http://doi.org/1058225/sw.2023.1-75-82

SƏRNİŞİN VƏ YÜK QATARLARININ HƏRƏKƏTİ ZAMANI TORPAQ YATAĞINDA YARATDIĞI DEFORMASİYALARIN TƏDQİQİ

Rüstəmov Yaqub Yavər oğlu- t.e.n., dosent, Nəqliyyat texnikası və idarəetmə texnologiyaları kafedrası, Azərbaycan Texniki Universiteti, yaqub.rustemov@student.aztu.edu.az
Axundov Qəzənfər Nəsrulla oğlu- baş müəllim, Nəqliyyat texnikası və idarəetmə texnologiyaları kafedrası, Azərbaycan Texniki Universiteti, qezenfer.axundo**v**@student.aztu.edu.az

Xülasə. Hərəkət tərkibi rels üzərində irəliləyərkən təkər cütlərinə düşən ağırlıq qüvvəsi relsə oradan şpallara və nəhayyət ballast qatına paylanır. Ballast qatında paylanan bu qüvvələr birbaşa torpaq yatağının əsas meydançasına ötürülür. Bu səbəbdən əsas meydançanın yuxarı səthində yaranan təzyiq qüvvələri torpaq yatağından aşağıya doğru paylanır və getdikcə sönür. Hərəkətin mütamadi təkrar olunması torpaq yatağında deformasiyalar yaradır. Deformasiyaların əmələ gəlməsinə əsas səbəb hərəkət edən tərkibin təsiridir. Bununla yanaşı torpaq yatağında yatmalar, qabarmalar, dağılmalar, uçmalar, sürüşmələr təbii faktorların təsirindən meydana gəlir. Titrədiçi yükün altında olan torpaq yatağının əsasında yaxud yamaçlarında sürüşmələr, səpələnmələr, dağılmalar meydana gəlir. Məqalədə tərkibin statik və sürətli hərəkət halı üçün torpaq yatağında yaratdığı gərginliklər epürü qurulmuşdur. Gərginliklərdən torpaq yatağında yaranan deformasiyaların tədqiqi və gərginliklərin torpaq cisminin yuxarısından aşağıya doğru paylanma qaydası və tökmələrdə qeyri-bərabər çökmələrin yaranma səbəbinin qrunt sıxlığının az olması ilə əlaqədardır olduğu göstərilmişdir.
Açar sözlər: deformasiya, elastiqiyyət modulu, gərginlik, sərtlik, əsas meydança, nahamarlıq, intensivlik, təkər cütləri

STUDY OF DEFORMATIONS CAUSED BY PASSENGER AND FREIGHT TRAINS IN THE SOIL BED DURING THE MOVEMENT

Rustamov Yakub Yavar– PhD in tech.sc., ass.prof., department of Transport equipment and management technologies, Azerbaijan Technical University, yaqub.rustemov@student.aztu.edu.az
Akhundov Gazanfar Nasrulla- senior lecturer, department of Transport equipment and management technologies, Azerbaijan Technical University, qezenfer.axundo**v**@student.aztu.edu.az

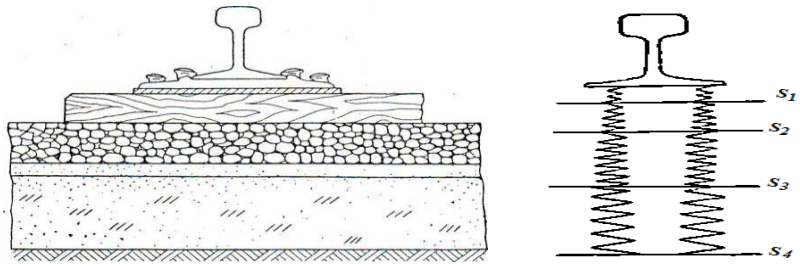
Abstract. When the rolling stock moves on the rail, the weight of the wheel pairs is distributed to the rail from there to the sleepers and finally to the ballast layer. These forces distributed in the ballast layer are directly transmitted to the main pitch of the soil bed. For this reason, the pressure forces generated on the upper surface of the main site are distributed downwards from the soil bed and disappear gradually. Constant repetition of movement creates deformations in the soil bed. The main reason for the formation of deformations is the effect of the moving composition. At the same time, depressions, swellings, collapses, falls, landslides occur in the soil bed due to the influence of natural factors. Landslides, scattering, and collapse occur at the base or slopes of the soil bed under the vibrating load. In the article, the stress curve created by the composition in the soil bed for the case of static and rapid movement is established. The study of the deformations caused by the stresses in the soil bed and the order of distribution of the stresses from the top to the bottom of the soil body and the reason for the formation of uneven settlements in the castings have been shown to be related to the low density of the soil.
Keywords: deformation, modulus of elasticity, stress, stiffness, base pitch, roughness, intensity, wheel pairs

