

## TƏMİR İŞLƏRİNDƏ UZUNÖLÇÜLÜ CALAQSIZ RELS-ŞPAL ÇƏRÇİVƏSİNDƏ YARANAN GƏRGİNLİK VƏ DEFORMASIYALARIN TƏDQIQI

**Əhmədov Heybətulla Mabud oğlu**- t.e.d., prof., Nəqliyyat texnikası və idarəetmə texnologiyaları kafedrası, AzTU, heybetahmed@aztu.edu.az

**Axundov Qəzənfər Nəsrulla oğlu**- baş müəllim, Nəqliyyat texnikası və idarəetmə texnologiyaları kafedrası, AzTU, qezenfer.axundov@student.aztu.edu.az

**Annotasiya.** Məqalədə uzunölçülü calaqsız rels-şpal çərçivəsinin alt quruluşunda təmir işləri apararkən, onun qaldırılması və ya üzərinə ağır çəkili yol maşınlarının çıxması ehtiyacından yaranan gərginlikdən yolun həmin hissəsində formalanan qüvvənin təsirindən qalıq deformasiyasının fəsadları və onların aradan qaldırılması tədbirlərindən bəhs edilir. Calaqsız rels-şpal çərçivəsinin əyilməsindən yaranan uzununa qalıq yerdəyişmə yolun üst hissəsinin bütün elementlərinə mənfi təsir göstərərək, onların xidmət müddətini azaldır. Təcrübələr göstərir ki, şpalların altında çınqıl ballast qatını lazımcıca möhkəmləndirməklə, taxılma və ya klemmalı boltları lazımcıca bərkitməklə rels-şpal çərçivəsinin uzun müddət blə mənfi təsirlərə məruz qalmaması üçün yaxşı şərait yaratmaq olar. Təmirdən sonra relslərin uzunluğu boyunca qalıq yerdəyişmə səbəbindən yarana biləcək əlavə qüvvəni hesablamqla, bu məsələnin baş verməməsi üçün proqnoz da vermək olar. Rels-şpal çərçivəsinin bundan sonrakı işləmə dövrü üçün elə şərait yaratmaq lazımdır ki, onun quruluşunda yerdəyişmələr və əyilmələr baş verməsin. Ballast prizmasını xüsusi maşınlar vasitəsilə möhkəmləndirməklə və relsləri lazımcıca bərkitilmə rels-şpal çərçivəsinin uzununa istiqamətdə vəziyyətinin stabilləşdirilməsini tam təmin etmək mümkündür.

**Açar sözlər:** dəmir yolu, calaqsız rels, rels-şpal çərçivəsi, relsin uzunluğu boyunca yaranan dartıcı qüvvə, uzununa sıxıcı qüvvə, dəmir yolunun təmir işləri, calaqsız yolun üst quruluşu, ballast prizması

## IN REPAIR WORKS IN A LONG DIMENSIONAL BEAMLESS RAIL-SLEEPER FRAME RESEARCH OF TENSION AND DEFORMATIONS

**Ahmadov Heybatulla Mabud**- doc. of tech.sc., prof., department of Transport techniques and management technologies, AzTU, heybetahmed@aztu.edu.az

**Akhundov Gazanfar Nasrulla**– senior lecturer, department of Transport techniques and management technologies, AzTU, qezenfer.akhundov@student.aztu.edu.az

**Abstract.** In the article, the consequences of the residual deformation caused by the force formed in that part of the road due to the tension caused by the need to lift it or the need for heavy road vehicles to climb on it while carrying out repair work on the substructure of the long-range rail-sleeper frame and the measures to eliminate them are discussed. Longitudinal residual displacement has a negative effect on all elements of the upper part of the road, reducing their service life. Experiences show that by properly strengthening the gravel ballast layer under the sleepers, by properly tightening the anchoring or clamping bolts, there are good conditions for the rail-sleeper frame not to be exposed to negative effects for a long time. can be created. After the repair, the additional force that may arise due to the residual displacement along the length of the rails can be calculated, and a forecast can be made so that this problem does not occur. displacements and bending should not occur. By strengthening the ballast prism with special machines and properly fixing the rails, it is possible to fully stabilize the position of the rail-sleeper frame in the longitudinal direction.

