

UOT 625.143

DƏMİR YOL STANSİYALARINDA RELSLƏRİN İSTİSMAR ETİBARLIĞININ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ VƏ İMTİNALARININ PROQNOZLAŞDIRILMASI

E.K. MANAFOV¹

Məqalə texniki stansiyaların baş yollarında relslərin istismar etibarlığının qiymətləndirilməsi və onların imtinalarının proqnozlaşdırılmasına həsr olunmuşdur. İstismar etibarlığının qiymətləndirilməsi üçün texniki stansiyanın baş yollarındakı relslərin yola qoyulma anından imtina etmə müddətinə qədər olan statistik məlumatları təhlil edilmişdir. İmtina edən relslərin sayı və imtinaya qədər olan işləmə qiymətləri əsasında paylanmanı təyin etmək üçün birinci imtinayadək orta işləmə və orta kvadratik meyletmə kəmiyyətləri hesablanmışdır. Birinci imtinayadək orta işləmə və orta kvadratik meyletmə kəmiyyətlərindən istifadə etməklə uzunömürlüyün normal paylanma modeli əsasında baxılan stansiyadakı relslərin imtinasının nöqtəli ehtimal proqnozu hesablanmış, relslərin buraxılmış yük ölçüsündən asılı olan imtinalar qrafiki qurulmuşdur.

Açar sözlər: dəmiryol stansiyası, rels, imtina, istismar etibarlığı, birinci imtinayadək orta işləmə, orta kvadratik meyletmə.

Giriş. Dəmir yolu müxtəlif təbiət və iqlim şəraitlərində hərəkət tərkibləri ilə daim dinamik qarşılıqlı əlaqədə işləyən müxtəlif növlü materiallardan ibarət mürəkkəb konstruksiyaya malik olan bir qurğudur. İstismar zamanı yollarda hərəkət tərkiblərinin kütləsindən, ətraf mühit temperaturundan, rütubətdən və digər amillərdən yaranan təsirlər nəticəsində yeyilmə, qocalma, qalıq deformasiyanın toplanması və s. kimi fiziki proseslər baş verir. Bütün bunlar zədələnmələrin, qüsurların, imtinaların yaranmasına səbəb olur. Yolun kifayət qədər möhkəmlik ehtiyatına malik olmasına baxmayaraq, belə çatışmazlıqlar hərəkət sürətinin azaldılmasına, bəzi hallarda isə hətta yolun saz vəziyyətə gətirilməsi üçün qatarların hərəkətinin məhdudlaşdırılmasına və hətta dayandırılmasına gətirib çıxarır.

Əgər sonrakı fəaliyyəti təhlükəsizlik və iqtisadi tələblərə görə yolverilməzdirsə, yolun işləmə qabiliyyəti məhdudlaşdırılır (çox zaman hərəkət sürətinə görə) və yol kritik vəziyyətdə sayılır. Kritik vəziyyət təyin edilmiş resursla müəyyənləşdirilir. Kritik vəziyyətə qədər təbii qocalma, yeyilmə, korroziya, yorğunluq dərəcəsindən asılı olan dağılma (deqredasiya) imtinası da baş verə bilər.

Dəmir yolunun müxtəlif materiallardan təşkil edilmiş ayrı-ayrı elementləri müxtəlif etibarlıq səviyyələrinə malikdirlər. Yol çöxelementli, təmirəyararlı, bərpaediləbilən mürəkkəb mühəndis qurğusu olmasına baxmayaraq, əsas və aparıcı elementə - relslərə görə ehtiyata malik olmayan bir obyektədir. Statistik göstəricilərə əsasən ümumi imtinaların tərkibində yolun bərpa olunması üçün qatarların hərəkətində fasilə yaratmış imtinaların 90 %-dən çoxu relslərin tək-tək dəyişdirilməsinin payına düşür. Çatışmazlıqların aşkarlanması zamanı relslərin dərhal dəyişdirilməsi tələb olunan makroçatlar, qopmalar, sınımlar, böyük həcmdə korroziyaya məruz qalma və təhlükəli sayılan digər qüsurlar relslərin imtinasının səbəblərinə aiddir. Relslərdə kəskin qüsurların yaranmasında yorğunluq, xüsusən də təmaslı-yorğunluq prosesləri böyük rol oynayır. Bu zaman relslərin xidmət müddəti yeyilmə və yaxud qüsurlar nəticəsində tək-tək sıradan çıxma intensivliyinə görə təyin edilir. Bütün bunlar