Giriş. Rels xətləri səthində nahamarlığın yaranması əsasən ballast prizmasının deformasiyaları, bərkitmə elementlərinin xarab olmağı, şpalların aşınması ilə bağlıdır. Lakin nahamarlığın yaranmasına

torpaq yatağının vəziyyəti bir başa təsir edir. Bu nahamarlıqlar adətən bataqlıqlardan keçən və zəif qruntlardan düzəldilən torpaq yataqlarında təsadüf olunur. Gilli torpaqlardan düzəldilən torpaq yataqlarında əsasən deformasiyalar xüsusilə böyük olur, bunun nəticəsindən izin eni pozulur, çökmələr, çəpliklər əmələ gəlir, yolun uzununa profili təhrif olunur. Hal-hazırda ən geniş yayılmış torpaq yatağında deformasiyaların növləri əsas meydançanın deformasiyasıdır. Bu deformasiyaların yaramasının əsas səbəbi aşağıdakılardan ibarətdir: relslərin gücünün kifayətsizliyi, 1 km-dəki şpalların sayı, ballast qatının qalınlığı, meydançanın daşıma qabiliyyəti, su ötürücülərinin nasazlığı, (əsas meydançada su axarlarının pozulması, kuvetlərdə durğun sular və s. kimi ola bilər). Təbii ki, bu amillər əsas meydançada deformasiyaların yaranmasına təsir edir, həmçinin dinamik təsir altında deformasiyaları tezləşdirir.

Tədqiqatın təsviri. Yolun üst quruluşu ilə hərəkət tərkibinin birgə torpaq yatağının təsirindən, yatağın dayanıqlı və möhkəmlik xarakteristikalarının bir neçə xüsusiyyətlərini nəzərdən keçirək.

Hərəkət tərkibinin xüsusi dinamik xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla yanaşı, hərəkət tərkibindən yola təsir edən dinamik qüvvələrin təyinində ən başlıca əsas amil yolun sərtliyi və onun üzərinin nahamar olmasıdır [1].



Şəkil 1. Relsaltı əsasın sərtliyinin formalaşma sxemi (S_1, S_2 S_3, S_4 - nəzərən rels altlılıgının, şpallın, ballastın, torpaq yataginin sərtliiikləri) [1]

Torpaq yatağının möhkəmliyi yolun üst quruluşunun formalaşmasına birbaşa təsir edir. Bütün hallarda yolun sərtliyi aşağıda göstərildiyi kimi dəmir yolu altındakı əsasın elastiklik modulu (*u*) ilə qiymətləndirilir, bu yolun bütün elementləri tərəfindən aşağıdan yuxarıya doğru formalaşır. 1-ci şəkildə şərti olaraq yolun elastik elementlərinin sxemi müxtəlif sərtlikli yay dəsti şəklində göstərilmişdir [2].

Əgər bütün relsaltı əsasın ümumi sərtliyini $u_{üm}$ ilə işarə etsək, rels altlılığın, şpalların, ballastın və torpaq yatağı əsasının sərtliklərini müvafiq olaraq s_1, s_2, s_3 və s_4 ilə qeyd etsək, ona müvafiq tənlik yaza bilərik :

$$\frac{1}{s_{üm}} = \frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2} + \frac{1}{s_3} + \frac{1}{s_4} \qquad (1)$$

Ümumi sərtlik və dəmiryol relsaltı əsasın elastiklik modulu arasındakı əlaqə aşağıdakı ifadə ilə müəyyən edilir.

$$u_{üm} = \frac{s_{üm}}{l} \qquad (2)$$

burada l- şpalların oxları arasındakı məsafə.

