

DİAQNOSTİK TƏDQİQATLARIN KÖMƏYİ İLƏ DƏMİR YOLUNUN ÜST QURULUŞUNUN TEXNİKİ VƏZİYYƏTİNİN MÜƏYYƏN EDİLMƏSİNİN METODİKİ ARDICILLIĞININ İŞLƏNMƏSİ

Heybətulla Mabud oğlu Əhmədov, Qəzənfər Nəsrulla oğlu Axundov

Azərbaycan Texniki Universiteti, Bakı, Azərbaycan

DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGICAL SEQUENCE OF DETERMINING THE TECHNICAL CONDITION OF THE RAILWAY SUPERSTRUCTURE WITH THE HELP OF DIAGNOSTIC RESEARCH

Heybatulla Mabud Ahmedov, Gazanfar Nesrulla Akhundov

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan: heybetahmed@aztu.edu.az, qezenfer.axundov@aztu.edu.az

https://orcid.org/0009-0001-2798-6477

Abstract. The article mentions the characteristics of the technical conditions of the railway superstructure, as well as the characteristics of corresponding diagnostic signals, and states that it is possible to diagnose the technical condition of any element of the railway by using the possibility of any transmitter. For example, it is possible to predict its collapse limit through a diagnostic signal transmitted from a transmitter that registers the value of the acceleration placed at the crossroads. However, since this example is typical of one element of the road superstructure, it would be good to be able to obtain a multidimensional signal through a single transmitter during diagnostic studies of the road superstructure. This condition can be provided by the oscillations that occur in the track superstructure during the movement of trains. Thus, each $x(t)$ function that can be recorded on the screen of the oscillography, which has the ability to record signals corresponding to these oscillations, has the ability to be presented with the help of a trigonometric polynomial, which is widely used in the study of the technical conditions of the road superstructure elements in the form of dividing the mentioned function into the Fourier series can be used. During the examination of the technical condition of the road superstructure with such diagnostic studies conducted on the railway, taking into account certain conditions characterizing the processes of all its elements and the set of situations of these elements, determining the set of diagnostic signals equivalent to them, designing a special diagnostic system, it is proposed to determine the exact reasons for their technical condition.

Keywords: *operational conditions, railway, road superstructure, diagnostic signal, rail, sleeper.*

© 2023 Azerbaijan Technical University. All rights reserved.

Giriş. Dəmir yolu süni tikililərdən, alt və üst hissələrdən ibarətdir. Süni tikililərə körpülər, tunneller, viaduklar, estakadalar və borular aid edilir. Alt hissə isə torpaq yatağından ibarət olur. Dəmir yolunun üst hissəsi əsasən şpallardan, ballast qatından, relslərdən, əksqaçıcılardan, bağlayıcılardan və yoldəyişənlərdən ibarətdir. İstismar prosesində yolun üst hissəsinin elementləri hərəkət tərkiblərinin təkərlərindən ötürülən qüvvələri və zərbələri qəbul etdiyindən, müəyyən zaman ərzində onun hər bir elementində müxtəlif qüsurlar yaranır. Bu elementlərin vəziyyətlərinin qiymətləndirilməsi üçün diaqnostikanın imkanlarından istifadə edilir. Bu zaman qeyd edilən elementlərin texniki vəziyyətləri onların xarici əlamətlərinə və ya diaqnostik sınaqlar zamanı əldə edilən siqnallara görə fərqlənirlər.

Məsələnin qoyuluşu. Elementlərin vəziyyətləri aşağıdakı ifadə ilə xarakterizə olunan müəyyən vəziyyətlər çoxluğu ilə səciyyələnir:

$$W(f) = \{\omega_i^{(f)}\}; \quad i = 1, 2, \dots, \quad (1)$$

burada $\{\omega_i^{(f)}\}$ - elementlərin sərbəst ani vəziyyətləridir.

Elementlərin ikinci vəziyyətlər çoxluğu kimi $V(f)$ göstəricisini qəbul edək. Bu iki çoxluq göstəricilərinin hər birini müəyyən diaqnostik siqnallar əks etdirir.

