



DOI: [10.71167/uaceg.2024.570119](https://doi.org/10.71167/uaceg.2024.570119)

Получена: 24.03.2023 г.

Приета: 03.04.2023 г.

УСТОЙЧИВОСТ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИ РЕЛСИ ТИП 49E1 И 60E1 СРЕЩУ ПОЯВАТА НА ОСНОВНИ ВИДОВЕ НЕИЗПРАВНОСТИ НА ГОРНОТО СТРОЕНЕ НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ ПРИ ХОРИЗОНТАЛНИ КРИВИ С РАДИУС 300 М

М. Божинов¹

Ключови думи: железен път, релси тип 49E1, релси тип 60E1, безопасност, диагностика, неизправности

РЕЗЮМЕ

В статията се прави сравнение между устойчивостта на железопътни релси тип 49E1 и 60E1 срещу появата на основни видове неизправности, на базата на което е изчислен предполагаемият период за достигане на граничните стойности на тези неизправности.

1. Въведение

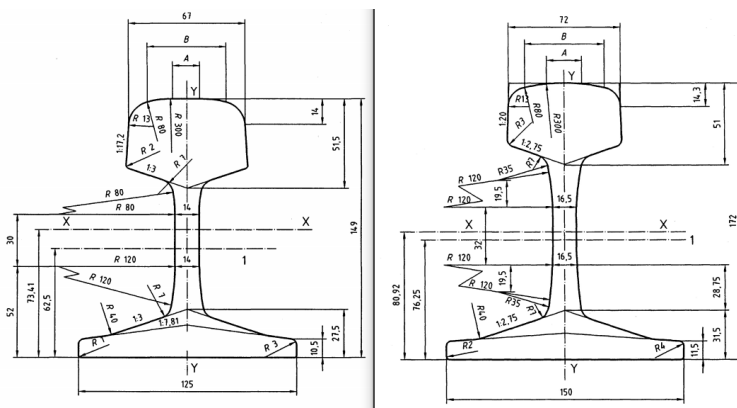
Основната функция на железопътните релси е да поемат и пренасят натоварването от подвижния състав към траверсите и останалите елементи на инфраструктурата, както и да направляват движението на подвижните състави, преминаващи по тях.

Основните изисквания към релсите, на които трябва да отговорят, за да изпълняват в най-голяма степен предназначението си, са:

- да осигуряват достатъчно сцепления с колелата на подвижния състав;
- да предизвикват възможно най-малко съпротивление при движение;
- да притежават достатъчна еластичност и твърдост за поемане на динамичните натоварвания при минимално износване;
- постигане на оперативна съвместимост и заменяемост (ТСОС).

¹ Михаил Божинов, инж. докторант, кат. „Железници“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ №1, 1046 София, e-mail: mihail.bozhinov@gmail.com

В системата на ДП „НКЖИ“, отговаряща за експлоатацията, поддържането, ремонта и развитието на железопътната инфраструктура, най-разпространени са релси тип 49 E1 (49 kg/m) и релси тип 60 E1 (60 kg/m) съгласно БДС EN 13674-1:2011 и техните еквиваленти S49 и UIC60 съгласно UIC Code 860.



Фиг. 1. Напречен профил на релса тип 49E1 и релса тип 60E1 [1]

„Сложното променливо циклично натоварване на релсите заедно с въздействието на други фактори (температура, влага) непрекъснато влошават техните физико-механични и геометрични характеристики. С увеличаване на броя на циклите на натоварване в структурата на релсовата стомана настъпват изменения – „умора на материала“ – изразяващи се в намаляване на якостта и в повишаване на склонността към поява на дефекти и разрушения“ [2].

По време на експлоатация на железопътната инфраструктура в релсовите елементи се появяват различни по вид неизправности. С цел увеличаване на дълготрайността на релсите е необходимо с текущо поддържане да се възстановят своевременно отклоненията по ос и ниво, да се контролира надвишението на външната релсова нишка, възникнало от центробежните сили в хоризонталните криви, да се поддържат температурните междини в установените граници и др. За тази цел е необходимо да се извършва своевременна и качествена диагностика на състоянието на железопътната инфраструктура.

Съгласно „Правилна за текущо поддържане на железния път“ чл. 175 (1) „Контролът на железния път в натоварено положение се извършва чрез измерване на геометричните характеристики на релсите, железния път, габарита, видеозаснемане на горното строене и ултразвуково сканиране на долното строене по време на движение, с използване на специализирани технически средства – пътеизмерителни вагони и лаборатории“ [3].

