



СЪПОСТАВКА НА НОРМИТЕ ЗА ТРАМВАЙНА КОЛООС И КОЛОВОЗ С МЕЖДУРЕЛСИЕ 1009 mm, ИЗГРАДЕН С УЛЕЙНИ РЕЛСИ

Емил М. Михайлов

emm_1968@abv.bg

*Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”, ул. “Гео Милев” 158, София 1574
катедра “Транспортна техника”
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: трамвайна мотриси, коловоз, реборд, норми, улейни релси

Резюме: Настоящият материал се отнася за трамвайните мотриси работещи в град София. Разглежда се проблемът с несъответствието между действащите норми за ходовата част на мотрисите и коловоз изграден с улейни релси. Проучването на проблема е част от търсене на причината за продължителен контакт на неработната страна на ребордите на колелата с реборда на релсите. Това води до интензивно начално износване на неработната страна на ребордите на колелата, което намалява ресурса на колелата. В докладът се съпоставят геометричните норми за колоосите и коловоза на базата на правилниците и конструкторската документация на мотрисите и нормите за релсовия път. Проучването на проблема не е установило връзка при въвеждането на различните норми. В материалът са разгледани възможните варианти за комбиниране на размери на колоосите в прав участък от релсовия път изграден с улейни релси. Установено е, че при някои варианти има контакт на неработната страна на реборда с реборда на релсата. При един от тези варианти такъв контакт се появява значително преди достигане на заложеното в конструкторската документация пределно износване на реборда на колелото. На базата на направени пресмятания в доклада се прави предложение за корекция на минималния размер на дебелина на реборда и на положителното отклонение при коловоз изграден с улейни релси. С направеното предложение се избягва контакт на неработната част на реборда на колелата и реборда на релсите при лъкатушно движение на талигата.

1. УВОД.

Наблюденията и измерванията на параметрите на ходовата част на трамвайните мотриси (ТМ) в парка на „Столичен електротранспорт” ЕАД показват сходство на начините и етапите на износване на колелата [1]. Същевременно при справка с действащите правилници се оказва, че параметрите на ходовата част и параметрите на релсовия път, в това число и отклоненията им отговарят на нормите.

Това дава основание да се допусне, че има несъответствие при определяне на нормите за изграждане на трамвайния релсов път от една страна и параметрите на колоосите на трамвайните мотриси от друга.

2. СЪСТОЯНИЕ НА ПРОБЛЕМА.

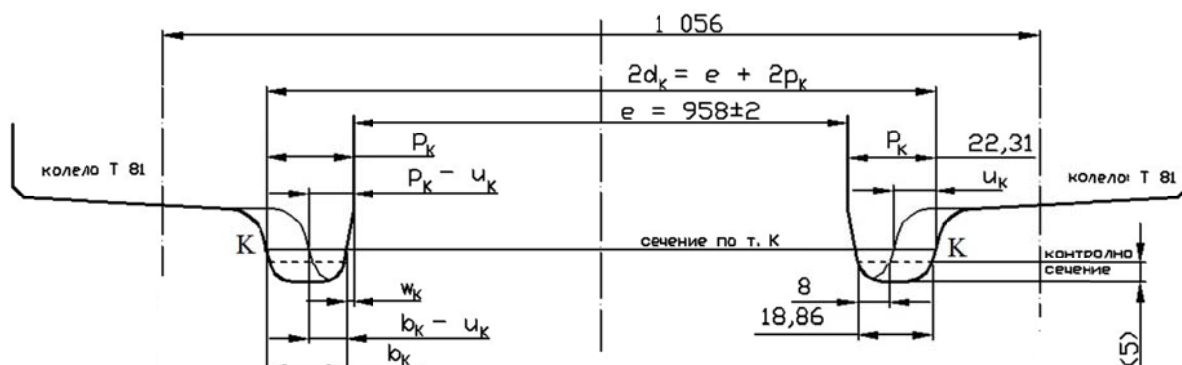
При конструиране на трамвайни мотриси, а така също при внос на нови и използвани ТМ се вземат под внимание изискванията на „Правилник за техническата експлоатация на трамваите“ [2] на Столична община от 1974 година. Частите от [2], касаещи трамвайния релсов път и контактната мрежа са отменени от влезли в сила нови правилници. Техническите изисквания за изграждане и поддръжка на релсовия път са регламентирани с „Правилник с технически изисквания и норми за трамваен релсов път“ [3] на Столична община от 2000 година.

