

DƏMİR YOLUNUN ÜST QURULUŞUNUN TEXNİKİ VƏZİYYƏTİNİN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ



Heybətulla Əhmədov,

Azərbaycan Texniki Universitetinin Nəqliyyat texnikası və idarəetmə texnologiyaları kafedrasının professoru, texniki elmlər doktoru
e-mail: heybet-ahmedov@mail.ru



Elşən Manafov,

Milli Aviasiya Akademiyasının Energetika və avtomatika kafedrasının dosenti, texniki fənlər üzrə fəlsəfə doktoru
e-mail: elshan_manafov@mail.ru

UOT: 625.143

Xülasə. Məqalədə diaqnostik tədqiqatlara sistemli yanaşma üsulu ilə istismar şəraitinin xarakterini nəzərə alan kompleks göstəricilərə əsasən dəmir yolunun üst quruluşunun texniki vəziyyətinin müəyyən edilməsi araşdırılır.

Açar sözlər: yolun üst quruluşu, texniki vəziyyət, diaqnostika, qüsurlar, hərəkət sürəti.

Key words: track superstructure, technical condition, diagnostics, defects, speed.

Ключевые слова: верхнее строение пути, техническое состояние, диагностика, дефекты, скорость движения.

Məlum olduğu kimi, dəmir yolu süni tikililərdən, alt və üst hissələrdən ibarətdir. Süni tikililərə körpülər, tunellər, viaduklar, estakadalar və borular aid edilir. Alt hissə isə torpaq yatağından ibarət olur. Dəmir yolunun üst hissəsi əsasən, şpallardan, ballast qatından, relslərdən, əks qaçıranlardan, bağlayıcılardan və yoldəyişənlərdən ibarətdir. Bu hissələr hərəkət vasitələrinin təkərlərindən ötürülən müxtəlif xarakterli qüvvələrin təsirinə məruz qalır. Bu səbəbdən də istismar prosesində dəmir yolunun qeyd edilən elementlərinin hər birində müxtəlif qüsurlar meydana çıxır. Həmçinin bu elementlərin hər hansı birində meydana çıxan çatışmazlıqların təsirindən qısa müddət ərzində digər hissələrə də müxtəlif neqativ təsirlər olur.

Dəmir yolunun üst quruluşunun elementlərinin texniki vəziyyətlərini müəyyən etmək məqsədi ilə baxışlar və yoxlamalar aparılarkən müəyyən ölçmələr həyata keçirilir. Aparılmış ölçmələrin nəticələrinə görə hissələri sökmədən,

onların vəziyyətlərini xarakterizə edən əlamətlərin və ölçülən parametrlərin qiymətlərinin normal hədlərindən meyillənməsinə əsaslanan diaqnostik tədqiqatların köməkliyi ilə işlək vəziyyətdə olub-olmaması müəyyən edilə bilər.

Dəmir yolunun üst quruluşunun elementlərinin diaqnostik tədqiqatlarla təyin edilmiş müəyyən vəziyyəti aşağıda qeyd edilən məqsədlərdən hər hansı birini əks etdirməlidir:

– yolun üst quruluşunun elementlərinin təmirə ehtiyacının olması və təmirin həcmi barədə qərarın qəbul edilməsi;

– təmirin düzgün yerinə yetirilməsinin müəyyən edilməsi;

– tədqiq edilən yol hissəsində qatarların hərəkət sürətinin və təkərlərdən relslərə təsir edən qüvvələrin artacağına mümkünlüyü;

– yolun üst quruluşunun dəyişdirilməsi və təmiri barədə proqnoz verilməsi.