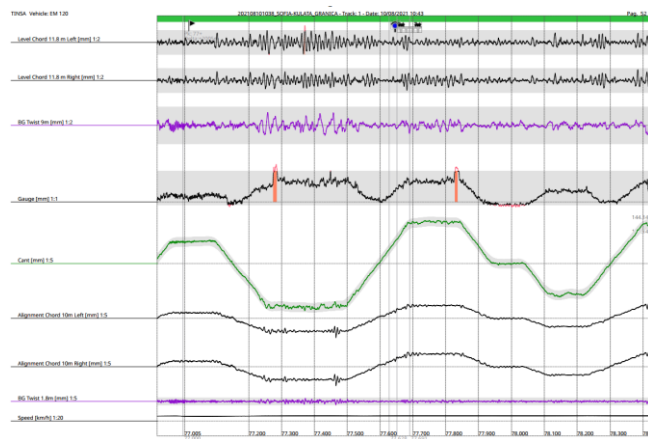


Фиг. 2 Пътеизмерителна лаборатория EM-120

2. Сравнение на стандартните отклонения на основни неизправности, появяващи се в горното строене на железния път

В България, в системата на ДП „НКЖИ“, за измерване на геометричните параметри на релсовите нишки в натоварено състояние се използва пътеизмерителна мотриса EM-120. Основните параметри, които се следят посредством нея, са:

- отклонението от нормалното междурелсие – 1435 mm;
- взаимното положение на релсовите нишки по ниво – надвишение;
- надлъжното ниво на всяка релса само за себе си на база 11,80 m;
- положението на пътя в план чрез измерване на флешовете, както в крива, така и в права, с хорда 10 m.



Фиг. 3. Графично представяне на измерените геометрични параметри с пътеизмерителна лаборатория EM-120

Пътеизмерителната мотриса притежава анализираща система, която сравнява стойностите на измерените неизправности с предварително зададени гранични стойности. На базата на тези сравнения се изчислява бална оценка, която може да послужи за сравнение, придвиждане и планиране на текущите работи.

Line	Track	Date	StartKm	EndKm	NomSpd	Sdv	Sda	Sdc	Sdg	QI
5	1	10.08.2021	77.000	77.200	70	2.72	3.12	1.76	1.98	1.873
5	1	10.08.2021	77.200	77.400	70	5.59	4.02	3.65	3.72	3.519
5	1	10.08.2021	77.400	77.600	70	4.52	4.35	4.09	4.92	3.235
5	1	10.08.2021	77.600	77.800	70	3.19	3.71	2.50	4.34	2.334
5	1	10.08.2021	77.800	78.000	70	2.43	3.16	2.43	7.61	1.904
5	1	10.08.2021	78.000	78.200	70	2.39	2.28	2.44	3.91	1.641
5	1	10.08.2021	78.200	78.400	70	3.55	2.32	2.09	3.84	1.942
5	1	10.08.2021	78.400	78.600	70	3.09	3.82	2.51	4.56	2.287
5	1	10.08.2021	78.600	78.800	70	2.41	3.38	2.79	6.06	2.008
5	1	10.08.2021	78.800	79.000	70	2.88	2.51	2.19	0.89	1.994
5	1	10.08.2021	79.000	79.200	70	1.93	3.60	2.70	4.32	1.852
5	1	10.08.2021	79.200	79.400	70	2.12	2.97	2.02	1.07	1.652
5	1	10.08.2021	79.400	79.600	70	3.01	4.61	3.11	2.63	2.377
5	1	10.08.2021	79.600	79.800	70	5.03	7.32	4.22	2.87	3.884
5	1	10.08.2021	79.800	80.000	70	3.48	2.42	2.59	1.18	2.157

Фиг. 4. Таблично представяне на измерените геометрични параметри с пътеизмерителна лаборатория EM-120

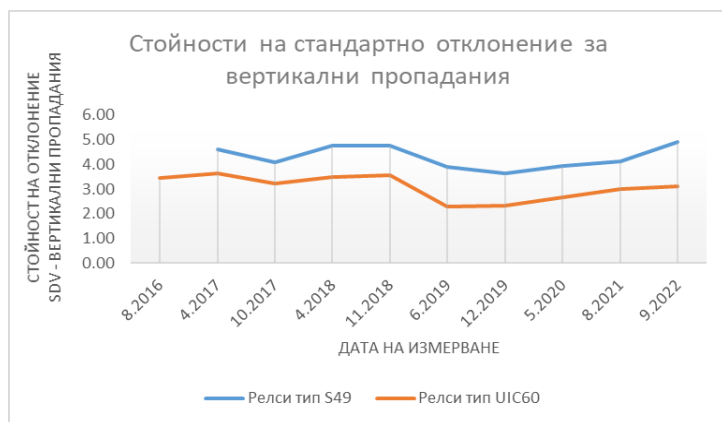
На основата на появата на неизправности съгласно балната оценка от пътеизмерителна мотриса EM-120 е направено сравнение на двата основни типа релси, вложени в железопътната ни инфраструктура.

