

---

## **ОЦЕНКА НА ЕКСПЛОАТАЦИОННИТЕ СВОЙСТВА НА РЕЛСИТЕ ПРИ ТЯХНОТО ШЛАЙФАНЕ**

**Тошко Русенов**

[toshko\\_rusenov@mail.bg](mailto:toshko_rusenov@mail.bg)

*Висше Транспортно Училище “Тодор Каблешков”,  
София 1574, ул. “Гео Милев” 158  
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** шлайфване, релси, експлоатационни свойства, разходи*

***Резюме:** Непрекъснатите грижи за състоянието на релсите са предпоставка за оптимално взаимодействие между подвижния състав и железния път. Те са в основата на един дълъг период на експлоатация на релсите. В основата на тези грижи стои технологичния процес шлайфване. В доклада са разгледани случаи когато се прилага шлайфване на релсите, последващи разходи и параметри които влияят върху разходите. Направена е оценка на ползите от шлайфване на релсите.*

### **УВОД**

Своевременното поддържане на релсите е предпоставка за оптимално взаимодействие между подвижния състав и железния път и е основа за една по-дълга експлоатация на релсите. С поддържането на релсите се цели предотвратяване или премахване на дефекти в областта на контакта с подвижния състав. Това се постига чрез целенасочено премахване на метален материал като по този начин се възстановява геометрията на релсите в напречен и надлъжен профил съгласно нормативни изисквания [1].

Най-разпространения метод за обработване на релсите е тяхното шлайфване. С използването на машинното шлайфване на релсите са установени следните предимства:

- увеличава експлоатационният период на релсите;
- намаляване износването на подвижния състав;
- увеличава комфорта на пътуване;
- спомага за намаляване на шума.

### **1. ШЛАЙФАНЕ НА РЕЛСИ – ПРИЛОЖЕНИЕ**

Машинното шлайфване на релси е основна дейност при поддържането на горното строене на железния път през петдесете години. Първоначално са отстранявани вълнообразните деформации по главата на релсите целящи намаляване натоварването на горното строене и увеличаване на експлоатационния период на релсите, както и увеличаване на комфорта при пътуване.

Първоначално е било възможно да се обработи само главата на релсите. Изискването за обработка на напречния профил на релсите с машини за шлайфане на релси на релсов ход с цел премахване на пластични деформации е довело до развитието през шейсетте години на система за възстановяване на целия профил на релсата чрез въртящи се шлайфащи глави - система SPENO [2]. Чрез накланяне на шлайфащите мотори около надлъжната ос на релсата е възможно обработката на цялата глава на релсата.

В днешно време машинното шлайфане на релсите се прилага за различни цели, по важните от които са:

- Шлайфане на нови релси

Шлайфането на новите релси служи за отстраняване на получения по време на производството на релсите периферен пласт, беден на въглерод. При монтажа на релсите особено в областта на направени на място заварки релсите се изравняват чрез тяхното шлайфане. Релсите се шлайфат и при продължително складиране, поради натрупване на ръжда по повърхността им. По този начин се подобрява провеждането на обратния ток.

- Отстраняване на неравности по повърхността

Неравностите по повърхността на релсите увеличават динамичното натоварване на железния път и подвижния състав. Натоварванията от трептенията и вибрациите водят до ускорено износване и повреждане на релсите, скрепленията, траверсите, баластовия и/или безбаластовия път и увеличават разходите по поддържането на железния път. Отстраняването на неравностите по релсите чрез периодично шлайфане води до увеличаване на комфорта на пътуване и намаляване на шумовите емисии от релсовия транспорт.

- Отстраняване на износения материал на релсата

Периодичното премахване на износения материал и възстановяване на профила на релсата за сега е единствения начин за контролиране възникването и увеличаването размера на пукнатините в следствие умора на материала.

- Отстраняване на стесненията на междурелсието и възстановяване на напречния профил на пътя

- Намаляване на шума

Намаляването на шума от релсов транспорт получава в последно време все по-голямо значение. Чрез осигуряване на непрекъсната равна повърхност на релсите, шлайфането на релсите допринася за намаляване на шумо- и вибрационните емисии от релсовия транспорт.