Dəmir yolunun üst quruluşunun elementlərinin texniki vəziyyəti barədə dəqiq və dolğun məlumatın əldə edilməsi bu yol hissəsinin gə-

ləcək istismar fəaliyyəti barədə düzgün qərar qəbul edilməsində həlledici rol oynayır. Bu məsələ ilə bağlı son qərarı qəbul etmək üçün bu sahəyə məsul olan hər bir idarəçilik orqanında yolun üst quruluşunun elementlərinin texniki vəziyyəti barədə tam həcmdə məlumatlar mövcud olmalı və ondan lazımi vaxtda təcili istifadə edilməsinin mümkünlüyü təmin edilməlidir. Qeyd edilən məlumatların mənbəyi dəmir yolunun üst quruluşunun elementlərinin texniki vəziyyəti barədə diaqnostik tədqiqatlardır. Əslində bu məsələdə məqsəd yolun üst quruluşunun elementlərinin saz vəziyyətdə işləyə biləcək optimal müddətinin müəyyənəşdirilməsidir. Ona görə də bütün bu məsələlərin həllinə bir sistem şəklində yanaşılması vacib sayılır.

Avtomatlaşdırılmış diaqnostik tədqiqatların (məsələn, yolölçən vaqon vasitəsi ilə aparılan ölçmələrin) nəticələrindən əldə edilən məlumatlara əsasən, müəyyən olunmuş yolun üst quruluşunun elementlərinin təkmilləşdirilmiş meyarlarını hər hansı bir etibarlılıq meyarları ilə müqayisə etmək mümkün olduqda və bu məlumatları təmir işlərini yerinə yetirən təşkilatlara vaxtında çatdırdıqda yolun üst quruluşunun elementlərinin saz vəziyyətdə işləyə biləcəyi müddətin optimallaşdırılması üçün müəyyən tədbirlər sisteminin yaradılması mümkün olar. Yolun üst quruluşunun elementlərinin saz vəziyyətdə işləyə biləcəyi optimal müddəti **strateji** (bütün dəmiryolu şəbəkəsi boyunca) və **yerli** xarakter daşımalıdır. Bunun üçün bütün dəmiryolu şəbəkəsi boyunca yolun üst quruluşunun konstruktiv elementlərini və onların lazımi istismar səviyyəsində saxlanılmasını kompleks şəkildə qiymətləndirməyə imkan verəcək göstəricilər müəyyənləşdirməklə yolun üst quruluşunun elementlərinin müəyyən texniki vəziyyətlərini təyin edib, uyğun meyarlarla müqayisə edərək təkmilləşdirmək mümkün olar.

Məlumdur ki, ABŞ-da dəmiryolu xəttinin texniki cəhətdən saz vəziyyətdə saxlanılması üçün kompleks göstərici kimi təklif edilən $\dot{I}$ göstəricisi aşağıdakı düstur ilə təyin edilir [1, 2]:

$$\dot{I} = \frac{DR}{T} \quad (1)$$

Burada, d – dəmir yolunun üst quruluşunun texniki cəhətdən saz vəziyyətdə saxlanılması üçün işçi-növbə və ya pulla ifadə olunmuş

x ərclər; r – tədqiq edilən yol sahəsində relsdən çıxan qatarların sayı; t – daşımaların ölçüsüdür. Bu göstərici aylıq intervallarla hesablanır. Lakin bu göstərici dəmiryolu konstruksiyasının istismar tələblərinə uyğunluğunu (yolun qatarburaxma qabiliyyətini, hansı maksimal sürətə imkan verdiyini və s.), qüsurluluğun səviyyəsini, ölçmələrin nəticələrinin etibarlılıq meyarları ilə müqayisəsini və s. məsələləri nəzərə almır. Aydın görünür ki, bu üsulla kompleks göstəricinin təyin edilməsi və buna əsasən müəyyən tədbirlər sisteminin işlənilməsi, sonda isə yanlış nəticələrin alınmasına gətirib çıxara bilər.

