko'rildi. Ko'chishning eng kichik qiymati esa, asos qismi loyli grunt va uning ustiga 2 metr shag'al grunt ko'tarilganda erishildi. Asos qismi loyli grunt va shag'al grunt bo'lgandagi eng kata ko'chish – ballast qismi loyli gruntga qaraganda 1,125 marta, ballast qismi qumli gruntga qaraganda 1,19 marta, ballast qismi loy-glina gruntga qaraganda esa 1,01 marta kichik bo'lishi aniqlandi.

Shuningdek, tuproq va inshootlarda tebranishlarning tarqalishi ularning xossalari (elastiklik moduli, Puasson ko'effitsienti, zichlik) bog'liqligi aniqlandi.

Shunga asoslanib shuni aytishimiz mumkinki, gruntlarda tebranishlarning tarqalish jarayonini o'rganishda haqiqiy fizik parametrlarni hisobga olish kerak. Asos qatlami loyli grunt bo'lgan hududlarda, ballast qatlami gruntini shag'al grunt qilib ko'tarilsa, tebranish darajasini kamaytirishga erishilishi ko'rib chiqildi. Shunday qilib, olingan natijalarga asoslanib, tez yurar poezd harakati natijasida paydo bo'ladigan tebranish darajasi ko'p jihatdan tuproqning xususiyatlariga bog'liqligini aytish mumkin. Shuning uchun hisob-kitoblarda ko'rib chiqilayotgan maydonga tegishli tuproqlarning fizik-mexanik xususiyatlarini hisobga olish kerak.

Adabiyot

- [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., Tsytoovich. - 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] *Il'ichev VA, Yo'ldoshev S.S., Saidov SM.* Poezdlardan tebranishning yo'l holatiga nisbatan tarqalishi //Tuproq mexanikasi va poydevor muhandisligi. - 1999. - T. 36. - Yo'q. 2. - S. 55-56.
- [9] *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.
- [10] *Ilyichev V.A., Yuldashev Sh.S.* Temir yo'l poezdlari harakatidan er tebranishlarini bashorat qilish usuli // Seysmik chidamli qurilish. Qurilish xavfsizligi. - 2006. - yo'q. 1. - S. 3-8.