При проучването не се установи връзка между въведените норми за релсовия път и нормите за ходовата част. Прегледът показва, че отклоненията предвидени в [3] за размера на коловоза са взети механично от нормите за железните пътища на класическата железница.

За извършване на пресмятанията е приета работната постановка, при която има изместена в дясно колоос Т 81 от оста на прав коловоз изграден от улейни релси Ri60N до контакт на реборда на дясното ѝ колело с вътрешната стена на главата на релсата в т. К. Всички размери по нивото на т. К са с индекс „К“.

3. НОРМИ И РАЗМЕРИ НА КОЛООСТА.

На фигура 1. са показани размерите на трамвайна колоос Т 81.



Фиг. 1. Размери със съответните допуски на колооста.

На фигура 1. размерите на колооста са:

- Дебелина на реборд при контролното сечение, нов/пределно износен: 18,86/8,0 mm ;
- Дебелина на реборд на нов бандаж при т. К: $b_K = 20,45$ mm;
- Дебелина на пределно износен реборд при т. К: $b_{K,min} = 9,6$ mm;
- Максимално износване на реборда по т. К: $u_K = 10,85$ mm;
- Разстояние между челото на нов бандаж и точката т. К: $p_K = 22,31$ mm;
- Разстояние между челото на бандажа и т. К при износен реборд: $p_{K,min} = 11,45$ mm;
- Разлика между p_K и b_K : $w_K = 1,86$ mm;
- Разстояние между т.т. К на ребордите на нова колоос.: $2d_K = 1002,62 \pm 2$ mm;
- Междубандажно разстояние: $e = 958 \pm 2$ mm;
- Разстояние между действителните кръгове на търкаляне на колелата: 1056 mm.

От фигура 1. могат да се съставят следните зависимости за колооста:

$$(1) \quad 2d_K = e + 2p_K$$

Разстоянията от челата на бандажите до т.т. К на двата реборда е $p_K = b_K + w_K$, тогава:

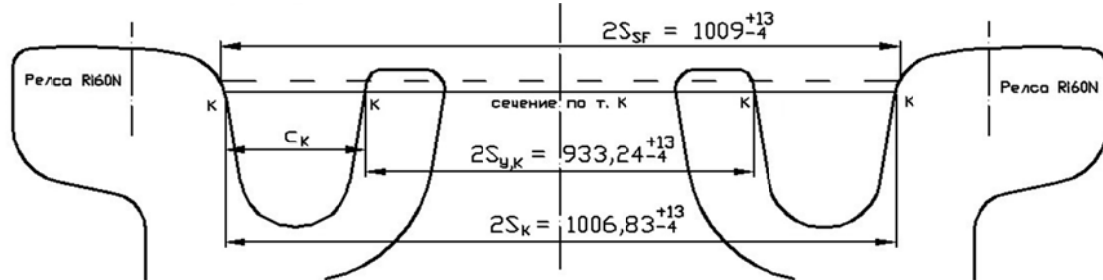
$$(2) \quad 2d_K = e + 2w_K + 2b_K$$

За да се получи действителната работна ширина $2D_K$ на колоос в експлоатация в зависимостите (1) и (2) се вадят стойностите на допустимите износвания u_K на двата реборда:

$$(3) \quad 2D_K = 2d_K - 2u_K = e + 2w_K + 2b_K - 2u_K;$$

4. НОРМИ И РАЗМЕРИ НА КОЛОВОЗ ИЗГРАДЕН С УЛЕЙНИ РЕЛСИ.

На фигура 2. са показани елементите, стойностите, допуските на трамваен коловоз изграден от улейни релси Ri60N.



Фиг. 2. Размери със съответните допуски на коловоза.