За целта са разгледани 12 на брой хоризонтални криви, които са сравнени по вид и големина на появилите се неизправности, за период от 7 години. Всички хоризонтални криви са изградени от траверси СТ-6 с гъстота на траверсовата скара от 1760 броя на km, еластично скрепление SKL-14, положени са в радиус 300 m и проектната скорост на движение на возилата е $V = 70 \text{ km/h}$. Кривите са изцяло подновени през 2008 година с нови елементи на горното строене, съответно в междугарията Драгоман – Калотина, Делян – Дяково и Дяково – Дупница.

Сравнени са стойностите на следните параметри:

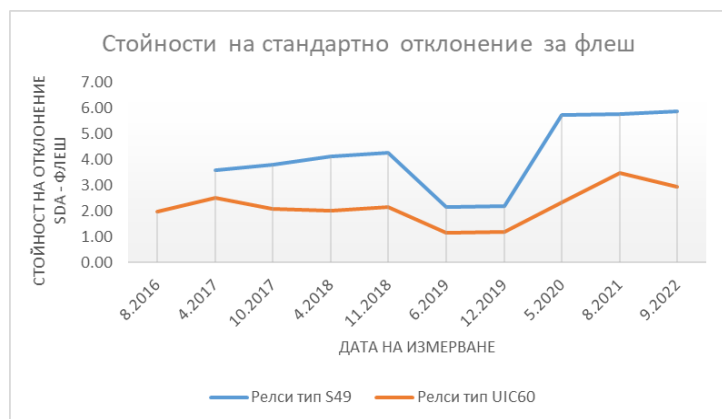
**Колкото по-голяма е стойността, толкова повече неизправности се проявяват.*

- SDV – стандартно отклонение за вертикални пропадания (оценка за състояние по ниво)



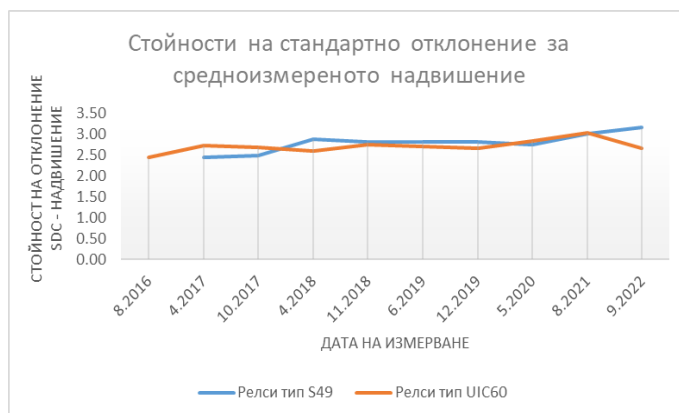
Фиг. 5. Отклонения SDV

- SDA – стандартно отклонение за флеш (оценка за състояние по ос)



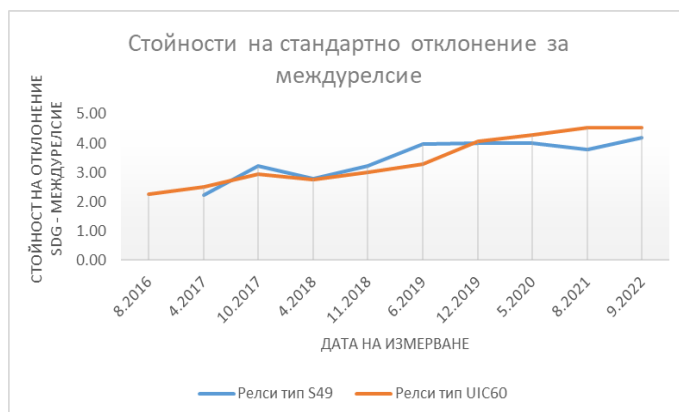
Фиг. 6. Отклонения SDA

- SDC – стандартно отклонение за средноизмереното надвишение (оценка за състояние по ниво)