Ən sadə nümunədən istifadə edərək, dəmiryolu əsasının ümumi elastiklik modulunun formalaşmasında torpaq yatağı əsasının və ballastın iştirak payını nəzərdən keçirək. Standarta uyğun 1840 əd/km miqdarında taxta şpallarla olan yol konstruksiyalarında ballas qatının qalınlığını 55 sm qəbul etsək, onda $u_{üm} = 250 kq/sm^2$, ağac şpalın elastik modulu - 800 кq/ sm^2 qəbul edilir.

Nəzərdən keçirilmiş nümunənin şərtləri üçün, ballastın və torpaq yatağının ümumi sərtliyi relsaltı əsasının ümumi sərtliyindən 50%-dən bir qədər çoxdur [3]. Bu onu göstərir ki, torpaq yatağı ballast qatı ilə birgə ümumi relsaltı əsas sərtliyinin ölçüsünə bir başa təsir edir.

Elmi tədqiqat təcrübələrinə əsasən, gilli torpaqdan yığılmış, hündürlüyü 12m olan torpaq tökməsi üçün, relsaltı əsas sərtliyinin ümumi modulun formalaşmasında, torpaq yatağının iştirak payı 90%-ə, qırmadaş ballast qatı isə 4%-ə çata bilər. Torpaq yatağının əsas meydançasında icazə verilən gərginlik 0,8 kq/sm^2-i keçməməlidir. Yalnız az fəaliyyətli xətlərdə HTN (hərəkət tərkibi nazirliyinin) icazəsi ilə müvəqqəti (yol konstruksiyasının gücləndirilməsinə kimi) 1kq/sm^2 icazə verilir. Bəzi təcrübələrə görə əsas meydançanın quruntları ilə ballast qatı qum yastığından nəmi sorub çəkmə ehtimalı istisna edilmir, bu da onun daşıma qabiliyyətini 0,1 kq/sm^2 qədər aşağı salır.

Torpaq yatağının əsas meydançasında gərginliyin dəqiq nəzəri hesablanması hədsiz çətindir. Bu onların təxmini qiyməti ilə müəyyən edilir [4]. Aparılan təcrübələr ilə isbat edilmişdir ki, ballast qatının müxtəlif nöqtələrinə düşən gərginlik aşağıdakı kimi paylanır:

Şpalın alt döşəmə enindən ballastın dərinliyinə görə düşən gərginlik 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5.

Şpalın alt döşəməsindən ballasta düşən gərginliyin %-lə payı: 95; 85; 55; 35; 30; 25.

Məsələn, ballast qatının qalınlığı 45sm, şpalın alt oturacağının eni 25sm olduqda bu rəqəmlərin nisbəti $\frac{45}{25} = 1,8$ olacaqdır. Təxmini qəbul edilə bilər ki, şpal altından ballasta düşən gərginlik əsas meydançada 32% təşkil edir. Bu keçmiş hesabatlarda 2,3 kq/sm^2 qəbul edilmişdir.