Yolun elementlərinin mövcud vəziyyətlər çoxluğu ilə onlara aid olan diaqnostik siqnallar çoxluğu ekvivalent olmalıdır. Əgər yolun elementlərinin müəyyən vəziyyətlər çoxluğunun sayı əldə olunmuş diaqnostik siqnallar çoxluğunun sayından artıqdırsa, onda hansısa elementin texniki vəziyyəti

yətini müəyyən etmək mümkün olmur. Əksinə, əgər, yolun elementlərinin əldə edilən diaqnostik siqnallar çoxluğu vəziyyətlər çoxluğundan artıqdırsa, onda diaqnostik siqnalların sayının artıqlığından yenə də elementlərin vəziyyətlərini təyin etmək çətinləşir [1].

Məsələnin həlli. Diaqnostik sistemlərin tərtib edilməsində yuxarıda qeyd edilən şərtlər mütləq nəzərə alınmalıdır. Bunun üçün ilk növbədə yolun üst quruluşunun və ya onun elementlərinin vəziyyətlər çoxluğunu müəyyən etmək lazımdır. Qeyd edilən vəziyyətlər aşağıdakı iki şərti təmin etməlidir:

1) biri digərinə zidd olmalıdır (onların törəməsi sıfıra bərabərdir); buradan, əgər, məsələn, dəmir yolunun üst quruluşu aşağıdakı 3 vəziyyətdə olarsa: tam iş qabiliyyətli – $E^{(1)}$; məhdud iş qabiliyyətli – $E^{(2)}$; iş qabiliyyətsiz (nasaz) – $E^{(0)}$, onda:

$$E^{(1)} \cap E^{(2)} \cap E^{(0)} = 0;$$

2) fərqli olmalıdır; dəmir yolunun üst quruluşunun və ya onun elementlərinin sonsuz sayda $E_1, E_2, \dots, E_i, \dots$ vəziyyətlərinin yuxarıda göstərilən 3 vəziyyətlər çoxluğundan hər hansı birinə aid edilməsinin əsasını, qatarların texniki vəziyyətindən asılı olaraq tədqiq edilən yol hissəsində onların hərəkət edə biləcəyi v_i sürətinin yolun bu hissəsi üçün nəzərdə tutulan maksimum sürətə v_{\max} olan nisbəti təşkil edir. $v_i \leq v_{\max}$ şərtinə əsasən yolun üst quruluşunun aşağıdakı fərqli vəziyyətlərini qeyd etmək olar:

$$\frac{v_i}{v_{\max}} = 1 \Rightarrow E_1 \in E^{(1)};$$

$$0 < \frac{v_i}{v_{\max}} < 1 \Rightarrow E_i \in E^{(2)};$$

$$\frac{v_i}{v_{\max}} = 0 \Rightarrow E_i \in E^{(0)}.$$

Yolun üst quruluşunun vəziyyətlərinin təsnifatında vəziyyətlər çoxluğunun ümumi təsnifat qaydalarına əməl olunmalıdır [2].

Dəmir yolunun üst quruluşunun hər hansı vəziyyətinin müəyyən edilmə tələbi aparılan tədqiqatların məqsədindən asılı olur. Məsələn, yoldəyişənlərin vəziyyətinin tədqiqi zamanı onun aşağıda göstərilən 5 cür texniki vəziyyəti təyin edilməlidir:

- 1) yoldəyişən texniki cəhətdən saz vəziyyətdədir və heç bir təmirə ehtiyacı yoxdur (W_1);
- 2) yoldəyişən texniki cəhətdən saz vəziyyətdədir və ancaq yaxın bir neçə gün ərzində təmir olunmalıdır (W_2);
- 3) yoldəyişən texniki cəhətdən istismara yararlı deyil və təcili təmirə ehtiyacı var (W_3);
- 4) yoldəyişən texniki cəhətdən hələ istismara yararlıdır, ancaq hissələrin çox yeyilməsi səbəbindən o, bütünlüklə dəyişdirilməlidir (W_4);
- 5) yoldəyişən, onun üzərilə hərəkət sürətinin azaldılması şərtilə hələ istismara yararlıdır (W_5).