¹ Milli Aviasiya Akademiyası

Manafov Elshan, E-mail: elshan_manafov@mail.ru

stansiyaların sərhədləri daxilindəki yollarda baş verdikdə, bu məsələlər ümumilikdə stansiyanın fəaliyyət etibarlılığına təsirsiz ötürülür. Ona görə də stansiyalarda dəmir yolunun resursunun və relslərin xidmət müddətinin proqnozlaşdırılması üçün onların istismar etibarlılığının qiymətləndirilməsi aktual məsələlərdən sayılır [1, 2, 3].

Məsələnin qoyuluşu. Müxtəlif istismar şəraitlərində relslərin xidmət müddətini qiymətləndirən əsas ümumiləşdirilmiş xüsusiyyət imtinayadək işləmə kəmiyyəti – onların üzərindən buraxılan yük miqdarıdır (üzərindən buraxılan yüklü qatarların çəkirlərinin mln. ton km brutto ilə cəmidir). Relslərin xidmət müddəti hər bir növbəti əsaslı təmirlərarası dövrə bərabər olan işləmə kəmiyyəti ilə məhdudlaşır. Azərbaycan Dəmir Yolları Qapalı Səhmdar Cəmiyyətinin (ADY QSC) baş yollarında yolun ağır tipli üst quruluşundan istifadə olunur və bu yollar üçün işləmə həddinin norması 500 mln. ton brutto qəbul edilmişdir. Yük miqdarına görə işləmə normaları qüsurlu rels imtinalarının sayından (1 km-ə düşən sıradan çıxmış dəyişdirilən relslərin sayı) asılı olaraq təyin edilir. Etibarlılığın daha yüksək səviyyədə təmin olunması üçün baş yollarda əsaslı təmir (bütün relslərin dəyişilməsilə) yolun tipindən, istismar şəraitindən və s. asılı olaraq 1 km-ə düşən imtina etmiş qüsurlu relslərin sayının 4...6 ədədə çatması zamanı yerinə yetirilə bilər. Əsaslı təmirdə baş yollardan çıxarılmış texniki cəhətdən saz vəziyyətdə olan relslər çeşidlənir və daha aşağı dərəcəli yollarda (qəbul-göndərmə, dalan yollarında və s.) istifadə olunur [4].

Konkret istismar şəraitlərində faktiki işləmə kəmiyyəti oxa düşən ağırlıq, hərəkət sürəti, qatarların hərəkət rejimi, yolun plan və profili, yolun ümumi vəziyyəti və konstruktiv xüsusiyyətləri, iqlim şəraiti və s. asılı olaraq dəyişə bilər. Stansiyaların baş yollarında relslərin etibarlılığını qiymətləndirməklə onların imtinalarını proqnozlaşdırmaq və bunlara əsasən işləmə normalarında düzəlişlər aparmaq mümkündür.

Məsələnin həlli. Zədələnmə səbəblərindən relslərin imtinalarının hesablanması üçün ümumilikdə yolun müxtəlif istismar şəraitləri zamanı yaranan imtinaları hesablamaq lazımdır. Belə ki, yük miqdarına uyğun olaraq işləmə müddəti artdıqca, imtinalar axınının parametrləri artır, imtinaya qədər işləmə kəmiyyəti isə azalır. Axın parametri və imtinayadək işləmə müddəti belə hesablanır:

$$a = 1/T_{or} = n/Q,$$

burada T_{or} – orta işləmə müddəti; Q – il ərzindəki yük gərginliyi, mln. ton km brutto; n – relslərdə baş verən imtinaların sayıdır.