Dəmiryolu şəbəkəsi boyunca yolun üst quruluşunun kompleks şəkildə qiymətləndirilməsini aşağıdakı **beş** göstəriciyə əsasən aparmaq olar:

- konstruksiyanın istismar tələblərinə uyğunluğunu əks etdirən K göstəricisi;
- yolun üst quruluşunun elementlərinin yeyilməsini əks etdirən Z göstəricisi;
- yolun vəziyyətinin avtomatik qiymətləndirilməsindən alınan Ws göstəricisinin orta qiyməti;
- dəmiryolu şəbəkəsinin müəyyən istiqamətlər üzrə hərəkət sürətinin ən böyük orta qiyməti V göstəricisi;
- dəmiryolu şəbəkəsinin və ya xəttinin istismar etibarlılığını müəyyən edən S göstəricisi.

Konstruksiyanın istismar tələblərinə uyğunluğunu əks etdirən **K göstəricisi** bu qrupa aid edilməyən yolların uzunluğunun (l_n) ümumi dəmiryolu şəbəkəsinin uzunluğuna (l) olan nisbətindən, aşağıdakı düsturla müəyyənəşdirilə bilər:

$$K = \frac{l_n}{l} \quad (2)$$

Konstruksiyanın istismar tələblərinə uyğunluğunu əks etdirmək üçün K göstəricisi əsas meyar sayılır. Bu göstəricinin hər bir dəmiryolu xətti və ya eyni sinfə aid edilən xətlər üçün və ümumilikdə bütün siniflər üçün orta qiymətini aşağıdakı kimi təyin etmək olar:

$$K = \frac{K_1 l_1 + K_2 l_2 + \dots + K_i l_i}{l_1 + l_2 + \dots + l_i} \quad (3)$$

Yolun üst quruluşunun konstruksiyası müəyyən daşıma məhsuldarlığı əldə etmək üçün tələblərə (və ya yüksək tələblərə) cavab verdikdə, kompleks qiymətləndirmə göstəricisi kimi üst quruluşun elementlərinin yeyilməsini əks etdirən **Z göstə**

ricisindən istifadə etmək olar. Bu göstəricini yoldan keçən yükün (Q), kütləvi sürətdə relslərin sıradan çıxması zamanı keçən yükün (Q_1) miqdarına olan nisbətindən aşağıdakı düsturla müəyyənləşdirmək olar:

$$Z = \frac{Q}{Q_1} \quad (4)$$

Bu məqsədlə Z göstəricisi üçün aparılmış hesablamalara əsasən, onun orta qiymətinin 0,7 olmaqla, 0,1÷1,3 hədlərində dəyişdiyi müəyyən edilmişdir.

Yolun texniki cəhətdən saz vəziyyətdə saxlanılmasını xarakterizə edən göstərici kimi avtomatlaşdırılmış diaqnostik tədqiqatların nəticələrindən əldə edilən məlumatlara əsasən müəyyən edilməsi mümkün olan **W_s göstəricisindən** istifadə edilə bilər. Lakin bu cür qiymətləndirmə verilmiş sinfə aid edilən bütün dəmiryolu xətlərindəki konstruktiv və texniki vəziyyətlərin eyni olmaması (relslərin sınıması nəticəsində yolun əvvəlcədən planlaşdırılmayan bağlanması, yolun və ya hərəkət tərkibinin texniki nasazlıqları səbəbindən qatarın yoldan çıxmasından, temperatur fərqi görə yolun yana qaçmasından və s.) və bunun nəticəsində qatarların hərəkətindəki gözlənilməz fasilələrin yaranması səbəbindən baş verən sürət dəyişikliyi əks etdirə bilmir. Belə çatışmazlıqlar iki kompleks – *dəmiryol şəbəkəsinin müəyyən qrup yollarında hərəkət sürətinin ən böyük orta qiyməti (V_{0max}) və dəmiryolu şəbəkəsinin və ya xəttinin istismar etibarlılığı S göstəricilərinin köməyi ilə aradan qaldırıla bilər.*

Dəmiryolu şəbəkəsinin müəyyən qrup yollarında hərəkət sürətinin ən böyük orta qiymətini aşağıdakı düsturla təyin etmək olar:

$$V_{0max} = \frac{\gamma_1 V_{1max} l_1 + \gamma_2 V_{2max} l_2 + \dots + \gamma_i V_{imax} l_i}{l_1 + l_2 + \dots + l_i} \quad (5)$$

Burada, γ – *müəyyən artan sürət rejimlərində qiyməti azalmaya doğru gedən əmsal*; V_{imax} – *yolun i sayda sahələrində (xətlərində) qatarın ən böyük hərəkət sürəti*; l – *yolun i sayda sahələrinin uzunluğudur*.