Calaqsız relslər quraşdırılmış dəmir yolunun üst quruluşunun çox isti hava şəraitində vəziyyətlər çoxluğu tamamilə başqa cür təyin edilir. Burada calaqsız yolun üst quruluşunun 2 vəziyyəti mümkündür: dayanıqlı və dayanıqsız.

Yolun üst quruluşunun vəziyyəti təyin edildikdən sonra diaqnoz qoymaq üçün lazım olan diaqnostik siqnallar seçilməlidir. Daha sonra isə vəziyyətlər və diaqnostik siqnal çoxluqları arasında birmənalı uyğunluğu müəyyən etmək lazımdır.

Sadə halların hər bir üçün, artıq qeyd edildiyi kimi, bir vəziyyətə bir diaqnostik siqnal uyğun gəlməlidir. Məsələn, yoldəyişənin tiyəsində çatın yaranması, onu birmənalı olaraq W_3 vəziyyəti xarakterizə edir. Ancaq yolun üst quruluşunun diaqnostikası zamanı onun vəziyyəti ilə bir neçə diaqnostik siqnalların birgə təsirinin qarşılıqlı münasibətini müəyyən etmək kimi hallara tez-tez rast gəlinir. Belə hallarda məsələnin həlli üçün, bir qayda olaraq, şüurlu şəkildə diaqnostik siqnallar çoxluğuna müraciət olunur.

Calaqsız yolun dayanıqlığının araşdırılması ilə bağlı tədqiqatlara nəzər salsaq, bu tədqiqatların qısa müddət ərzində havanın hərərəti çox yüksək olan böyük bir ərazidə həyata keçirilməsi tələbi ortaya çıxır. Burada, yolun vəziyyətinin əlaməti kimi diaqnostik cihazların siqnallarından yox, yolun üst quruluşuna daimi olaraq nəzarət edən işçilərin biliyindən və təcrübəsindən istifadə etmək lazımdır. Beləliklə, bu hal üçün aşağıdakı siqnallar seçilməlidir:

- 1) ballastın lazımı miqdarda olmaması;
- 2) relslərin şpallara zəif bərkidilməsi (məsələn, araqatının sürüşməsindən, yaylı şaybanın sınımasından);
- 3) şpalların yeyilməsi;
- 4) yolun, icazə verilən həddən çox nahamarlığı;
- 5) relslərdə, keçmiş qış dövründə yaranan çatların olması;
- 6) relslərin temperatur gərginliklərinin çıxarılmaması;
- 7) son bir neçə gün ərzində yolun dayanıqlığını pozan işlərin görülməsi;
- 8) güclü günəş radiasiyası olan külək tutmayan sahələrdə yolun quraşdırılması.

Göründüyü kimi, bu diaqnostik siqnallar çoxluğunda $n = 8$ element mövcuddur. Calaqsız yolun tədqiq olunan hissəsində bütün bu diaqnostik siqnalların mövcudluğunda yol dayanıqsız, mövcud olmamasında isə dayanıqlı sayılır. Beləliklə, alınan 8 sayda diaqnostik siqnalların $2^8=256$ sayda müxtəlif birgə təsirləri mövcud ola bilər. Bunların hər birini calaqsız yolun üst quruluşunun 2 vəziyyətindən birinə əvvəlcədən aid etmək olmaz. Bu, yalnız diaqnostik siqnalların təhlilindən, xüsusən də onlarla bağlı kəmiyyət meyarlarını nəzərə alandan sonra mümkün ola bilər. Aydın ki, bu misal ekvivalent olmayan çoxluqlara aid edilir.