Bu zaman qeyd edilən etibarlıq göstəricilərinin böyük dispersiyası (dağınıqlığı) müşahidə olunur. Bu, rels poladının yorğunluğa görə dağılması, yolun sərtlik göstəricilərinin və həndəsi vəziyyətinin dəyişkənliyi və s. ilə əlaqədardır. Ona görə də müxtəlif relslərin imtinayadək işləməsi müxtəlif amillərdən asılı olan, dəyişkən kəmiyyətdir [5].

Relslərin istismar etibarlılığının qiymətləndirilməsi üçün ADY QSC-nin Biləcəri stansiyasının baş yollarında relslərin yola qoyulma anından imtina etmə müddətinə qədər statistik məlumatlar təhlil edilmişdir. İlk verilənlər sınıma, qopma və zədələnmələrə görə baş yollardan çıxarılmış relslərin qeydiyyat cədvəlindən (PU-14) və rels-şpal-ballast kartlarından götürülmüşdür. Eyni istismar şəraitində olan relslərin imtinası onların üzərindən buraxılmış müxtəlif yük miqdarından sonra yaranır. Müvafiq olaraq relslərin imtinası təsadüfi hadisə, imtinaya qədər relslərin üzərindən buraxılmış yük miqdarı isə təsadüfi kəmiyyət kimi qəbul edilir. Vacib statistik emal prosesi aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir: variasiya sırasının qurulması, paylanma funksiyasının növü haqda hipotezin qəbul edilməsi, güman edilən paylanma funksiyasının növü üçün parametrlərin nöqtəli qiymətlərlə göstərilməsi, eksperimental verilənlərin qəbul edilmiş paylanma funksiyası haqda hipotezlə qeyri-ziddiyyətliliyinin yoxlanılması, paylanma funksiyasının parametrlərinin interval hədlərinin qiymətləndirilməsi.

Stansiyanın baş yollarında relslərin imtinası haqda verilənlər imtinaya qədər işləmənin (relslər üzərindən buraxılan yük miqdarı) təsadüfi ədədlərinin variasiya sırasını təşkil edir. Bu sıra aşağıdakı qaydada yazılır:

$$t_1 < t_2 < t_3 < \dots < t_r.$$

Emal üçün verilənlərin zaman intervalı yolun əsaslı təmirlərarası dövrü ilə məhdudlaşır, yəni imtinaya qədər işləmə barədə verilənlərin emalı üçün təhlil olunan sahədəki relslərin bir hissəsi götürülür və qəbul edilir ki, digər relslər t_r işləmə dövrünə qədər imtina etməyib.

Emal üçün verilənlərin toplanma modelini $NR(r,t)$ kimi təsvir etmək olar: relslərə fasiləsiz nəzarət həyata keçirilir və onlar haqqında məlumat eyni zamanda toplanılır, N sayda relslər müayinə olunur, R sayda imtina etmiş relslər saz vəziyyətdə olan relslərlə əvəz edilir, verilənlərin toplanması r imtina sayı əldə olunanana qədər, yaxud t_r işləmə müddəti bitənə kimi davam edir.

Bir topluya daxil olan relslərin imtinası haqqında verilənlər aşağıda qeyd edilən təyinedici əlamət tələblərinə cavab verməlidir: relslərin tipinə (termiki emalı nəzərə almaqla), istehsalçı-zavoda, yolun üst quruluşunun tipinə, yolun plan və profilinə, yük gərginliyi və oxa düşən təsirə, qatarların hərəkət sürətinə, həmçinin şpalların, ballastın, bağlayıcıların növünə görə və s.