## **2. РАЗХОДИ ЗА ШЛАЙФАНИЕ НА РЕЛСИТЕ И ПАРАМЕТРИ, ВЛИЯЕЩИ ВЪРХУ ТЯХ**

Разходите за шлайфане на релсите се получават от разходите за планиране на ремонтите, разходите за механизация, за работна ръка, за осигуряване на ЗБУТ, както и непредвидени разходи в следствие затруднението на нормалната експлоатация на железния път (фиг.1).

Както всяка тежка жп механизация, така и машините за шлайфане на релси се предлагат на пазара в няколко ценови класа, т.е с различна цена за машиносмяна. Цената за машиносмяна зависи от производителността на машината. Разходите, които зависят от производителността, са часно от цената за една машиносмяна към постигнатите метри шлайфан релсов път.

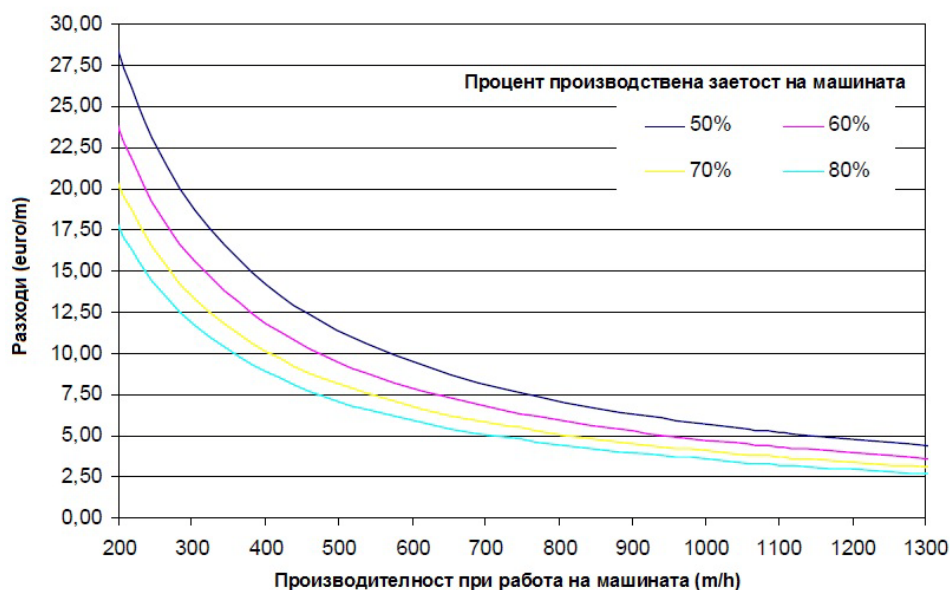
Колко метра могат да се изпълнят за една машиносмяна, зависи от времето на производствена заетост на машината. Това е времето в една машиносмяна, в която машината ефективно работи по железния път и зависи от разположението на отсеките за шлайфане по жп мрежата. На базата на броя преминавания на машината и технологичния престой, производствената заетост на машината достига от 50 до 60% от времето в една машиносмяна.



**Фиг. 1** Разходи за една машиносмяна на шлайф машина от среден клас

Изхождайки от средните цени за една машиносмяна в размер 25.000 евро (съответства на машина от висок ценови клас) на фиг.2 са показани разходите на метър като функция на производителността по време на работа на машината и в зависимост от процента на заетост на машината.

Шлайфането на 0.3 мм при една такава машина от този клас при отсечки за шлайфане над 1000 метра съответства на 1000 готови метра за час. При една производствена заетост на машината от 60% се получават разходи в размер на 4,63 евро/метър шлайфан железен път. При шлайфане на 1 мм производителността пада до 500 метра на час, като при това разходите скачат с 100% до 9,26 евро на метър.



**Фиг. 2** Производителност на машината в зависимост от процента на заетост

Съотношението на производствената заетост на машината за шлайфане на релси към времето, за което е ангажирана се разглежда като най-важния параметър. Единствено чрез увеличение на производствената заетост на машината от 60 на 70% разходите за шлайфане на релсите падат с около 14% независимо от това колко милиметра ще се шлайфа. Този потенциал може да се увеличи от всяка жп експлоатационна фирма чрез подобряване на планирането на ремонтите, т.е. чрез намаляване броя преминавания на машината и технологичните престои.