Son illər istehsalat elmi işləri ilə yanaşı Nəqliyyat Elmi Tədqiqat İnstitutu (NETİ) birgə olaraq, torpaq yatağının əsas meydançasının möhkəmliyi və dayanıqlığının hesablanması metodlarının təkminləşdirilməsində nəzəri işlər aparmışlar. Bu metodların əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, hesablama icazə verilən gərginliyə deyil, son həddi vəziyyətə görə aparılmışdır. HETİ təklif edir ki, son həddi vəziyyəti nəzərə alsaq görərik ki, çətin mərhələlərdə işləyən torpaq yatağında qalıq deformasiyaların intensivliyi onu xarab olmağa gətirib çıxarmır. NETİ artıq yükləmələri, qruntların həmcins olmamasını və istismar şəraitinin dəyişməsini bir sıra həddi vəziyyətə görə əmsallar şəklində nəzərə almasını təklif etmişdir [5]. Yolun və xüsusən də torpaq yatağının əsas meydançasının möhkəmliyə hesablanması metodlarının təkmilləşdirilməsində daha bir istiqamət aşağıdakılara gətirib çıxarır.Yəni, möhkəmlik yalnız yüklənmənin ölçüsü ilə deyil, həmçinin onun iş müddətində təsirlərinin sayına görə qiymətləndirilir [6]. İndiyə qədər hesabi gərginliklər buraxılabilən birdəfəlik yükləmənin təsirinə görə müqayisə edilirdi. İndi yolun verilmiş istismar vaxtına görə, yolun göstərilmiş elementlərinin fiziki-mexaniki xüsusiyyətləri, yığılmış zədələnmə və deformasiyaların buraxılabilən ölçülərinə görə hesabi yük gərginliklərini müəyyən etmək təklif olunur [7]. Yəni, yolun hərəkət uzunluğu boyunca hərəkət edən qüvvələrin xüsusiyyətləri təsadüfi olunur, hesab yol boyunca şaquli yükün hərəkətinin dəyişkənliyinə xüsusi əmsal daxil edilir.

Cədvəl 1. Yük gərginliyindən asılı olaraq əsas meydançada buraxılabilən gərginliklər kq/ sm^2 [7]

Yük gərginlikləri ildə mln. tnkm/km	Yol boyunca şaquli yük təsirinin dəyişkənlik əmsalı					
	0,05		0,1		0,2	
	Şpallar					
	ağac	dəmir- beton	ağac	dəmir- beton	ağac	dəmir- beton
100	0,78	0,69	0,87	0,76	1,01	0,89
50	0,78	0,70	0,87	0,77	1,01	0,90
25	0,79	0,71	0,87	0,78	1,02	0,91
10	0,80	0,75	0,89	0,83	1,03	0,96
5	0,82	0,81	0,91	0,89	1,07	1,04
2.5	0.87	0,92	0,96	1,01	1,11	1,18

İşlənmiş metodlar əsasında torpaq yatağının əsas meydançasında buraxılabilən gərginliklər hesablanmışdır cədvəl 1.

Torpaq yatağının əsas meydançasında onun daxilində və onun dibindən faktiki gərginliklərin və deformasiyaların öyrənilməsini HETİ təqdim etmişdir [7-15]. 2-ci şəkildə əsas meydançanın bütün en profili boyunca sürətin (teplovoz TE7) 3 km/saat-dan 120km/saata-dək dəyişməsində, həmçinin rels

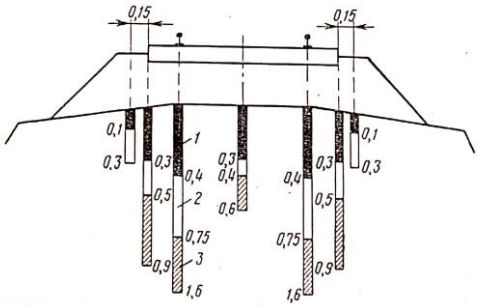
üzərində hamar, yaxud nahamarlılıqların olub-olmamasından asılı olan gərginliyin ballast qatı altında paylanması (nahamarlığın uzunluğu 80 sm, dərinliyi–0,4 sm, nahamarlığın başlanğıcından 52,5 sm məsafəsində olan kəsik) göstərilmişdir. Əsas meydançada dəmir- beton şpallarda yaranan gərginlik ağac şpallardan 34% çoxdur.

Təbii ki, əsas meydançada buraxılabilən gərginlik bir qayda olaraq (cədvəl 1) agac şpallar ilə müqayisədə, dəmir beton şpallardan azdır [8-16]. Qruntun sıxlığı Tikinti Normaları (TN 449 – 72)–ə görə aşağıdakı ifadədən təyin edilir:

$$\gamma_{ck}^{H} = k\gamma_{ck.\max} \tag{3}$$

Burada, γ_{ck}^{H} - tökmədə tələb olunan qruntların sıxlığı q/sm^3;

$k\gamma_{ck.\max}$ - istifadə olunan qruntun maksimal sıxlığı, q/sm^3 (torpaq yatağının həcm çəkisi) standart sıxlaşdırma metodu ilə müəyyən edilir.