Ümumiyyətlə, mənzillərdə təhlil edilən yol sahəsinin uzunluğu relslərin etibarlıq göstəricilərinin müəyyən olunma dəqiqliyi ilə təyin edilir və əksər hallarda seçim üçün yolun eynitipli üst quruluşunun uzunluğu 10 km-dən artıq götürülür. Calasız yollarda relslərin etibarlılığının qiymətləndirilməsi zamanı pletlər şərti olaraq qaynaq olunmuş standart relslərin uzunluğuna bərabər olan 25 və ya nadir hallarda 12,5 m parçalara bölünür. Hesablamalar zamanı tarazlaşdırıcı relslər istisna edilir. Belə ki, onların imtina intensivliyi plet relslərindən 5-6 dəfə çoxdur və pletin xidmət müddəti ərzində onlar bir neçə dəfə dəyişdirilir [5].

Etibarlılığın qiymətləndirilməsi zamanı vacib mərhələ kimi relslərin uzunömürlüyünün tədqiq olunan prosesin mexanizminin anlaşılması bazasına əsaslanan paylanma funksiyasının seçilməsi qəbul edilir. Çoxsaylı istismar müşahidələrindən məlumdur ki, yük gərginliyinin artması ilə relslərin imtina intensivliyi də artır. Bu isə yorğunluqdan yaranan zədələrin toplanma prosesinin dönməyən olması ilə izah edilir. Buna görə də, paylanma funksiyasını imtinaları artan intensivlikli funksiyalar növünə aid etmək lazımdır [6].

Etibarlıq nəzəriyyəsində artan intensivlikli imtinalara malik sistemin tədqiqi üçün əksər hallarda normal paylanma qanunundan istifadə edilir. Normal paylanma qanununun rolunun nəzəri əsaslandırılması mərkəzi hədd (hədd) teoreminə əsaslanır. Teoremə görə seçimlərdə müşahidələrin sayının artırılması zamanı istənilən qanuna görə paylanmış qeyri-asılı təsadüfi kəmiyyətlərin orta n paylanması (hətta sonlu riyazi gözləmə və dispersiyası olan n -dək müxtəlif paylanmaya malik) normala yaxınlaşır [7].

Relslərin istismar xüsusiyyətlərini nəzərə alsaq, normal paylanma qanununda rels imtinalarının paylanma sıxlığı aşağıdakı bərabərliklə ifadə olunacaqdır:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma_t \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-T_{or})^2}{2\sigma_t^2}}.$$

Paylanma funksiyası isə aşağıdakı şəkildə yazılır:

$$F(t) = \int_{-\infty}^t f(t) dt,$$

burada t – imtinasız iş ehtimalını müəyyənləşdirən yük ölçüsünədək işləmə (mln. ton brutto); T_{or} – birinci imtinayadək orta işləmə; σ_t – orta kvadratik meyletmədir.

Normal paylanma ikiparametrlidir. T_{or} və σ_t parametrlərini verməklə paylanma tam təyin edilir. Təhlil edilən stansiyada relslərin etibarlılığının qiymətləndirilməsi üçün ilkin verilənlər relslərin imtinası haqqında verilənlər ($R(t_i)$, ədəd/km) və imtinaya qədər relslərin işləmə verilənləridir (t_i , mln. ton brutto) [7].

T_{or} və σ_t parametrlərinin qiymətlərinin hesablanma ardıcılığı aşağıdakı kimidir:

- paylanma sırasının qurulması zamanı bütün T işləmə diapazonu sabit addımlı r intervallarına bölünür;

- hər interval üçün artan cəmləmə ilə imtina etmiş relslərin tezliyi $R(t_i)$ hesablanır;

- R tezliyinə görə $F(t_i)$ –nin baş vermə tezliyi təyin edilir. Bu zaman hesab edilir ki, t_i müddəti ərzində sınaq edilən obyektlərin sıradan çıxma ehtimalı

$$F(t_i) = \frac{R(t_i)}{N_0},$$

burada N_0 – 1 km yolda qoyulmuş relslərin sayıdır.