Dəmir yolunun üst quruluşunun diaqnostik tədqiqatlarının nəticələrinin emalı zamanı onun vəziyyətini xarakterizə edən aşağıdakı şərtlərə uyğun parametrlər seçilməlidir:

a) hər bir y_i parametri y_j ($i \neq j$) parametrlərindən asılı olmadan dəyişir ki, bu da sərbəstlik dərəcəsi anlayışına uyğun gəlir. Məsələn, relslərə məsafəyə və relslərdən birinin digərinə nəzərən qaldırılmasına fərqli parametrlər kimi baxılsa da, relslərdən birinin həddən artıq çökməsi halında relslərə məsafə dəyişə bilər. Ancaq bu əlaqəyə də birmənalı yanaşmaq olmaz. Yolun üst quruluşunun vəziyyətini xarakterizə edən parametrlərə asılı olmayan parametrlər kimi onda baxmaq olar ki, y_i parametrini əks etdirən funksiyanın mövcud olmadığı halda, bu vəziyyəti xarakterizə edən digər parametrlərin məlum qiymətlərinin köməyi ilə onu təyin etmək mümkün olmasın;

b) $i = 1, 2, \dots, k$ olmaqla $\{y_i\}$ parametrlər çoxluğu tam olmalıdır, yəni bu halda diaqnostik məsələnin bir hissəsini təşkil edən və bunlardan asılı olmayan digər parametrlər olmamalıdır.

Yolun üst quruluşunun diaqnostika məsələləri əksər hallarda verilmiş istismar şəraitləri üçün etibarlılığın vəziyyətinin qiymətləndirilməsinə gətirib çıxarır. Bu, baxılan çoxlu sayda ümumi vəziyyətləri aşağıda göstərilən 2 vəziyyətə gətirib çıxarır:

- 1) işlək $E^{(1)}$;
- 2) işlək olmayan (nasaz) $E^{(0)}$.

Bu zaman parametrlərin əhatə dairəsi aşağıda qeyd edilən müəyyən hədlər daxilində olmalıdır:

$$\left. \begin{aligned} y_{1min} &\leq y_1 \leq y_{1max}; \\ y_{2min} &\leq y_2 \leq y_{2max}; \\ y_{3min} &\leq y_3 \leq y_{3max}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

və ya nömrələnməni ümumiləşdirməklə aşağıda göstərilən ümumi ifadəni almaq olar:

$$y_{i \min} \leq y_i \leq y_{i \max}.$$

Əgər y_i parametrinin qiyməti icazə verilən hədlər daxilində yerləşirsə, onda yolun üst quruluşu saz (işlək) vəziyyətdədir. Əksinə, əgər hər hansı bir parametrin qiyməti icazə verilən hədlərdən kənara çıxırsa, onda yolun üst quruluşunu nasaz (işlək olmayan) vəziyyətə aid etmək lazımdır.

Buradan, praktiki əhəmiyyət kəsb edən aşağıdakı iki nəticə meydana çıxır:

1) əgər çoxlu sayda parametrlərdən hər hansı birinin qiymətinin icazə verilən hədlərdən kənara çıxması yolun üst quruluşunun nasaz vəziyyətini xarakterizə edirsə, onda icazə verilən hədlərin dəqiq təyin edilməsi çox vacib məsələlərdən biri sayılmalıdır. Bəzi tədqiqatçıların fikrincə hətta hərəkət sürətini artırıqda belə, yolun üst quruluşunun müəyyən parametrlərinin icazə verilən hədlərinin genişləndirilməsi üçün imkanlar mövcuddur. Sənaye sahəsində aparılan təcrübələr də göstərir ki, məhsulların istehsalı zamanı texniki nəzarətdə icazə verilən hədlərin genişləndirilməsi, bəzən məhsulun keyfiyyətinin yaxşılaşmasına gətirib çıxarır. Ancaq texnoloji çətinliklər səbəbindən texniki nəzarətdə icazə verilən hədlərin genişləndirilməsi yolverilməzdir. Bu tədbirin, həm yolun üst quruluşuna (məsələn, onun hissələrinin vaxtından tez yeyilməsinə), həm də yolun hərəkət tərkiblərinin təkərləri ilə qarşılıqlı əlaqəsinə (məsələn, hərəkətin səlisliyinin pisləşməsi formasında) təsirini mütəmadi aparılan tədqiqatlarla yoxlanılması vacib sayılır;