**Keywords:** railway, trackless rail, rail-sleeper frame, tensile force along the length of the rail, longitudinal compressive force, railway repair work, superstructure of trackless track, ballast prism

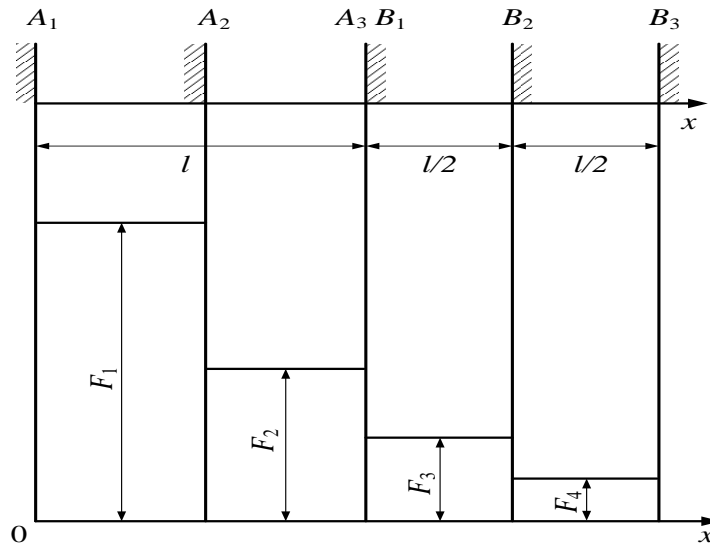
**Giriş.** Calaqsız relslərin düzləndirilməsi əməliyyatları zamanı təmir işlərinin texnoloji üsul və vasitələrinə ciddi təsir göstərən bəzi xüsusiyyətlərin nəzərə alınmasını tələb olunur. Bu xüsusiyyətlər calaqsız yolda relslərin təmir olunan əyilmiş hissəsinin uzunluğu boyunca təsir göstərən ilkin

qüvvələrin mənşəindən və rels-şpal çərçivəsinin hansı şəraitlərdə və necə düzləndirilməsindən asılı olur [1].

**Məsələnin qoyuluşu.** Məlumdur ki, çox nadir hallarda calaqsız relslərin kiçik bir hissəsinin altında müəyyən bir işin görülməsi zərurəti yarandıqda (məsələn, kiçik uzunluqlu dəmiryol körpülərində aşırımın dəyişdirilməsi, dəmir yolunun altından hər-hansı bir kommunikasiya vasitəsinin keçirilməsi zamanı və s.), relsləri kəsmədən əyərək və sonra həmən düzləndirməklə bu işləri yerinə yetirmək mümkündür. Bu zaman, relsləri əyərək meydana çıxan uzununa dartıcı qüvvənin təsirindən, relslər düzləndirildikdən sonra, əyilmiş hissənin uclarında bu təsirdən yaranan qalıq yerdəyişmə səbəbindən relslərin uzunluğu boyunca nisbətən kiçik sıxıcı gərginlik yaranır [2, 3].

Əgər təmir işləri qəbul edilmiş texnoloji prosesə uyğun aparılırsa, onda rels-şpal çərçivəsinin növbəti dəfə əyilmə əməliyyatından sonra (əgər bu məcburiyyət yaranarsa) düzləndirilməsindən, relslərin uzunluğu boyunca əvvəlki əyilmədə yaranmış dartıcı qüvvənin qiymətində və resboyunca onun paylanma xarakterində ciddi dəyişiklik yaranacaqdır [4]. Bu baxımdan, təmir işlərində hidravlik qaldırıcıdan istifadə etməklə relslərin qaldırılması zamanı relsin ilkin əyilməyə məruz qalmasından yaranan uzununa dartıcı qüvvənin çox kiçik qiymətə malik olması səbəbindən hesbammalada onu nəzərə almamaq olar.

**Məsələnin həlli.** Hidravlik qaldırıcıdan istifadə etməklə növbəti relsin qaldırılması zamanı birinci relsdə yaranan uzununa dartıcı qüvvənin qiymətinin azalma qanunauyğunluğunu fərqli sonluqlar üsulu ilə təyin etmək olar [5]. Bunu şəkil 1-də verilmiş sxemdən daha aydın görmək mümkündür. Əgər bizi, prosesin miqdar xarakteristikası deyil, hadisənin bu hal üçün xarakterik olan ancaq keyfiyyət tərəfi maraqlandırarsa, onda bunun üçün relsin əyilən hissəsinin sağ və sol kənarlarından sonra rels-şpal çərçivəsinin uzununa yerdəyişməyə qarşı müqaviməti qəbul edilməlidir.