- yolun üst quruluşu elementlərinin etibarlılığının qiymətləndirilməsi üçün kvantillər metodundan istifadə edilir. U_{Pi} kvantilləri normal paylanmanın xüsusi cədvəllərindən istifadə etməklə $F(t_i)$ - nin baş vermə tezliyini əks etdirən qiymətlərə görə təyin edilir [6]. Cədvəllərdə $F_0(U_P)$ funksiyasının qiymətləri və onlara müvafiq U_P qiymətləri verilmişdir. $F(t_i)$ - nin baş vermə tezliyinin qiyməti “ehtimal” mənasını verən və kvantillər cədvəlində $0,5 \leq P \leq 1$ qiymətləri həddlərində verilən P indeksinin yerinə qoyulur. Əgər $P \leq 0,5$ olarsa, onda $1-P$ təyin edilir, yəni $U_{1-P} = -U_P$ olur.

- alınmış verilənləri cədvəl şəklində təsvir edək (cədvəl 1).

- U_P kvantillərinə görə R sayda tənlikdən ibarət tənliklər sistemi qurulur:

$$\begin{cases} T_{or} + U_{P1}\sigma_t = t_1 \\ T_{or} + U_{P2}\sigma_t = t_2 \\ T_{or} + U_{P3}\sigma_t = t_3 \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ T_{or} + U_{Pr}\sigma_t = t_r \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_{or} - 2,258\sigma_t = 500 \\ T_{or} - 2,122\sigma_t = 600 \\ T_{or} - 2,031\sigma_t = 700 \\ T_{or} - 1,984\sigma_t = 800 \\ T_{or} - 1,941\sigma_t = 900 \\ T_{or} - 1,869\sigma_t = 1000 \\ T_{or} - 1,788\sigma_t = 1100 \\ T_{or} - 1,680\sigma_t = 1200 \\ T_{or} - 1,512\sigma_t = 1300 \\ T_{or} - 1,398\sigma_t = 1400 \\ T_{or} - 1,3\sigma_t = 1500 \end{cases}$$

- alınan tənliklər sistemi “ən kiçik kvadratlar” metodu ilə həll edilir. Bunun üçün sistemdəki hər bir tənliyin sol hissəsi müvafiq olaraq U_{P1} , U_{P2} , U_{P3} , ..., U_{Pr} kəmiyyətlərinə vurulur və alınan bütün R bərabərlikləri toplanılır. Nəticədə ilkin (birinci) normal ifadə adlanan bərabərlik əldə edilir:

$$T_{or} \sum_{i=1}^r U_{Pi} + \sigma_t \sum_{i=1}^r U_{Pi}^2 = \sum_{i=1}^r U_{Pi} t_i;$$

$$T_{or} \cdot 19,883 - \sigma_t \cdot 36,873 = 18882,60.$$

- ikinci normal ifadə sistemdəki tənliklərin toplanması ilə əldə olunur:

Cədvəl 1

Relslərin imtinası haqqında verilənlər

Nö	t_i -dək işləmə, mln. ton brutto	$R(t_i)$ tezliyi, ədəd/km	$F(t_i)=$ $R(t_i)/N_0$ baş vermə tezliyi	U_{Pi} kvantili
1	500	0,9256	0,01157	2,258
2	600	1,1952	0,01494	2,122
3	700	1,5008	0,01876	2,031
4	800	1,7904	0,02238	1,984
5	900	2,0704	0,02588	1,941
6	1000	2,3408	0,02926	1,869
7	1100	2,4856	0,03107	1,788
8	1200	3,3464	0,04183	1,68
9	1300	5,1256	0,06407	1,512
10	1400	6,5008	0,08126	1,398
11	1500	7,8752	0,09844	1,3

$$T_{or}R + \sigma_t \sum_{i=1}^r U_{P_i} = \sum_{i=1}^r t_i;$$

$$T_{or} \cdot 11 - \sigma_t \cdot 19,883 = 11000.$$

- alınmış ifadələr nisbi naməlum T_{or} və σ_t kəmiyyətlərinə görə həll edilir və onların qiymətləri aşağıdakı kimi müəyyənləşdirilir:

$$T_{or} \cdot 19,883 - \sigma_t \cdot 36,873 = 18882,60;$$

$$T_{or} \cdot 11 - \sigma_t \cdot 19,883 = 11000.$$

Buradan $T_{or} = 2936,93 \approx 2937$ mln. ton, $\sigma_t = 1071,58 \approx 1072$ mln. ton.