2) yolun üst quruluşunun vəziyyətinin təhlilindən belə məlum olur ki, onun bir vəziyyətdən digərinə keçməsi həmişə sonsuz sayda aralıq vəziyyətlərin baş verməsi ilə yaranır. Yolun üst quruluşunun tam işlək vəziyyəti $E^{(1)}$ və nasaz $E^{(0)}$ vəziyyəti arasında mövcud olan çoxlu sayda aralıq vəziyyətlərindən yaranan məhdud iş qabiliyyətinə malik $E^{(2)}$ vəziyyətlər çoxuğu xüsusi maraq doğurur. Yəni, tədqiq olunan yol hissəsinin bu vəziyyətlərində qatarların yolda nisbətən kiçik sürətlə və ya hərəkət tərkibində müəyyən məhdudiyətlər nəzərdə tutmaqla (məsələn, təkər cütündə oxa düşən qüvvəni müəyyən qədər məhdudlaşdırmaqla) hərəkətinə icazə verilir.

Alınan nəticələrin tətbiqi. Texniki diaqnostikanın əsaslarında göstərilir ki, texniki qurğulardakı sərbəstlik dərəcələrinin sayı ilə asılı olmayan diaqnostik siqnalların sayının bərabər olması şərti, bu qurğulara diaqnozun qoyulması üçün əsas şərti kimi qəbul edilə bilər. Bu halda dəmir yolunun üst quruluşunun bütün elementləri müasir diaqnostika vaqonlarında quraşdırılmış diaqnostika qurğuları ilə diqqət mərkəzində saxlanıldığı üçün diaqnostik tədqiqatlar zamanı yuxarıda qeyd edilən şərtin yerinə yetirilməsi heç bir çətinlik yaratmır.

Nəticə. Beləliklə aydın olur ki, dəmir yolunun üst quruluşunun texniki vəziyyətlərinin xarakteristikaları kimi, bunlara uyğun diaqnostik siqnalların da xarakteristikaları mövcuddur. Bu halda sübut etmək olar ki, hər hansı bir vericinin imkanından istifadə etməklə dəmir yolunun hər hansı elementinin texniki vəziyyətinə diaqnoz qoymaq mümkündür. Məsələn, yoldəyişənin çarpazında yerləşdirilmiş sürətlənmənin qiymətini qeydə alan vericidən ötürülən diaqnostik siqnal vasitəsilə onun çökmə həddini proqnozlaşdırmaq olar. Ancaq bu misal yolun üst quruluşunun bir elementi üçün xarakterik olduğundan, yaxşı olar ki, yolun üst quruluşunun diaqnostik tədqiqatları zamanı bir verici vasitəsilə çoxölçülü siqnal əldə etmək mümkün olsun. Bu şərti, qatarların hərəkəti zamanı yolun üst quruluşunda meydana çıxan rəqslər təmin edə bilər. Belə ki, bu rəqslərə uyğun siqnalları qeydə almaq imkanına malik olan ossilloqrafın ekranında qeyd oluna biləcək hər bir $x(t)$ funksiyası triqonometrik çöxləndirilmənin köməyi ilə təqdim olunmaq imkanına malikdir ki, bunun da qeyd edilən funksiyanın Furye sırasına ayrılması formasında yolun üst quruluş elementlərinin texniki vəziyyətlərinin tədqiqində geniş istifadə edilməsi mümkündür. Dəmir yolunda aparılan bu cür diaqnostik tədqiqatlarla yolun üst quruluşunun texniki vəziyyətinin araşdırılması zamanı istismar şəraitlərində onun bütün elementlərində gedən prosesləri səciyyələndirən müəyyən şərtləri və bu elementlərin vəziyyətlər çoxluğunu nəzərə almaqla, onlara ekvivalent olan diaqnostik siqnallar çoxluğunu müəyyən edib, xüsusi diaqnostik sistem tərtib etməklə, onun bu cür texniki vəziyyətlərinin dəqiq səbəblərinin müəyyən edilməsi, həmçinin bu səbəblərin vaxtında aradan qaldırılması ilə yolun texniki cəhətdən saz vəziyyətinin təmin olunması mümkün olar.