Целта на една оптимална стратегия за поддържане на релсите е минимизиране броя преминавания и престоя на машината, както и увеличаване на производителността.

Колко метра железен път може да се шлайфа по време на производствената заетост на машината, зависи от:

- съществуващото състояние на релсите
- производителността на машината, която се ползва
- дължината на работните участъци
- технологичните престои за измервателни и почистващи работи

Състоянието на релсите определя колко милиметра ще се шлайфат. В зависимост от производителността на машината, необходимото количество милиметри, които ще се шлайфат, се постига чрез няколко преминавания на машината, които се изпълняват като двупосочно преминаване през работния участък (махалово движение).

Освен състоянието на релсите другия параметър влияещ на производителността е дължината на работните участъци. Чрез многократно преминаване в и от работния участък и направата на преходни рампи, дължината на работния участък влияе неблагоприятно върху производителността особено при къси работни участъци.

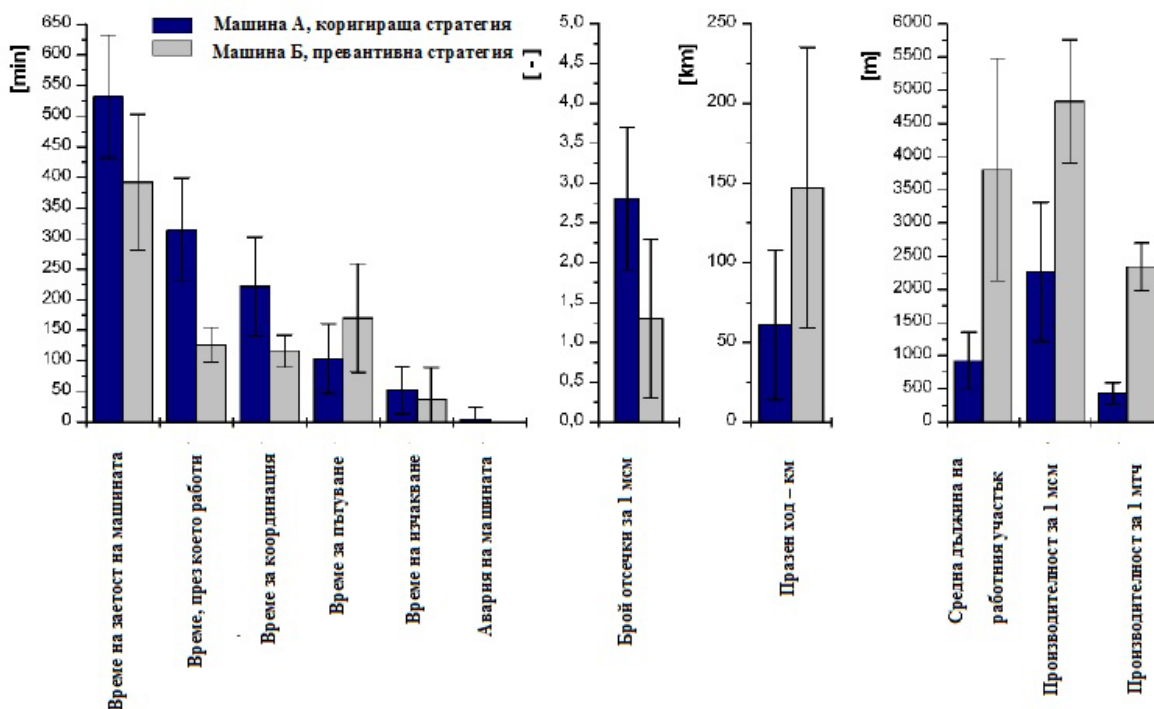
Времето за измерване и извършване на почистващи работи по време на машиносмяната влияят негативно върху производителността.