Şəkil 2. Sınaq yolu ilə alınmış, torpaq yatağının əsas meydançasında gərginlik (kq/sm^2) 1 - hamar olmayan səthdə 3 km/saat sürətlə; 2 – hamar səthdə 120 km/saat sürətlə; 3 – hamar olmayan səthdə 120 km/saat sürətlə [8]

k – sıxlaşdırma əmsalıdır, bu xəttin kateqoriyası və torpaq tökmənin sıxlaşdırma zonasından asılı olaraq 0,9-0,98 daxilində qəbul edilir.

İnşa edilmiş tökmələr (TH 449-72) təqdimatından öncə 2-ci cədvəldə göstərilmiş sıxlıq normalarından istifadə edilirdi. Bu normalar k ≈ 0,9 sıxlaşdırma əmsalına uyğun gəlir.

Dəqiq tələb olunan qruntların sıxlığını müəyyən etmək üçün torpaq yatağının daxilində əmələ gələn gərginliyi nəzərə alaraq xüsusi üsul tədqiq edilmişdir.

Cədvəl 2. Tökmə qruntların tələb olunan sıxlığı [8]

Qruntların növləri	Torpaq yatağında qruntun tələb olunan sıxlığı (quru qruntun həcmli çəkisi t/m^3)	Tələb olunan sıxlığa nail olmaq üçün qruntun ən yüksək nəmliyi %
Xırda tozvari qumlar	1,60	Məhdud deyil
Qumlu torpaqlar	1,70 - 1.75	18 – 16
Gil torpaq :		
yüngül, yüngül tozvari	1,60 – 1.65	22 – 20
Ağır və ağır tozvari	1,55 – 1.60	24 – 22
Qumlu qara torpaq	1,55 – 1.60	23 – 21
Gilli qara torpaq	1,45 – 1.50	27 – 25
Boş və tozvari gil	1,45 – 1.55	29 – 25

Hərəkət tərkibinin müvəqqəti yükündən, üst quruluşun çəkisindən və qruntun xüsusi çəkisindən tökmənin istənilən nöqtəsindəki gərginlik, bu gərginliklərin cəmi kimi təsəvvür edilir.

Adətən, intensivliyi (p) məlum olan yuxarı quruluşun və tərkibin çəkisini iki qat şəklində təsəvvür edək. Qatın enini (b) bilərək hər qatın yükünə görə tökmənin istənilən nöqtəsindəki gərginlik aşağıdakı düstur ilə təyin edilir.

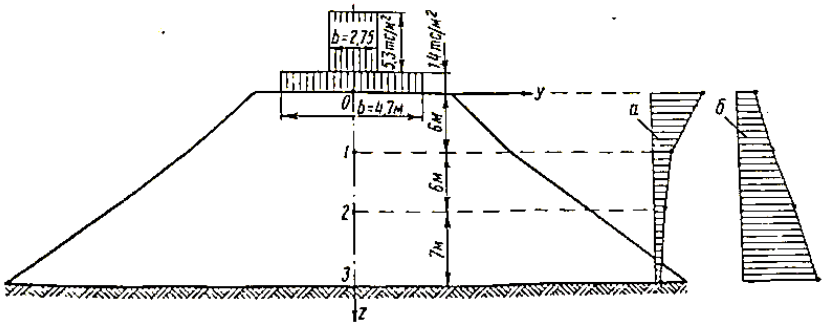
$$\sigma = k_0 p \tag{4}$$

k_0 - 2-ci əlavədən seçilir.