ƏDƏBİYYAT

1. Əhmədov, H.M., Manafov, E.K. Dəmir yolunun üst quruluşunun texniki vəziyyətinin qiymətləndirilməsi. Bakı, AR-in Təhsil Nazirliyi yanında Peşə təhsili üzrə Dövlət Agentliyinin "Peşə təhsili və insan kapitalı" jurnalı, 2021. cild 4, № 3, s. 62-66.
2. Konopaci G. Opewnym modelu klasyfikacji. Księga referatów. Drugiej Krajowej Konferencji Informatyków. Poznań, 2013, c.130-134.

DİAQNOSTİK TƏDQİQATLARIN KÖMƏYİ İLƏ DƏMİR YOLUNUN ÜST QURULUŞUNUN TEXNİKİ VƏZİYYƏTİNİN MÜƏYYƏN EDİLMƏSİNİN METODİKİ ARDİCİLLİĞİNİN İŞLƏNMƏSİ

H.M.Əhmədov, Q.N.Axundov

Xülasə. Məqalədə dəmir yolunun üst quruluşunun texniki vəziyyətlərinin xarakteristikaları kimi, bunlara uyğun diaqnostik siqnalların da xarakteristikalarının mövcud olduğu qeyd edilir və bildirilir ki, hər hansı bir vericinin imkanından istifadə etməklə dəmir yolunun hər hansı elementinin texniki vəziyyətinə diaqnoz qoymaq mümkündür. Məsələn, yoldəyişənin çarpazında yerləşdirilmiş sürətlənmənin qiymətini qeydə alan vericidən ötürülən diaqnostik siqnal vasitəsilə onun çökmə həddini proqnozlaşdırmaq olar. Ancaq, bu misal yolun üst quruluşunun bir elementi üçün xarakterik olduğundan, yaxşı olar ki, yolun üst quruluşunun diaqnostik tədqiqatları zamanı bir verici vasitəsilə çoxölçülü siqnal əldə etmək mümkün olsun. Bu şərti, qatarların hərəkəti zamanı yolun üst quruluşunda meydana çıxan rəqslər təmin edə bilər. Belə ki, bu rəqslərə uyğun siqnalları qeydə almaq imkanına malik olan ossilloqrafın ekranında qeyd oluna biləcək hər bir $x(t)$ funksiyası triqonometrik çöxhədlinin köməyilə təqdim olunmaq imkanına malikdir ki, bunun da qeyd edilən funksiyanın Furiye sırasına ayrılması formasında yolun üst quruluş elementlərinin texniki vəziyyətlərinin tədqiqində geniş istifadə edilməsi mümkündür. Dəmir yolunda aparılan bu cür diaqnostik tədqiqatlarla yolun üst quruluşunun texniki vəziyyətinin araşdırılması zamanı istismar şəraitlərində onun bütün elementlərində gedən prosesləri səciyyələndirən müəyyən şərtləri və bu elementlərin vəziyyətlər çoxluğunu nəzərə almaqla, onlara ekvivalent olan diaqnostik siqnallar çoxluğunu müəyyən edib, xüsusi diaqnostik sistem tərtib etməklə, *onun bu cür texniki vəziyyətlərinin dəqiq səbəblərinin müəyyən edilməsi təklif olunur.*

Açar sözlər: *istismar şəraiti, dəmir yolu, yolun üst quruluşu, diaqnostik siqnal, rels, şpal.*

Accepted: 22.11.2023