**Şəkil 1.** Relsdə yaranan uzununa dartıcı qüvvənin qiymətinin azalmasını xarakterizə edən sxem [5]

Rels-şpal çərçivəsinin uzununa yerdəyişməsi relslərin uzununa oxunun artmasına və dartıcı qüvvənin yaranmasına səbəb olur. Əgər relsdən hər hansı bir  $\Delta l$  qədər kiçik parça kəşib, sonra onu dartıb birləşdirdikdə də belə deformasiya yaranacaq [6,7]. Ona görə də Huk qanununa görə relsin  $l$  uzunluğunda yaranan qüvvə ( $F$ ) aşağıdakı düsturla hesablanabilir:

$$F = \frac{\Delta l}{l} E \omega, \quad (1)$$

burada  $\omega$  - relsin en kəsiyinin sahəsi, sm;  $E$  - rels poladının elastiklik modulu olub,  $E = 2,1 \times 10^6$  kQs/sm<sup>2</sup> ( $2,1 \times 10^5$  MPa) qəbul edilir.

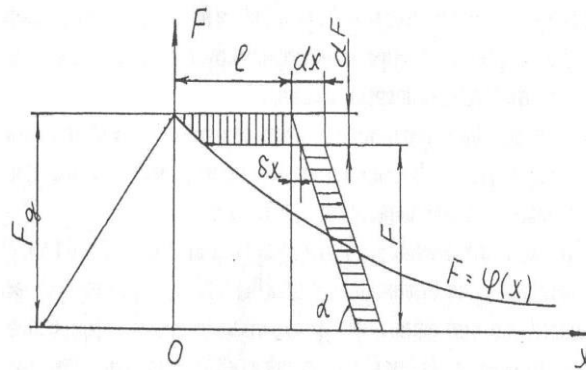
Sxemə əsasən qəbul edək ki, rels  $A_2$  və  $B_2$  nöqtələrində sərt bağlanıb və  $l$  məsafəsi sabit saxlanmaqla  $B_1$  nöqtəsində isə o, bağlantıdan azad edilib. Relsin bu formada bağlantısının

sürüşdürülməsi sxemi, yolun hidravlik qaldırıcı ilə qaldırılaraq şpalların altının bərkidilməsi və ya relsin ümumi səviyyəyə uyğun düzləndirilməsi (rixtovka) prosesinə uyğun gəlir. Sadələşdirmə aparmaq məqsədilə, tutaq ki,  $A_1A_2 = \ell/2$ -dir. Onda, yolun uzunluğu boyunca  $A_2B_2$  hissəsində təsir göstərən dartıcı qüvvənin qiyməti  $A_1B_1$  hissəsindəkindən iki dəfə kiçik olacaqdır [1]. Növbəti belə bağlantıların bu formalı sürüşdürülmələrində relsin uzunluğu boyunca yaranan bu əlavə dartıcı qüvvənin qiyməti ( $F_b$ ) də iki dəfə azalacaqdır, yəni:

$$F_b = \frac{\Delta l E \omega}{2nl}, \quad (2)$$

burada  $n$  - rels bağlantısının sürüşdürülmələrinin sayı olub,  $n = 1, 2, 3, \dots$  qəbul edilir. Onda,  $\lim_{n \rightarrow \infty} F_b = 0$  olur ki, bu da yuxarıda qeyd edilənləri sübuta yetirir.

Çınlıqtəmizləyən maşının (ŞOM) rels-şpal çərçivəsi üzərində hərəkəti zamanı relsin uzunluğu boyunca yaranan dartıcı qüvvənin qiymətinin dəyişmə qanunauyğunluğu, yuxarıda qeyd edilən yerdəyişmə halı üçün də xarakterikdir. Çınlıqtəmizləyən maşının relslər üzərində hərəkəti zamanı təkərlərin altında relslərin əyilməsi də bu zaman daima yerini dəyişir [8]. Bu halda, maşının qarşısındakı təmir olunn sahənin əvvəlində əyilmədən relsin uzunluğu boyunca yaranan qüvvə rels-şpal çərçivəsini irəliyə doğru getdikcə daha çox daformasiyaya uğradacaqdır. Maşın irəliyə doğru kiçik  $dF$  məsəəsi qədər yerini dəyişdikcə, relsin uzunluğu boyunca yaranan qüvvənin qiyməti də  $dF$  qədər azalacaqdır (şək.2). Deformasiyalar zamanı enerjinin saxlanması qanunun görə 2 sayılı şəkildə göstərilən müxtəlif formada ştrixlənmiş sahələr bir-birinə bərabər olmalıdır. Şəkildə göstərilmiş ştrixlənmiş sahələrin bir-birinə bərabər olması şərtinə görə, rels-şpal çərçivəsi üzərində çınlıqtəmizləyən maşının hərəkəti zamanı relsin uzunluğu boyunca yaranan qüvvənin dəyişməsini aşağıda göstərilən differensial tənliklə xarakterizə etmək olar:



**Şəkil 2.** Çınlıqtəmizləyən maşının calaqsız rels-şpal çərçivəsi üzərində hərəkəti zamanı  $F(x)$  asılılığının dəyişmə sxemi [5]

$$-l dF = F(dx - \delta x) \quad (3)$$

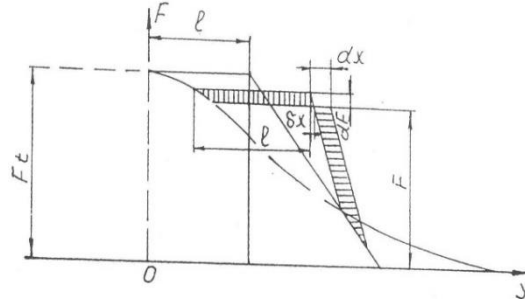
burada  $\delta x$  - relsin elementar qalıq deformasiyası;  $\delta x = dF / r$ ;  $r$  - relsin əyilmiş hissəsinin sağ və sol kənarlarında onun uzununa yerdəyişməsinə qarşı müqaviməti olub,  $r = 10,0 \div 13,5$  kQs/sm qəbul edilir.  $x = 0$  olduqda,  $F = F_b$  başlanğıc şərti üçün:

$$x = l \ln \frac{F_b}{F} + \frac{F_b - F}{r} \quad (4)$$

(4) düsturundan görünür ki, çınlıqtəmizləyən maşının hərəkəti zamanı calaqsız relsin ilkin deformasiyasından onun uzunluğu boyunca yaranan əlavə qüvvənin qiyməti azalaraq, sonda sıfıra bərabər olur. Bu dəyişiklik elə sürətlə baş verir ki, məsələn, çınlıqtəmizləyən maşın hərəkətə başlayıb 50 m məsafəni qət edincə, relsin uzunluğu boyunca yaranan əlavə dartıcı qüvvənin qiyməti elə kiçik bir həddə çatır ki, onu hesablamalarda nəzərə almamaqda olar.

Relsin uzunluğu boyunca yaranan əlavə dartıcı qüvvənin qiymətinin dəyişmə qanunauyğunluğunun yuxarıda qeyd edilmiş ardıcılıqla müəyyən edilməsi, calaqsız rels-şpal

çərçivəsi boyunca temperaturun təsirindən yaranan qüvvənin ( $F_t$ ) bərabər paylanması halı üçün yerinə yetirilmişdir.  $F_t$  qüvvəsinin rels-şpal çərçivəsi boyunca qeyri- bərabər paylanması halında çınqiltəmizləyən maşının hərəkəti zamanı calaqsız relslərdə yaranan bu qeyri-bərabər paylanma dəyişəcəkdir. Məsələn, relslərin uzunluğu boyunca yaranan dartıcı qüvvənin epyüründə (şəkil 3) "pilləvarilik" mövcuddursa, onda (3) düsturuna əsaslanan prinsiplərdən aşağıdakı düsturu alarıq:



**Şəkil 3.** Çınqiltəmizləyən maşının calaqsız rels-şpal çərçivəsinin sonuna yaxın hissəsi üzərində hərəkəti zamanı  $F(x)$  asılılığının dəyişmə sxemi [5]

$$-l dF = \frac{(dx - \delta x) \left( x - \frac{F_t - F}{r} \right)}{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \alpha_1} \quad (5)$$

burada  $\alpha$  - xətti genişlənmə əmsalı olub,  $\alpha = 11,8 \times 10^{-6}$  1/dərəcə qəbul edilir.

$2lr^2 \zeta^{-1} = \zeta$ ;  $F + rx - F_t = F_r$ ;  $(\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \alpha_1) = \zeta$  əvəzləmələrini aparıb, yuxarıda qeyd edilən prinsipial şərti də nəzərə almaqla aşağıdakı düsturu yazmaq olar:

$$x = \frac{2\zeta}{r} \left( \ln \frac{\zeta}{\zeta - F_r} + \frac{F_r}{2r} \right) \quad (6)$$