Фиг. 7. Отклонения SDC

- SDG – стандартно отклонение за междурелсие (оценка за състояние по ос)



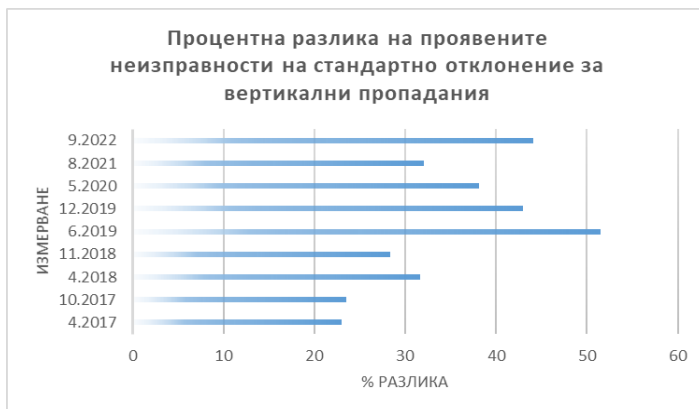
Фиг. 8. Отклонения SDG

От графиките е видно:

- след 14 години експлоатация участъците от железния път с положени релси тип 60E1 проявяват по-малки стойности на изследваните неизправности;
- в изследвания период от 7 години в участъците от железния път с положени релси тип 49E1 се забелязват периоди с по-остра промяна в появата на изследваните неизправности;
- в появата на неизправности по отношение на отклонение от надвишението и междурелсието двата типа разглеждани релси показват сходни резултати и еднаква устойчивост към появата и натрупването им.

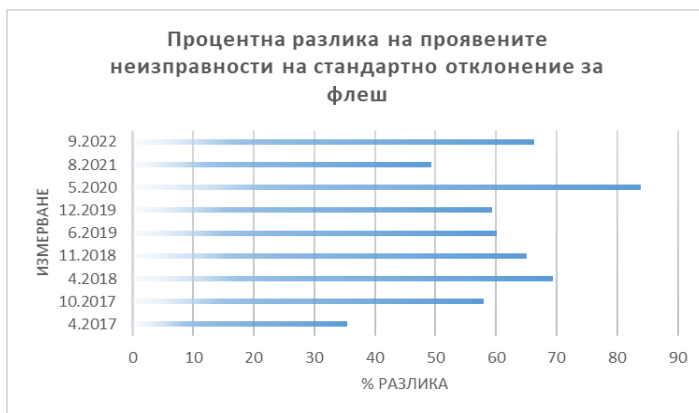
Процентната разлика, измерена като разликата между проявените неизправности, явяващи се в балната оценка по четирите показателя, разделена на средната им стойност, показва колко процента по-малко неизправности са се проявили за дадения период. При знак „+“ релси тип 60E1 са с по-добра бална оценка, а при знак „-“ по-добри показатели са показали релси тип 49E1:

- Вертикални пропадания:



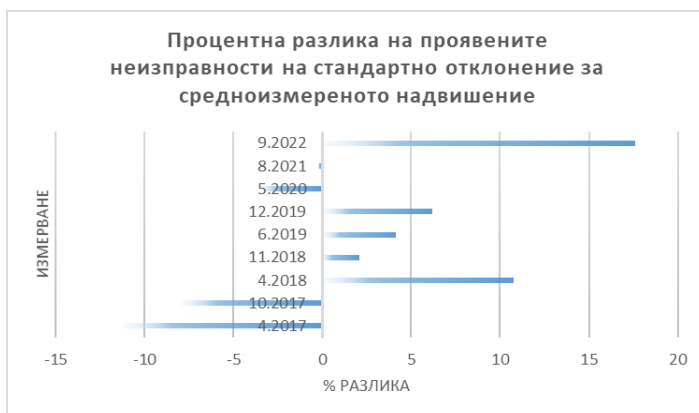
Фиг. 9

- Флеш:



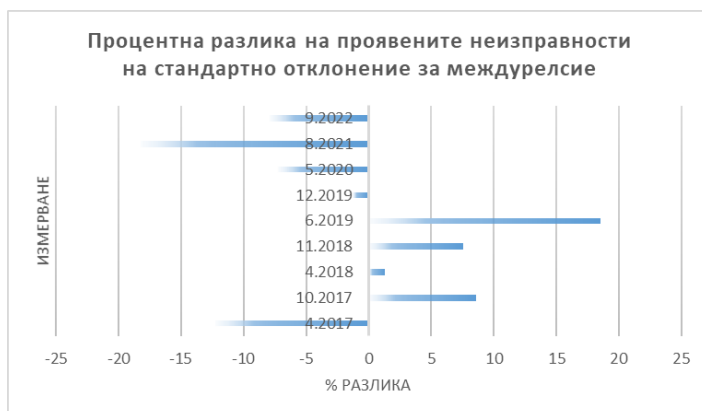
Фиг. 10

- Надвишение:



Фиг. 11

- Междурелсие:



Фиг. 12

Доколкото по отношение на проявените неизправности на надвишението и междурелсието представянето на двата типа релси показват сходни показатели с разлики в рамките на 10 %, то по отношение на вертикалните пропадания и флеша на хоризонталните криви – релси тип 60 E1 показват значително по-добро поведение, съответно средно с 35 % и 58 %.

На базата на граничните стойности за съответните отклонения и изчислените бални оценки може да се изчисли предполагаемият жизнен цикъл на двата вида релси до достигане на граничните стойности за всеки вид от проявилите се неизправности:

Таблица 1. Използван ресурс за достигане до граничните стойности

	SDV	SDA	SDC	SDG
Гранична стойност	5,11	4,7	3,58	7,5
Релси тип 49E1	4,89	5,88	3,18	4,18
Изразходван ресурс, %	95,76 %	125,00 %	88,69 %	55,71 %
Релси тип 60E1	3,13	2,95	2,66	4,52
Изразходван ресурс, %	61,15 %	62,77 %	74,35 %	60,31 %

От табл. 1 е видно, че средният използван капацитет до достигане на граничните стойности на релси тип 49 E1 е 91,29 %, а за релси тип 60 E1 – 64,64 %. По този начин средният живот за достигане на граничната стойност за проявяване на изследваните неизправности на релси тип 49 E1 е 15,34 години, а за релси тип 60 E1 – 21,66 години.

3. Заключение

Изчислените шест години разлика в достигане на граничната стойност за проява на изследваните неизправности между двата типа релси, обуславящи увеличени разходи и допълнителни дейности по текущо поддържане, в полза на релси тип 60 E1, потвърждават правилната тенденция за преминаване към релси по-тежък тип, явяващи се по-устойчиви на поява на основните видове неизправности, което от своя страна представлява съществен фактор за безопасността и комфорта на пътуване.

ЛИТЕРАТУРА

1. Katalog na tehniceskite iziskvania za elementite ot gornoto stroene na zhelezna pat. DP “NKZhI”.
2. *Sabev, M.* Poddarzhane i remont na zhelezna pat. 1985.
3. Pravila za tekushto poddarzhane na zhelezna pat. DP “NKZhI”.
4. Instruktsia za otsenka na zhelezna pat s pateizmeritelna motrisa EM-120 „Plasser & Theurer”.
5. Instruktsia za ustroystvo i poddarzhane na gornoto stroene na zhelezna pat i zhelezopatnite strelki.
6. *Kolarov, L.* Zhelezen pat. Poddarzhane i remont, tom V, 2000.
7. *Lepoev, M, Zhekov, V.* Harmonizacia na nacionalnite normativni dokumenti za proektirane na zhelezna pat s iziskvaniata na Reglament 2099/2014. // *Mehanika, transport, komunikatii*, tom 17, br. 3, 2019, statia № 1848.
8. *Lepoev, M, Georgiev, L.* Normativna uredba za osiguryavane na operativna syvmestimost na zhelezna pat v R. Bylgaria. // 24 mezhdunarodna nauchna konferentsia “Transport 2019”, VTU Todor Kableskov.

RESISTANCE OF RAILWAY RAILS TYPE 49E1 AND 60E1 AGAINST THE OCCURRENCE OF MAIN TYPES OF FAILURES OF THE SUPERSTRUCTURE OF RAILWAY ROAD AT CURVES WITH A RADIUS OF 300 M

M. Bozhinov¹

Keywords: *railway, rails type 49E1, rails type 60E1, safety, railway diagnostics, failures*

ABSTRACT

The paper compares the resistance of rails type 49E1 and 60E1 against the main types of failures of the railway structure, based on which the period of reaching the limit values of these failures is calculated.

¹ Mihail Bozhinov, Eng. PhD Student, Dept. “Railway Construction”, UACEG, 1 H.Smirmenski Blvd, Sofia 1046, e-mail: mihail.bozhinov@gmail.com