Əlavə-2 Torpaq yatağında gərginliklərin hesablanmasında k_0 -n qiymətləri [8]

z/b şək. 2	y/b qiymətləri					
	0	0,25	0,50	1,00	1,50	2,00
0,00	1,00	1.00	0.50	0,00	0,00	0,00
0,25	0,96	0,90	0.50	0.02	0,00	0,00
0,50	0,82	0,74	0,48	0,08	0,02	0,00
0,75	0,67	0,61	0,45	0,15	0,04	0,02
1,00	0,55	0,51	0,41	0,19	0,07	0,03
1,25	0,46	0,44	0,37	0,20	0,10	0,04
1,50	0.40	0,38	0,33	0,21	0,11	0,06
1.75	0,35	0,34	0,30	0,21	0,13	0,07
2,00	0,31	0,31	0,28	0,20	0,13	0,08
3,00	0,21	0,21	0,20	0,17	0,135	0,10
4,00	0,16	0.16	0,15	0.14	0.12	0,10
5,00	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,09
6,00	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	---

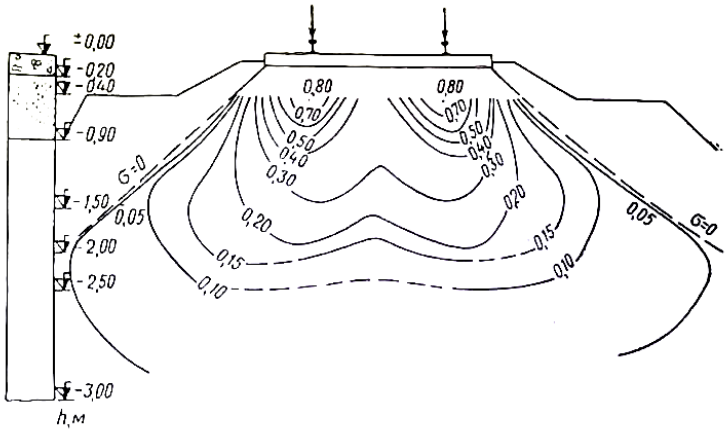
Şəkil 3-də göstərildiyi kimi yuxarı qatın intensiv yüklərinin çəkisindən tökməyə təsir 1,4 ton/m^2, qatar çəkisindən isə 5,3 ton/m^2 olar. Onda formula (4) və 2-ci əlavəyə əsasən gərginlikləri hesablamaq mümkündür (cədvəl 3). Bu aşağıdakı kimi dəyişir. Yuxarı qatın çəkisindən və tərkibin yükündən əmələ gələn yükləri kənarlaşdırdıqdan sonra tökmənin yuxarı qatında gərginliklər sönür [9]. Torpaq yatağı qatlarının cəm çəkilərindən isə gərginlik artır (b).



Şəkil 3. Torpaq tökməsinin cismində gərginliklərin hesablanmasına: a – qatar yükündən və üst quruluşun çəkisindən gərginlik epürü; b – yekun gərginlikləri epürü.
Torpaq yatağının cismində gərginliklərin hesabı [9]

Əlavə 3.

Torpaq yatağı oxu boyunca nöqtələrin № (şək.3-ə bax)	Gərginlik, c/m^2			
	öz çəkisindən	üst quruluşun çəkisindən	qatar yükündən	gərginliklərin yekun ölçüsü
0	0	1.4	5.3	6.7
1	10.9	0.6	1.5	~13.1
2	22.0	0.4	0.8	~23.2
3	35.1	0.2	0.5	35.8



Şəkil 4. Torpaq yatağında əyri xətlərə görə gərginliklərin paylanması (HETİ-un təcrübələrinə əsasən) [9]

HETİ-in çoxlu təcrübələrinin təkminləşdirilməsi əsasında (xüsusən torpaq yatağının üst hissəsində) gərginliyin təxmini hesablanması üçün sadə emprik tənliyi bu şəkildə göstərmək olar.

$$\sigma = \sigma_0 A \qquad (5)$$

σ - dərinliyin müxtəlif nöqtələrindəki gərginlik;

σ_0 - əsas meydançadakı gərginlik.