Buradan aydın olur ki, çınqiltəmizləyən maşının calaqsız rels-şpal çərçivəsinin üzərindən keçməsi zamanı relslərin uzunluğu boyunca əyilmədən yaranan qüvvənin qeyri-bərabər paylanması nisbətən müntəzəmləşir. Təmir işlərində relsləri və ya rels-şpal çərçivəsini əyərək və sonra həmən düzləndirməklə bu işlərin yerinə yetirilməsi zamanı, əyilmiş hissənin əyilmə səthi və ya digər istiqamət boyunca relslərin dayanıqlı vəziyyəti pozulur. Relslərin əyilməsi onların dayanıqlığının pozulmasının səbəbi və ya nəticəsi kimi rol oynaya bilər [9]. Əgər rels-şpal çərçivəsi şpallara bərkidilməyibsə, əyilmə zamanı yaranan uzununa sıxıcı qüvvənin təsirindən o, öz dayanıqlığını itirə bilər. Nəzərə alsaq ki, üüfiqi istiqamətə nisbətən şaquli istiqamətdə relsin en kəsiyinin ətalət momenti təqribən altı dəfə çoxdur, onda, bağlanmayaraq sərbəst qoyulmuş rels-şpal çərçivəsi öz dayanıqlığını üfiqi müstəvi üzrə itirəcəkdir.

Bəzi təcrübi məqsədlər üçün rels-şpal çərçivəsinin hansı hissəsinin və hansı temperaturlar fərquində ( $\Delta t$ ) dayanıqlığını itirilmədən bərkidildiyini bilmək lazımdır. Relslərin birtərəfli əyilməsi halı üçün uzununa sıxıcı kritik qüvvənin ( $F_{kr}$ ) təyin edilməsi üçün Eylər düsturundan istifadə etmək olar:

$$F_{kr} = 4\pi^2 \frac{EJ}{l^2} \quad (7)$$

burada  $EJ$  - relsin və ya rels-şpal çərçivəsinin əyilmə müstəvisi üzrə sərtliyi;  $\pi$ -çevrə uzunluğunu xarakterizə edən göstərici olub,  $\pi = 3,14$  qəbul edilir.

Rel-şpal çərçivəsinin dayanıqlığı itirildikdə, relslərin uzunluğu boyunca oxları əyilsə, onda dayanıqlıq hər iki tərəfə pozulur. Belə olduqda  $l$  göstəricisinin eyni qiymətində  $F_{kr}$  göstəricisinin qiyməti təqribən iki dəfə böyük olacaqdır. Bununla əlaqədar olaraq, relslərin uzunluğu boyunca oxlarının əyilməsindən onların dayanıqlığının hər iki tərəfə pozulması halları o vaxt baş verir ki,

əyilmiş hissənin ortasında relslərin yanlara yerdəyişməsinə qarşı hər hansı bir maneə mövcud olsun [10].

Birtərəfli əyilmiş rels-şpal çərçivəsinin əyri hissəsinin düzləndirilməsi zamanı mövcud uzununa sıxıcı qüvvə artaraq, rels-şpal çərçivəsinin hər iki tərəfə əyilməsinə səbəb ola biləcək kritik həddə çata bilər. Rels-şpal çərçivəsinin əyri hissəsinin forması birtərəfli əyilmədən ikitərəfliyə, sonra isə relslərin düzxətli oxunun digər tərəfinə doğru yenə də birtərəfli əyilməyə çevrilir. Bəzi texnoloji tədbirlərdən istifadə etməklə çalışmaq lazımdır ki, belə əyilmənin baş verməməsi üçün relsin əyilmiş oxunun formasını dəyişmədən rels-şpal çərçivəsinin elastiki əyri hissəsi düzləndirilsin [11].

Rels-şpal çərçivəsinin (həmçinin relslərin də) dayanıqlığının pozulması praktiki olaraq ancaq üfiqi istiqamətdə baş verir. Taxılma və klemmalı boltlar möhkəm bağlandıqda belə rels-şpal çərçivəsinin ətalət momenti üfiqi istiqamətə nisbətən şaquli istiqamətində 2-3 dəfə yüksək olur.

Təcrübə göstərir ki, rels-şpal çərçivəsinin təmir işləri zamanı onun dayanıqlığının pozulması hallarına təsadüf edilir. Bir qayda olaraq, belə hallarda yolun üst hissəsinin elementlərində xüsusi tədbirlər tələb edən plastiki deformasiyalar meydana çıxır. Ancaq, meydana çıxan əyilmələrin ballast qatını bərkitməklə aradan qaldırılması əlavə vaxt və məsrəf tələb edir. Ona görə də rels-şpal çərçivəsinin təmir işləri zamanı onun dayanıqlığının pozulması hallarını aradan qaldırmaq lazımdır [12]. Bu məqsədlə, müxtəlif maşın və mexanizmlərdən istifadə etməklə calaqsız rels-şpal çərçivəsinin təmir işlərini yerinə yetirərkən, hansı şərtlərin onun dayanıqlığını təmin etdiyini müəyyən etmək lazımdır.