γ əmsalı hərəkət sürətinin azalmasının xəttin qatarburaxma qabiliyyətinə mənfi təsirlərini nəzərə alır. $V \geq 50$ km/saat olduqda $\gamma = 1$, $V < 50$ km/saat olduqda isə $\gamma = 0,016 V + 0,2$ qəbul edilir.

Dəmiryolu şəbəkəsinin və ya xəttinin istismar

etibarlılığı **S göstəricisini** aşağıdakı düsturla təyin etmək olar:

$$S = \frac{n}{l \cdot Q} \cdot \alpha \quad (6)$$

Burada, N – *baxılan dövr (məsələn, bir il) ərzində dəmir yolunun üst quruluşunun texniki cəhətdən pis vəziyyətdə olması səbəbindən qatarların hərəkətində baş verən fasilələrin sayı*; q – *baxılan dövr ərzində dəmiryolu xəttindən keçən yükün miqdarı*; l – *baxılan xəttin uzunluğu*; A – *sürət əmsalıdır*.

(6) ifadəsindən görünür ki, S göstəricisinin qiyməti xəttin uzunluğu və dəmiryolu xəttindən keçən yükün miqdarı ilə tərs mütənasıbdır. Dəmiryolu xəttində sürətin yüksəlməsi hərəkət qrafikindəki fasilələrin artmasına da təsir göstərir. Lakin yolun üzərindən keçən yükün miqdarından yaranan gərginliyə nisbətən bu təsir çox az olub, $\alpha = 1,4 - 0,004 V_{max}$ həddində dəyişir. 100 km saat sürət üçün $\alpha = 1$ olur. Tipindən asılı olaraq hər bir dəmir yolunda yük gərginliyinin norması dəqiq gözlənilirsə, onda bu yolun etibarlılığı və uzunömürlülüüyü artır, texniki xidmət və qulluqlar zamanı əlavə materialların sərfi və xərclər azalır. Bir neçə qrup dəmiryolu xətti (şəbəkə) üçün istismar etibarlılığı göstəricisinin qiymətini ayrı-ayrı xətlərin orta qiymət göstəricilərinə əsasən, aşağıdakı düsturla təyin etmək mümkündür:

$$\bar{S} = \frac{S_1 l_1 + S_2 l_2 + \dots + S_i l_i}{l_1 + l_2 + \dots + l_i} \quad (7)$$

Müasir elm sahələrində istənilən məsələnin həllinə sistemli yanaşma ənənəsi müxtəlif formalarda özünü büruzə verir. Ancaq yadda saxlamaq lazımdır ki, hər bir nəzəriyyənin qarşısında ilk növbədə, onun əsas müddəalarının təyin edilməsi dayanır. Məsələn, R.L. Askoffa görə hər hansı məsələnin həllinə sistemli yanaşma onun kompleks tərkib hissələri arasında mövcud olan qarşılıqlı əlaqələri müəyyənləşdirərək son nəticədə onun həllinə nail olmaqdır [3]. Onda dəmir yolunun üst quruluşunun texniki diaqnostika sistemi dedikdə, nisbi yüksək özünüidarə fəaliyyəti ilə fərqlənən əlamətlər kompleksində dəmir yolunun üst quruluşunun vəziyyətini əks etdirən əlamətlərin və səbəblərin müəyyənləşdirilməsi başa düşülməlidir. Deməli, dəmir yolunun üst quruluşunun texniki diaqnostika sistemi özündə