Əlavə 3. A- relsaltı əsasın növündən asılı olan əmsal. Torpaq yatağında gərginliyin hesablanmasında A əmsalının qiymətləri

Əsas meydançadan olan dərinlik, sm	A-n qiymətləri			
	Agac şpallar	Dəmir –beton şpallar	Dəmir-beton plitələr	Kiçik qabaritli çərçivələr
0	1,000	1,000	1.000	1,000
50	0,625	0,644	0,415	0,543
100	0,387	0,411	0,170	0,295
150	0.242	0,264	0,070	0,160
200	0,150	0,169	0,034	0,086
250	0,092	0,108	0,010	0.050
300	0,058	0,070	0,005	0,030

Yekun. Tökmələrdə qeyri-bərabər çökmələr ən əvvəl onun qurulmasında qrunt sıxlığının çatışmaması ilə əlaqədardır. Xarici qüvvələrin təsirindən qruntun daxili massivində toxunan gərginlik yaranır, kontakt sahəsində qruntu hissələrə ayıraraq kəsməyə çalışır [10,12]. Bu kəsməyə daxili sürtünmə qüvvələri və qruntun hissəcikləri arasında olan ilişkənlik mane olur. Qatardan düşən yük titrəməli xarakterə malik olduğundan hissəciklərin yerdəyişmələrini asanlaşdırır.

Nəticə. HETI- da torpaq yatağının müxtəlif nöqtələrində gərginliyin ölçülməsi üzrə təcrübələr keçirilmişlər. 4-cü şəkildə ölçmələrin nəticələrinə görə 120 km/saat sürətlə hərəkət edən TE-7 teplo-vozdan torpaq yatağının dərinliyində yaranan gərginliyin sönməsi təsdiq edilmişdir [13,14]. Buna görə hərəkət sürətinin artması ilə gərginliyin sönməsi artır. Gərginliyi bilərək torpaq yatağının çökməsini hesablamaq mümkündür. Hərəkətsiz və hərəkətli yükün təsirindən əsas meydançanın qrunt tədqiqat işlərilə bağlı təcrübələrə əsasən müəyyən edilmişdir ki, qruntun elastiklik modulu hərəkət sürətinin artmasında təxmini beş– altı dəfə çoxalır.

Ədəbiyyat

1. Albrext B.Q. Yolun yuxarı quruluşunun elementlərinə yeni QOST. METİ-nin işləri, Nəqliyyat, 4-9s. 2013
2. Amelin S. B. Dəmir yollarının əlaqələri və kəsişmələri. Nəqliyyat, 262s. 2008
3. Bromberg E. M. Calaqsız yolun dayanıqlığı. Nəqliyyat, 67s. 2006
4. Bromberq E.Q. Calaqsız yol. Transjeldorizdat, 52s. 2010
5. Verigo M. F. Hereket heyetinin kechmesi zamani yolda hereket eden shaquli quvveler. METI -nin ishleri, Transjeldorizdat, 409s. 2015
6. Verigo M.F., Krepkororsk. Dəmir yolu yolunun güc üçün hesablanması qaydalarının tənzimlənməsi və bu qaydaların dəyişdirilməsi üçün təkliflər üçün ümumi şərtlər. METİ-nin işləri, Nəqliyyat, 4-48s. 2012
7. Yol və hərəkət heyətinin qarşılıqlı əlaqəsi. Transjeldorizdat, 280s. 2006
8. Bromberg E.M. Verigo M. F., Danilov V. N., Frischman M. A. Ershkov O. P. Dəmir yolunun yüksək sürətlə hazırlanması məsələləri. M., Transjeldorizdat, METİ-nin əsərləri, 126s. 2019
9. Ershkov O. P. Döngələrdə eninə üfüqi qüvvələrin hesablamaları. Tranzveldorizdat, METİ-nin əsərləri. 235s. 2016
10. Çernışeva M. A. Yüksək sürət üçün dəmir yolu yolu və hərəkətli heyət. Nəqliyyat, 272s. 2014
11. Ivaşchenko G.I. Yeni ox kəsişmələri. Nəqliyyat, 69s. 2015
12. Kragel A.Q. Ox birləşmələrinin düzəldilməsi. Transjeldorizdat, 223s. 2011
13. Mochenov G.M., Titov V.P. Dəmir yolu, torpaq yatağının qüsurları və zədələnməsi. Nəqliyyat, 49s. 2012
14. Konşin G. G., Titov V.P., Xromov V.I., Naumova N.V. Qatarların təsiri altında torpaq yatağında gərginliklər və elastik deformasiyalar. METI- nin işləri, Nəqliyyat, 125s. 2012
15. Popov S.N. Dəmir yolunun ballast yatağı. Nəqliyyat, 183s. 2015
16. Putrya N. N., Krysanov L.G., Mixaylova V.T. Keçidlərinin müasir dizaynları və onların hərəkətli yük altında işləməsi. M-nin işləri, Nəqliyyat. 134-163s. 2003