Relslərin imtinasının proqnozlaşdırılması metodikası uzunömürlüyün normal paylanma modelindən istifadəyə əsaslanır. Bu paylanma iki parametirin - T_{or} və σ_t kəmiyyətlərinin verilməsilə təyin edilir. Proqnozlaşdırma zamanı T_{or} və σ_t kəmiyyətlərinin məlum qiymətlərinə görə t_i işləməsində relslərin $F(t_i)$ imtinasının nöqtəli ehtimal proqnozunu hesablamaq lazımdır [7, 8, 9].

Alınmış parametrlərə əsasən relslərin buraxılmış yük ölçüsündən asılı olan imtinalar qrafiki (relslərin sıradan çıxma hallarının cəmi) qurulur. Qrafikin köməyiylə istənilən zaman anında relslərin proqnozlaşdırılan imtina qiymətini təyin etmək mümkündür.

Qrafikin qurulması üçün hesablamaların aparılma ardıcılığını araşdıraraq:

- relslərin imtinasını təyin edən işləmə müddətləri aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$t_1, t_2 = t_1 + Q, t_3 = t_2 + 2Q, \dots, t_i = t_{(i-1)} + (i-1)Q,$$

burada t_i - əsaslı təmir yerinə yetirilmiş ilin sonunda işləmə, mln. ton brutto; Q - dəmiryol sahəsinin yük gərginliyidir, ildə mln. ton km brutto/km;

- verilmiş t_i işləmə müddətləri üçün normal U_{P_i} paylanma kvantilləri belə təyin edilir:

$$U_{P_i} = \frac{T_{or} - t_i}{\sigma_t};$$

- relslərin imtinalar ehtimalının integral funksiyası aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$F(t_i) = 1 - \left[\frac{F_0\left(\frac{T_{or} - t_i}{\sigma_t}\right)}{F_0\left(\frac{T_{or}}{\sigma_t}\right)} \right],$$

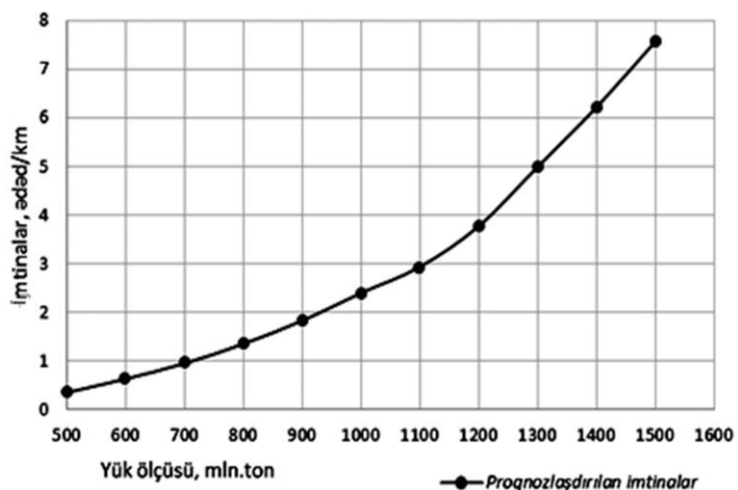
burada $F_0(U_{P_i})$ - Laplasın cədvəl şəkilinə salınmış funksiyasının qiymətidir;

- t_i işləmə müddəti zamanı 1 km-ə yola düşən (ədəd/km) relslərin imtina qiymətləri (relslərin sıradan çıxma hallarının cəmi) aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$n(t_i) = N_0 F(t_i).$$

- t_i və $n(t_i)$ kəmiyyətlərinin hesablanmış qiymətlərinə görə hər 1 km-ə düşən relslərin imtinalarının qrafiki qurulur (şək.).

Relslərin sıradan çıxması üzrə hesablamalar cədvəl 2-də verilmişdir.