Əgər, rels-şpal çərçivəsinin uzunluğu boyunca onun sərbəst aşırımında eninə yerdəyişmə müqavimətinin paylanmadığı halda qaldırıcı maşın çərçivəni asılmış vəziyyətdə saxlayaraq işləyirsə, onda bu hal üçün çərçivənin üfiqi müstəvidə dayanıqlığı (7) düsturuna oxşar Eyler sıraları ilə hesablanı bilər. Beləliklə, dayanıqlıq şərtini aşağıdakı bərabərsizlikdən təyin etmək olar:

$$F_t + F_d < F_{kr} \quad (8)$$

burada  $F_d$  - rels-şpal çərçivəsinin qaldırıcı maşınla endirilməsi zamanı yaranan əlavə sıxıcı qüvvədir.

Məlumdur ki, calaqsız dəmir yolunun üst hissəsinin möhkəmliyə hesablanması zamanı rels-şpal çərçivəsindəki temperatur gərginliyi aşağıdakı düsturla müəyyən edilir [2, 6]:

$$\sigma_t = \alpha E \Delta t \approx 25 \Delta t \quad (9)$$

burada  $\Delta t$  - relslərin temperaturu ilə rels-şpal çərçivəsinin şpallara bərkidilmə temperaturu arasındakı fərkdir.

(9) dusturunu nəzərə almaqla (8) düsturuna əsasən ağır tipli yol maşınlarının işləməsi zamanı rels-şpal çərçivəsinin şpallara bərkidilmə temperaturunun icazə verilən artımını aşağıdakı düsturla təyin etmək olar:

$$\Delta t_g < \frac{F_{kr} - F}{\alpha E \omega} \quad (10)$$

Dəmir yolunun təmir işlərində istifadə edilən maşınların konstruktiv xüsusiyyətləri  $F_{kr}$  və  $F_d$  göstəricilərinə, həmçinin  $\Delta t_g$  göstəricisinin qiymətinə təsir göstərir. Ona görə də mövcud və yeni layihələndirilən yol maşınlarını  $\Delta t_g$  göstəricisinin calaqsız yolda icazə verilən həddinə əsasən qiymətləndirirlər.  $\Delta t_g$  göstəricisinin istənilən qiymətindən asılı olaraq bu maşınların konstruksiyasında uyğun dəyişikliklər təklif etmək olar. Məsələn, onların sərbəst aşırımını qısaltmaq, maksimal qaldırma hündürlüyünü məhdudlaşdırmaq, paylayıcı və əlavə fiksasiyaedici quruluşlar tətbiq etmək və s. Ağır tipli yol maşınlarında qeyd edilən konstruktiv dəyişikliklərin yerinə yetirilməsi vasitəsilə calaqsız relslərin bərkidilməsinin icazə verilən temperatur artımını xeyli yüksəltmək mümkündür. Bu tədbirlər vasitəsilə calaqsız rels-şpal çərçivəsinin dayanıqlığını, belə maşınların yolda işlədiyi müddətdə də təmin etmək olar. Təmir olunan yoldan bu maşınlar çıxarıldıqdan sonra calaqsız relslərin dayanıqlığı ancaq relslərdəki uzununa sıxıcı qüvvənin qiymətinə, yolun üst hissəsinin konstruksiyasına və onun vəziyyətinə görə müəyyən edilir.

Təmir olunan hissədə calaqsız yolun üst quruluşunun vəziyyəti balastlaşmanın keyfiyyəti (çınqıl prizmasının həndəsi əhatələnməsi və ballast qatının bərkidilmə dərəcəsi) ilə təyin edilir. Rels-şpal çərçivəsinin yolun planındakı vəziyyəti və boltların bağlanması zamanı burucu momentin



qiyməti də bu məsələdə müəyyən rol oynayır. Ancaq burada əsas təsir faktoru calaqsız yolun uzunluğu boyunca yaranan qüvvə, daha doğrusu, rels-şpal çərçivəsinin quraşdırılma temperaturudur.

Ballast prizmasının və relslərin şpallara bərkidilməsinin normal vəziyyətlərində istismar prosesi zamanı relslərin şpallara nəzərən və rels-şpal çərçivəsinin ümumilikdə uzununa qalıq yerdəyişməsinə təsadüf edilmir. Calaqsız relslərin istismar edildiyi yollarda aparılan tədqiqatlar göstərir ki [13], təmir işləri zamanı çınqıl materiallı ballast qatının qarışdırılmasından yaranan boşluqların aradan qalxması nəticəsində təmirdən sonra yolda gedən stabilləşmə dövründə meydana çıxan qüvvənin təsirindən rels-şpal çərçivəsi 30 mm-ə qədər yerini dəyişmişdir. Çınqıltəmizləyən maşının işçi gedişi nəticəsində hərəkət istiqaməti boyunca rels-şpal çərçivəsinin uzununa yerdəyişməsi baş verir. Bu yerdəyişməni aşağıdakı düsturla təyin etmək olar:

$$\Delta l = \pi^2 \frac{h^2}{4l} \quad (11)$$

burada  $h$  - rels-şpal çərçivəsinin qaldırılma hündürlüyüdür.