References

1. Albrext B.Q. Yolun yuxari qurulushunun elementlərine yeni QOST. METİ-nin ishleri, Neqliyyat, 4-9s. 2013
2. Amelin S.B. Dəmir yollarinin elaqələri ve kesishmeləri. Neqliyyat, 262s. 2008
3. Bromberg E. M. Claqsiz yolun dayaniqlighi. Neqliyyat, 67s. 2006
4. Bromberq E.Q. Calaqsiz yol. Transjeldorizdat, 52s. 2010
5. Verigo M. F. Hereket heyetinin kechmesi zamani yolda hereket eden shaquli quvveler. METİ -nin işləri, Transjeldorizdat, 409s. 2015

6. Verigo M.F. Krepkororsk. Demir yolu yolunun guc uchun hesablanmasi qaydalarinin tenzimlenmesi ve bu qaydalarin deyishdirilmesi uchun tekliflər uchun umumi shertler. METI-nin ishleri, Neqliyyat, 4- 48s. 2012
7. Yol ve hereket heyetinin qarshiliqli elaqesi. Transjeldorizdat, 280s. 2006
8. Bromberg E.M. Verigo M. F., Danilov V. N., Frischman M. A. Ershkov O. P. Demir yolunun yuksek suretle hazirlanmasi meseleleri. Transjeldorizdat, METI-nin eserləri, 126s. 2019
9. Ershkov O. P. Dongelerde enine ufuqi quvvelerin hesablamalari. Tranzveldorizdat, METI-nin eserleri. 235s. 2016
10. Çernışeva M. A. Yuksek suret uchun demir yolu yolu ve hereketli heyet. Neqliyyat, 272s. 2014
11. Ivashchenko G.I. Yeni ox kesishmeleri. Neqliyyat, 69s. 2015
12. Kragel A.Q. Ox birleshmelerinin duzeldilmesi. Transjeldorizdat, 223s. 2011
13. Mochenov G.M., Titov V.P. Dəmir yolu, torpaq yatağının qüsurları və zədələnməsi. Nəqliyyat, 49s. 2012
14. Konshin G. G., Titov V.P., Xromov V.I., Naumova N.V. Qatarlarin tesiri altinda torpaq yataghinda gerginlikler ve elastik deformasiyalar. METI- nin ishleri, Neqliyyat, 125s. 2012
15. Popov S.N. Demir yolunun ballast yataghi. Neqliyyat, 183s. 2015
16. Putrya N. N., Krysanov L.G., Mixaylova V.T. Kechidlerinin muasir dizaynlari ve onlarin hereketli yuk altinda ishlemesi. M-nin ishleri, Neqliyyat. 134-163s. 2003

Redaksiyaya daxil olma/Received 11.01.2023
Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 10.02.2023

Məqaləyə istinad: Rüstəmov Y.Y., Axundov Q.N. Sərnişin və yük qatarlarının hərəkəti zamanı torpaq yatağında yaratdığı deformasıyaların tədqiqi. Elmi Əsərlər jurnalı AzMİU, s.75- 82, N1, 2023
For citation: Rustamov Y.Y., Akhundov G.N. Study of deformations caused by passenger and freight trains in the soil bed during the movement. Journal of Scientific works/ Elmi eserler. AzUAC, p.75-82, N1, 2023