Технологичните престои по време на машиносмяната се разглеждат като ключов параметър. При малък брой преминавания на машината трябва да се избират работни участъци по-големи от 1000 метра, за да се ограничи броят на празните преминавания. За минимизиране на технологичните престои измерването на готовия железен път трябва да става с подвижни пътеизмерителни мотриси.

Шлайфането на релсите е една от дейностите по поддръжка на железния път, която става по-скъпа, когато по-рядко се прави. Голямото количество материал, който трябва да се изшлайфа и големия брой къси работни участъци по мрежата водят до големи разходи.

Превантивната стратегия за поддържането на релсите позволява по-малки разходи чрез дълги, взаимосвързани работни участъци и малко количество материал за шлайфане. Превантивната стратегия не трябва винаги да се приема за по-икономически изгодна.

На фиг. 3 е изобразено сравняване на 200 протокола от две шлайфащи машини. Машина тип А (среден клас) е използвана при коригираща стратегия. Машината тип Б (голям клас) е използвана при превантивна стратегия за поддържане на релсите [3].



Фиг.3 Производителни параметри на машините /средни стойности/

При използване на машина тип Б 540 минути, нейната производствена заетост е била само 392 минути. Това е отнело близо два часа платена производителност. Машината е поставена в централно депо, средно на 150 км от работен участък, което съответства на около 3 часа време за пътуване.

В рамките на една машиносмяна машината работи средно по 2 часа. През това време са завършени от един до два работни участъка. Впечатление прави постигантите метри, като се има предвид, че машината е работила само два часа. На базата на производствена стойност от 2300 метра шлайфан релсов път за час, в една машиносмяна са постиганти 4600 метра превантивно шлайфане.

Машина тип А достига производствена заетост от около 60%. Поради използването на коригиращо шлайфане дължините на транспортни участъци са сравнително къси. Броят на метрите шлайфан железен път на час производствена заетост достига само четвърт от тези при машина Б. Трябва да се има предвид, че машина Б има двойна по-голяма производителност от колкото машина А.

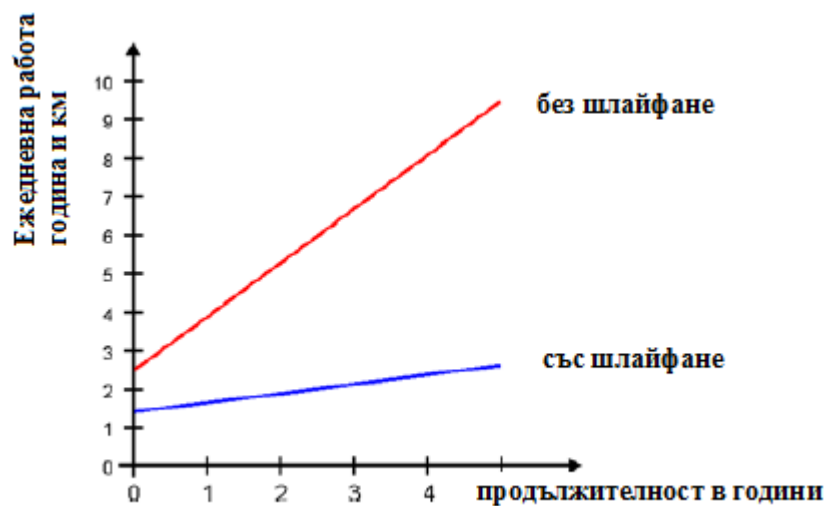
За определяне на икономически по-изгодният вариант трябва да се сравнят разходите. При цена на машиносмяна от 20.000 евро (машина А) и 30.000 евро (машина Б) се получават цени на метър съответно 6,22 евро/м и 8,84 евро/м. Като се има предвид, че превантивното шлайфане се прави два пъти по-често от коригиращото, в крайна сметка се получава, че превантивния метод за поддръжка на релсите е икономически неизгоден.

Примерът показва, че тази стратегия има голям потенциал поради високата производителна скорост и по-малкия брой преминавания. Икономически обосновано е нейното използване само тогава, когато времето на машиносмяната е оптимално използвано.