Rels-şpal çərçivəsinin uzununa belə yerdəyişməsi onun "hamarlanmas" adlanır. Təcrübələr göstərir ki, çınqıltəmizləyən maşının hərəkəti nəticəsində belə yerdəyişmənin qiyməti  $\Delta l = 12 \div 15$  mm olur [13]. Ağır yol maşınlarının relslərin qaldırılması ilə məşğul olduğu zaman rels-şpal çərçivəsində meydana çıxan yerdəyişmə, yolun stabilləşmə dövründə yaranan uzununa sürüşmə ilə cəmlənir. Rels-şpal çərçivəsinin təmiri zamanı, əgər yolun təmir olunan hissəsinin əvvəli və ya axırı tarazlayıcı aşırımdan kənara düşürsə, onda relslərin uzunluqları boyunca yaranan (yolun stabilləşmə dövründəki yerdəyişmə də nəzərə alınmaqla) qalıq yerdəyişmədən ( $\lambda_c$ ) təmir olunan hissədə calaqsız yolboyunca uzununa əlavə qüvvələr ( $F_y$ ) yaranır. Təmir olunan yol hissəsinin başlanğıcında bu qüvvə dartıcı, sonunda isə sıxıcı xarakterli olur.

Yuxarıda qeyd edilən yerdəyişmələrdən yolboyunca yaranan uzununa qüvvəni aşağıdakı diferensial tənliyi həll etməklə müəyyən etmək olar [14]:

$$\frac{d^2 \lambda}{dx^2} = \frac{r(\lambda)}{E\omega} \quad (12)$$

$r(\lambda) = 15,3\sqrt[3]{\lambda}$  empirik asılılıqdan [4] istifadə edərək (12) düsturuna əsasən aşağıdakı göstəriciləri təyin etmək olar:

$$F = 4,8\sqrt{E\omega\lambda^{2/3}} \quad (13)$$

$$x = 0,6\sqrt{E\omega\lambda^{2/3}} \quad (14)$$

$$F = \frac{12,5x^2}{\sqrt{E\omega}} \quad (15)$$

$F$ ,  $\lambda$  və  $x$  göstəriciləri arasındakı əlaqə məlum olduqdan sonra qalıq yerdəyişmənin ( $\lambda_c$ ) qiymətinə əsasən calaqsız yolun təmir olunan hissəsinin sərhəddində yaranan uzununa sıxıcı qüvvənin ( $F_y$ ) epyürünü qurmaq olar.  $\lambda_c E\omega$  göstəricilərinin epyüründə [14] sahələrin bərabərliyini nəzərə almaqla (15) düsturuna əsasən calaqsız relslərdə qalıq yerdəyişmə səbəbindən yaranan uzununa qüvvənin maksimal qiymətini aşağıdakı düsturla təyin etmək olar:

$$F_{y_{\max}} = 3,0\sqrt{E\omega\lambda_c^{2/3}} \quad (16)$$

Calaqsız rels-şpal çərçivəsinin əyilməsindən yaranan uzununa qalıq yerdəyişmə ( $\lambda_c$ ) yolun üst hissəsinin bütün elementlərinə mənfi təsir göstərərək, onların xidmət müddətini azaldır. Təmirdən sonra dəmir yolu boyunca rels-şpal çərçivəsinin stabilləşmə və bundan sonrakı işləmə dövrü üçün əlverişli şərait yaratmaq lazımdır ki, onun quruluşunda yerdəyişmələr və əyilmələr baş verməsin. Təcrübələr göstərir ki, şpalların altında çınqıl ballast qatını lazımcınca möhkəmləndirdikdə, rels-şpal çərçivəsinin uzun müddət belə mənfi təsirlərə məruz qalmaması üçün yaxşı şərait yaratmaq olar. Ballast prizmasını VPO və VPR maşınlarının köməyi ilə möhkəmləndirməklə, rels-şpal çərçivəsinin uzununa istiqamətdə vəziyyətinin stabilləşdirilməsini tam təmin etmək mümkündür.