Şək. Rels imtinalarının yük ölçüsünə dək işləmədən asılılığı

Cədvəl 2

Relslərin imtinalar sayının təyin edilməsi

t_i işləmə cəmi, mln. ton	$\frac{T_{or} - t_i}{\sigma_t}$ kvantili	$F_o(\frac{T_{or} - t_i}{\sigma_t})$	$\frac{T_{or}}{\sigma_t}$	$F_o(\frac{T_{or}}{\sigma_t})$	İmtina ehtimalı $F(t_i)$	İmtinaların ümumi sayı $n(t_i)$, ədəd/km	İmtinaların cəmi (artan sıra ilə), ədəd
500	2,31	0,98951	2,74	0,99386	0,00438	0,35	0,35
600	2,20	0,98603			0,00788	0,63	0,98
700	2,10	0,98202			0,01191	0,95	1,93
800	2,00	0,97714			0,01682	1,35	3,28
900	1,90	0,97112			0,02288	1,83	5,11
1000	1,79	0,96399			0,03005	2,40	7,51
1100	1,69	0,95732			0,03676	2,94	10,45
1200	1,59	0,94696			0,04719	3,78	14,23
1300	1,49	0,93173			0,06251	5,00	19,23
1400	1,38	0,91612			0,07822	6,23	25,46
1500	1,28	0,89970			0,09474	7,58	33,04

Proqnozlaşdırmanın nisbi xətası (Z) belə təyin edilir:

$$Z = \frac{n_{pr} - n_f}{n_f} \cdot 100\%,$$

burada n_{pr} – relslərin proqnozlaşdırılan sıradan çıxma qiyməti, ədəd/km; n_f – relslərin faktiki sıradan çıxma qiymətidir, ədəd/km.

Relslərin proqnozlaşdırılan və faktiki sıradan çıxma qiymətləri cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 3

Relslərin proqnozlaşdırılan və faktiki sıradan çıxma qiymətləri

t_i -dək işləmə, mln. ton brutto	Relslərin proqnozlaşdırılan və faktiki sıradan çıxma qiymətləri, ədəd/km		Proqnozlaşdırmanın nisbi xətası, E, %
	n_{pr}	n_f	
500	0,35	0,9256	62,19
600	0,63	1,1952	47,29
700	0,95	1,5008	36,70
800	1,35	1,7904	24,60
900	1,83	2,0704	11,61
1000	2,40	2,3408	2,53
1100	2,94	2,4856	18,28
1200	3,78	3,3464	12,96
1300	5,00	5,1256	2,45
1400	6,23	6,5008	4,17
1500	7,58	7,8752	3,75
Orta E	-	-	20,59

Nəticə. Rels imtinalarının buraxılacaq yük ölçüsünə-dək işləmədən asılılıq qrafikinə və relslərin proqnozlaşdırılan və faktiki sıradan çıxma qiymətlərinin cədvəl şəklində təhlili göstərir ki, iri texniki stansiyaların baş yollarında mövcud olan işləmə normalarına düzəlişlər etmək mümkündür. Belə ki, iri texniki stansiyaların baş yolları ilə dəmiryol sahəsinin digər baş yollarının istismar şəraitində fərqlər mövcuddur.

Relslərdə baş verən imtinaların proqnozlaşdırılması relslərin dövrü defektoskop yoxlamalarında istifadə edilə bilər. Hazırda bu yoxlama dövrünün hesablanması üçün yorğunluqdan yaranan çatların inkişaf sürəti, həmçinin bu çatların kritik ölçüyə (rels başlığının 30 %-dək sahəsi) çatması əsas götürülür və yük ölçüsündən asılı olaraq ayda 1-3 dəfə təşkil edilir.

ADY QSC-nin stansiyalarının baş yollarında işləmə həddinin norması 500 mln. ton brutto təşkil etdiyi halda dünyanın inkişaf etmiş ölkələrinin dəmir yollarında bu qiymət 3-4 dəfə çoxdur. Rels imtinalarının proqnozlaşdırılması ilə yanaşı müasir kompleks diaqnostik üsullar tətbiq etməklə digər yol elementlərinin texniki vəziyyətlərinin də proqnozlaşdırılmasını həyata keçirib, yolun üst quruluşunun planlı-xəbərdaredici təmir sistemindən mərhələli şəkildə faktiki texniki vəziyyətə görə təmir sistemə keçmək mümkündür.