qeyd edilən əlamətlərin və səbəblərin müəyyən edilməsi üçün lazım gələn bütün cihazları və avadanlıqları, yolun bu hissəsinin vəziyyətinin müəyyən edilməsini və təmirin optimal formada həll edilməsi qərarının irəli sürülməsini birləşdirməlidir. Bu sistem bütün dəmiryolu şəbəkəsi miqyasında təmir işlərinin yerinə yetirilmə həcminin təyin edilməsi və bu işlərin planlaşdırılması məqsədi ilə onu ayrı-ayrı xətlərə və xidmət sahələrinə şamil etməklə istifadə olunmalıdır.

Diagnostika sisteminin fəaliyyəti özündə birləşmiş və vaxtaşırı ölçmələrin nəticələrindən toplanmış materialların kompüter vasitəsi ilə işlənməsini və bunların əsasında lazımi tədbirlər görmək üçün uyğun xidmət sahələrinə ötürülməsini birləşdirməlidir. Faktiki olaraq texniki diagnostika sistemi dəmir yolunun üst quruluşunun lazımi istismar səviyyəsində saxlanma sisteminin alt sistemi kimi fəaliyyət göstərməlidir. Texniki diagnostika sisteminin fəaliyyəti nəticəsində yuxarıda araşdırılan göstəricilərə əsasən, aşağıdakı məsələlərin həllinə nail olmaq mümkündür:

– *dəmir yolunun üst quruluşunun təmir işlərinin optimallaşdırılması;*

– *dəmir yolunun üst quruluşunun ayrı-ayrı elementlərinin texniki vəziyyətlərinin daha dəqiq müəyyənəndirilməsi;*

– *dəmir yolunun üst quruluşunun lazımi istismar səviyyəsində saxlanılmasının təkmilləşdirilməsi sahəsində qərar qəbul edilməsinin asanlaşması;*

– *diagnostik tədqiqatların nəticələrinə əsasən, dəmir yolunun üst quruluşunun texniki vəziyyətinə proqnoz verməklə, təmir müddətindən məhsuldar istifadə etmək məqsədi ilə təmir vaxtını qabaqcadan dəqiq müəyyənəndirib, iş yerinin ehtiyat hissələri, səyyar avadanlıqlar və alətlərlə təmin edilməsi.*

Dəmir yolunun üst quruluşunun elementlərinin verilmiş sürət rejimində və etibarlılıq göstəricisi (S) səviyyəsində texniki cəhətdən saz vəziyyətdə işləyə biləcək optimal müddətinin müəyyənəndirilməsi iş növbəsi ərzindəki xərclərin (C_0) və yolun bu hissəsinin lazımi istismar səviyyəsində saxlanılması xərclərinin (C_1) optimallaşdırılmasına gətirib çıxarmalıdır. Bu məsələdə ən vacib məqam təmir vaxtının dəqiq

müəyyən edilməsidir. Ona görə də yoxlamaların və baxışların optimal dövrünlüyünün müəyyənəndirilməsi baxımından dəmir yolunun üst quruluşunun elementlərində qüsurların yaranma tempi ilə yolun bu hissəsinin vəziyyətinin avtomatik qiymətləndirilmə dövrləri arasında müəyyən korrelyasiya əlaqəsinin mövcud olub-olmadığının müəyyən edilməsi vacib məsələdir. Bir çox alimlər [1,2,3] dəmir yolunun üst quruluşunun qüsurluluğu (W) ilə yolun vəziyyətinin avtomatik qiymətləndirilməsindən alınan göstərici (W_s) arasında korrelyasiya əlaqəsinin mövcudluğunun müəyyənəndirilməsinə cəhd göstərmişlər. Müəyyən olunmuşdur ki, bu göstəricilər arasında mövcud olan korrelyasiya əmsalının qiyməti 0,6-ya yaxındır. Sonradan bu məsələ daha da dəqiqləşdirilmiş və məlum olmuşdur ki, yolun üst quruluşunun texniki cəhətdən yaxşı vəziyyətində üfiqi təcillənmələr $0,3/\text{ms}^2$ -dən, şaquli təcillənmələr isə $0,2 \text{ m/s}^2$ -dən çox olmur. Bu qiymətlər üçün qüsurluluq göstəricisini W^1 ilə və buna uyğun gələn hərəkət sürətini isə V_e ilə işarə edib, ilkin aparılmış tədqiqatlar əsasında W və W_s göstəriciləri arasında müəyyən olunmuş korrelyasiya əlaqəsinə əsasən, aşağıdakı asılılığı müəyyənəndirmək olar:

$$V_e = 230 - 1,16W_s + 0,0019W_s^2 \quad (8)$$

Bu asılılıqdan istifadə edib qiymətləndirmə apararaq yolun üst quruluşunun təmirə ehtiyacı olub-olmadığını müəyyənəndirmək və bu barədə proqnoz da vermək mümkündür. Bunun üçün dəmir yolundan keçən yükün miqdarından (Q) asılı olaraq W_s göstəricisinin artımını müəyyən etmək kifayət edir. Dəmir yolunun üst quruluşunun texniki vəziyyətinin diagnostikasının aparılmasının vacib təşkilati məsələləri kimi bu sahədə ixtisaslaşmış fəaliyyəti olan xidmət sahəsinin yaradılmasını və ölçmələrlə məşğul olacaq metroloji xidmətin təşkilini qeyd etmək olar.

Hazırda dəmir yolunun üst quruluşunda ultra səs diagnostika üsulu ilə relslərin qüsurlarının və bunlara uyğun təmir işlərinin müəyyən edilməsi ilə məşğul olan şöbələrə və qruplardan ibarət xüsusi xidmət sahəsi mövcuddur.

Nəticə. Beləliklə, aydın olur ki, dəmir yolunun üst quruluşunun texniki diagnostika vasitələrinin və avadanlıqlarının daima təkmilləşdirildiyini, yeni və daha dəqiq elektron sistemli

maşın və mexanizmlərin yaradıldığını nəzərə alaraq yuxarıda qeyd edilən xidmət sahəsinin də yeniləşdirilməsi, bu sahədə çalışacaq işçilər üçün ixtisasartırma kurslarının təşkili və bu sahəyə yüksək ixtisaslı mütəxəssislərin cəlb edilməsi vacib məsələlərdən sayılır. Ümumiyyətlə, dəmir yolunun bütün elementləri istismar prosesində bir-biri ilə sıx əlaqəsi olan vahid kompleks şəkilində fəaliyyət göstərirlər. Ona görə də onun hər bir elementinin texniki cəhətdən saz vəziyyətdə olmasının daşımların fasiləsiz və yüksək məhsuldarlıqla yerinə yetirilməsində rolu böyükdür.

ƏDƏBİYYAT

1. Bałuch H., Fijalek M. Wykorzystanie oseny syntetycznej stanu nawierzchni w planowanie jej napraw. Referat na konferensje “Ekspluatacja kolei w warunkach dużych szybkości”, Warna, 2015.

2. Semrau A. Syntetyczna ocena wadliwości nawierzchni kolejowej. Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej. Budownictwo Ladowe, 2019.

3. Askoff R.L. Decyzje optymalne w badaniach stosowanych. WNT, Warszawa, 2019.

H.Ahmedov, E.Manafov

Assessment of the technical condition of the railway superstructure

Abstract

The article discusses the determination of the technical state of the railway superstructure using a systematic approach to diagnostic studies based on complex indicators that take into account the nature of operating conditions.

Г.Ахмедов, Э.Манафов

Оценка технического состояния верхнего строения пути на основе комплексных показателей при помощи диагностической системы

Аннотация

В статье рассматривается определение технического состояния верхнего строения пути при помощи системного подхода диагностических исследований на основе комплексных показателей, учитывающих характер эксплуатационных условий.