**Nəticə.** Beləliklə də aydın olur ki, dəmir yolunun istismarı prosesində calaqsız rels-şpal çərçivəsinə düzgün xidmət göstərilmədikdə (taxılma və ya klemmalı boltların lazımınca sıxılmamasından, onların getdicə boşalması səbəbindən) relslərin horizontal müstəvi üzrə əylərək yanlara qaçma halları baş verir ki, bu da qatarların hərəkətində çox böyük təhlükə yaradır. Ona görə də təmirdən sonra relslərin uzunluğu bəyuncə qalıq yerdəyişmə səbəbindən yarana biləcək əlavə qüvvəni (16) sayılı düsturun köməyi ilə hesablamaqla, bu məsələnin baş verməməsi üçün proqnoz vermək olar.

### Ədəbiyyat

- 1.Əhmədov H.M. 2011. Dəmir yollarının konstruksiyası və hesabı. s.254. Bakı, Təhsil. NPM
- 2.Əhmədov H.M., Manafov E.K. 2021. Dəmir yolunun üst quruluşunun texniki vəziyyətinin qiymətləndirilməsi. s.62-66. AR-in Təhsil Nazirliyi yanında Peşə təhsili üzrə Dövlət Agentliyinin Peşə təhsili və insan kapitalı jurnalı, cild 4, №3. Bakı
- 3.Ahmedov H.M., Manafov E.K., Zohrabov N.R. 2021. Expert system for output recommendations at increased loading of the marshalling station. s.248- 251. ATU-da Şərq-Qərb nəqliyyat dəhlizində logistika, idarəetmə və istismar problemləri mövzusunda Beynəlxalq konfrans, Bakı
- 4.Ehmedov H.M. 2005. İstismar prosesində tekerlərdə və relslərdə yaranan gusurların gatarların dinamik xüsusiyyətlərinə təsiri. s.146. Ders vəsaiti. Bakı, AzTU
- 5.Novakovi B. I. 2008. Izmeneniya prodol'nyh sil v processe rabot po splobojnoj pod\*emke besstykovogo puti s primeneniem domkratov
- 10.Hay W.W.2009. Railroad Engineering. John Wiley and Sons, New York
- 12.Terehin L.N. 2014. Opredelenie plotnosti schebeno4nogo ballasta. Vestnik CNI
- 13.Verigo M.F., Kogan A.Ja. 2016. s.560. Vzaimodejstvie puti i podvi#nogo sostava. M.: Transport

### References

- 1.Ahmadov H.M. 2011. Demir yollarinin konstruksiyasi ve hesabi. s.254. Bakı, Tehsil. NPM
- 2.Ahmadov H.M., Manafov E.K. 2021. Demir yolunun ust gurulushunun texniki veziyyetinin giymetlendirilmesi. s.62-66. AR-in Tehsil Nazirliyi yanında Peshe tehsili uzre Dövlət Agentliyinin Peshe tehsili ve insan kapitali jurnalı, jild 4, № 3. Bakı
- 3.Ahmadov H.M., Manafov E.K., Zöhrabov N.R. 2021. Expert system for output recommendations at increased loading of the marshalling station. s.248- 251. ATU-da Sherg- Gerb negliyyat dehlizinde logistika, idareetme ve istismar problemleri mövzusunda Beynelxalg konfrans, Bakı
- 4.Ahmadov H.M. 2005. İstismar prosesində tekerlərdə və relslərdə yaranan gusurların gatarların dinamik xüsusiyyətlərinə təsiri. s.146. Ders vəsaiti. Bakı, AzTU
- 5.Novakovi B. I. 2008. Izmeneniya prodol'nyh sil v processe rabot po splobojnoj pod\*emke besstykovogo puti s primeneniem domkratov
- 10.Hay W.W.2009. Railroad Engineering. John Wiley and Sons, New York
- 12.Terehin L.N. 2014. Opredelenie plotnosti schebeno4nogo ballasta. Vestnik CNI
- 13.Verigo M.F., Kogan A.Ja. 2016. s.560. Vzaimodejstvie puti i podvinogo sostava. M.: Transport

*Məqaləyə istinad: Əhmədov H.M., Axundov Q.N. Təmir işlərində uzunölçülü calaqsız rels-şpal çərçivəsində yaranan gərginlik və deformasiyaların tədqiqi. Elmi Əsərlər/Scientific works, AzMIU, s. 90-96, N1, 2024*

*For citation: Ahmadov H.M., Akhundov G.N. In repair works in a long dimensional beamless rail-sleeper frame research of tension and deformations. Elmi Əsərlər/Scientific works, AzUAC. p.90-96, N1, 2024*

Redaksiyaya daxil olma/Received 11.09.2023

Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 11.11.2023