Həmçinin, baxılan məsələnin həlli yolların stansiyanın istismar etibarlılığına təsirinin proqnozlaşdırılmasına da imkan yaradacaqdır.

REFERENCES

1. **Lysyuk B.C., Kamenskij V.B., Bashkatova L.V. i dr.** Nadezhnost zheleznodorozhnogo puti /Pod red B.C. Lysyuka. - M.: Transport, 2001, 286 s.
2. **Manafov E.K.** Dəmiryol stansiyalarının istismar etibarlığının qiymətləndirilməsi üsulu //Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. Bakı, 2020, cild 12. №1, s. 74-78.
3. **Bugaenko V.M., Lysyuk B.C.** Otkazy relsov po vidam povrezhdenij // Put i putevye hozyajstvo. 2007, №4, S. 7-11.
4. Dəmir yolunun cari saxlanışına dair təlimat, ADY QSC, Bakı 2004, 236 s.
5. **Nikonov A.M.** Upravlenie nadezhnost yu szheleznodorozhnogo puti. M.: MIIT, 2008, 212 s.
6. **Ashpiz E.S.** Podhod k raschetu pokazatelej nadezhnosti elementov puti // Mir transporta. 05, 2011. C. 34-416.
7. Metodika rascheta pokazatelej nadezhnosti i bezopasnosti funkcionirovaniya etalonnih objektov putevogo hozyajstva OAO «RZhD» (dlya opytnogo primeneniya). - M., 2011.
8. **Karpushchenko N.I., Truhanov P.S.** Ocenka i prognozirovaniye nadezhnosti rel sov v razlichnyh ekspluatatsionnyh usloviyah. Izvestiya Transsiba, № 2(26), 2016, s. 118-126
9. **Sazonov V.N., Zagitov E.D.** Sovremennyye podhody k diagnostike i monitoringu zheleznodorozhnogo puti //RZhD-Partner. 2009. №21. C. 52–54

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ РЕЛЬСОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЯХ

Э.К. МАНАФОВ

В статье дана оценка эксплуатационной надежности и прогнозируются отказы рельсов на технических станциях. Для оценки эксплуатационной надежности проанализированы статистические данные с момента укладки рельсов в главные пути технической станции до момента их отказа. Для определения распределения на основе числа отказавших рельсов и значений наработки до отказа рассчитаны величины средней наработки до первого отказа и среднее квадратичное отклонение. Зная величины средней наработки до первого отказа и среднее квадратичное отклонение, рассчитали точечный прогноз вероятности отказов рельсов на рассматриваемой станции на основе модели нормального распределения долговечности. Построен график зависимости отказов рельсов от пропущенного тоннажа.

Ключевые слова: железнодорожная станция, рельс, эксплуатационная надежность, средняя наработка до первого отказа, среднее квадратичное отклонение.

ASSESSMENT OF OPERATIONAL RELIABILITY AND FORECAST OF FAILURES OF RAILS AT RAILWAY STATIONS

E.K. MANAFOV

The article is devoted to the evaluation of operational reliability and forecasting the rail failures at the technical stations. To assess the operational reliability, the statistical data were analyzed from the moment the rails were laid in the main tracks of the technical station until the moment of their failure. To determine the distribution on the basis of the number of failed rails and the mean time between failures, the average meantime between the first failure and the standard deviation are calculated. Using the values of the mean time between failures and the standard deviation, the point forecast of the probability of rail failures in the station under consideration is calculated on the basis of the normal distribution of durability model, and a graph of the dependence of rail failures on the missed tonnage is constructed.

Key words: railway station, rail, operational reliability, mean time to first failure, standard deviation.

Redaksiyaya daxil olub:	16.04.2020
Tamamlama işlərindən sonra:	11.03.2021
Nəşrə qəbul edilib:	13.03.2021