#### 4. НАМАЛЯВАНЕ НА РАЗХОДИТЕ ЗА МАЛКИ РЕМОНТИ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОДДРЪЖКАТА

Неравностите по повърхността на релсите водят до допълнително динамично натоварване върху горното строене на железния път, което води до по-големи разходи за поддържането особено в областта на стрелките.

Фиг. 4 показва въздействието на вълнообразните деформации по повърхността на глава релса върху разходите за малки мероприятия по поддържането на железния път (на дървени траверси и к-скрепление).



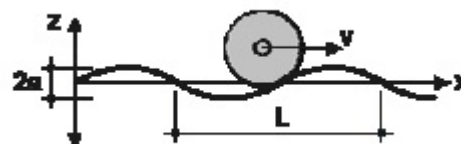
Фиг.4 Влияние на повърхността на релсата върху поддържането на жп път (на дървени траверси и К-скрепления).

По-малки ремонти и мероприятия по поддържането означават всички мероприятия по осигуряване сигурността на релсовия път и предотвратяване на големи щети, при които не се налага използване на тежка жп механизация. ( работи по скрепленията, подмяната на траверси и отстраняване на малки дефекти по релсите).

В рамките на един период на наблюдения от 5 години дълбочината на вдлъбнатините нараства от 0 на 0,15мм, докато в друг пробен участък чрез регулярно шлайфане няма никакви дефекти по повърхността на релсата.

Неблагоприятното въздействие на неравностите по повърхността на релсите може да се онагледи с един елементарен кинематичен закон. За това се разглежда твърда колоос, която се движи по синусоидална по форма повърхност с дължина вълна L и амплитуда 2a.

$$\ddot{z}(v) = a \cdot \left( \frac{2\pi}{L} \cdot v \right)^2$$



Максималното вертикално ускорение на колооса се получава като функция на скоростта.

## ИЗВОДИ

От изложените наблюдения може да направим следните изводи:

- На база грубо пресметнатите цени на машиносмени, увеличението на производствената заетост на машината независимо от избора на стратегия за поддържането на релсите е от огромно значение;
- Технологичните престои на машината като преместване от един работен участък в друг, чакане, измерване, почистване и др. трябва да се ограничат в рамките на работната машиносмяна;
- За минимизиране на тези престои, трябва да се съгласуват много добре строителството и експлоатацията;
- На базата на не особено точно предвидения брой преминавания на машината, коригиращата стратегия за поддръжка на релсите в сравнение с превантивната стратегия върви с известни несигурности и неефективности;
- Превантивното шлайфане не трябва да се приема по дефиниция като по-ефективно от коригиращото. Едно лошо планиране на използването на машината може значително да намали производителността от една превантивна интервенция;
- Ползите от една таква превантивна стратегия за поддържането на релсите се получава предимно при дълги работни участъци, на сравнително близки един до друг разстояния, при малък брой преминавания и минимизиране на технологичните престои.

## ЛИТЕРАТУРА:

[1] Инструкция за устройство и поддържане на горното строене на железния път и железопътни стрелки, София 2010

[2] [www.speno.ch](http://www.speno.ch)

[3] Siefer, Th. und Hempe, Th.: Auswirkungen der Schienepflege auf das Gesamtsystem Gleis (2007)

[4] Siefer, Th. und Hempe, Th.: Schienenschleifen als Bestandteil einer technisch wirtschaftlichen

Gleisinstandhaltung, ZEV Rail 131 (2007)

## ESTIMATION OF EXPLOITATION CHARACTERISTICS OF THE TRACKS IN THEIR GRINDING

**Toshko Rusenov**

[toshko\\_rusenov@mail.bg](mailto:toshko_rusenov@mail.bg)

*Todor Kableshkov University of Transport, 158 Geo Milev Street, Sofia,  
BULGARIA*

**Key words:** grinding, rails, operational characteristics, costs

**Abstract:** Permanent cares about the condition of the tracks are essential importance for optimal interaction between the rolling stock and track. They are the basis for a long period of operation of the rails. The key importance in these track cares is grinding process. The report presents cases using grinding rails, subsequent costs and parameters that influence the cost. In this report we consider the estimation of the benefits of grinding rails.