- Междурелсие в град София, измерено между главите на релсите на 9 mm под върха на главата: $2S_{SF} = 1009^{+13}_{-4} \text{ mm}$, съответно: $2S_{SF \max} = 1022 \text{ mm}$ и $2S_{SF \min} = 1005 \text{ mm}$;
- Ширина на улея на релсата по нивото на т. К.: $c_K = 36,8 \text{ mm}$;
- Разстояние между точките К на двете релси: $2S_K = 1006,83^{+13}_{-4} \text{ mm}$;
- Разстояние между точките от вътрешните страни на ребордите на двете релси по нивото на т. К: $2S_{y,K} = 933,24^{+13}_{-4} \text{ mm}$.

От фигура 2. може да се напише тази зависимост за междурелсието по нивото на т. К.:

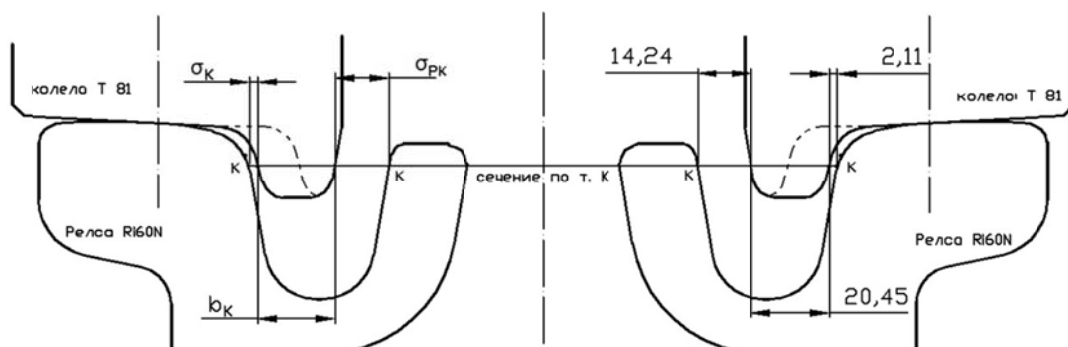
$$(4) \quad 2S_K = 2S_{y,K} + 2c_K$$

Като за крива трябва да се добави и уширението на коловоза $\Delta c = (0 \div 7) \text{ mm}$ [3]:

$$(5) \quad 2S_K = 2S_{y,K} + 2c_K + \Delta c$$

5. КОНТАКТ НА КОЛООСТА И КОЛОВОЗА.

На фигура 3. е показан контактът между колоос и коловоз в симетрично положение.



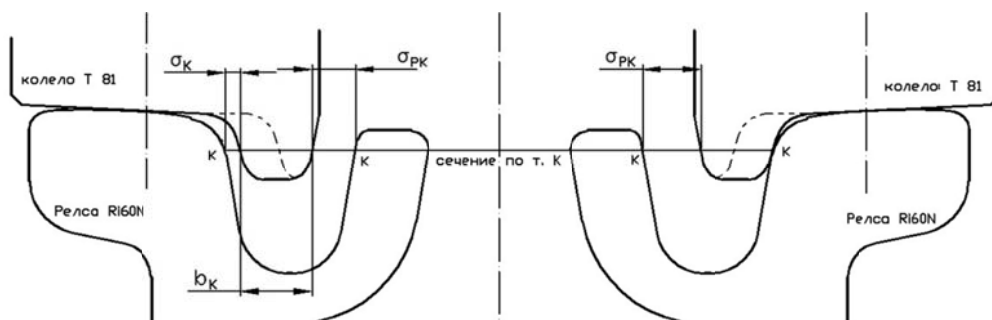
Фиг. 3. Симетрично положение на колоос Т 81 върху коловоз изграден с релси Ri60N.

- Разстояние между работната страна на ребрда на колелото и релсата: $\sigma_K = 2,11 \text{ mm}$;
- Разстояние между неработната страна на ребрда на колелото и вътрешната страна на ребрда на релсата: $\sigma_{PK} = 14,24 \text{ mm}$.

Ако коловозът е с номинален размер на междурелсието, то разстоянието между т.т. K върху релсите може да се изрази по следните начини:

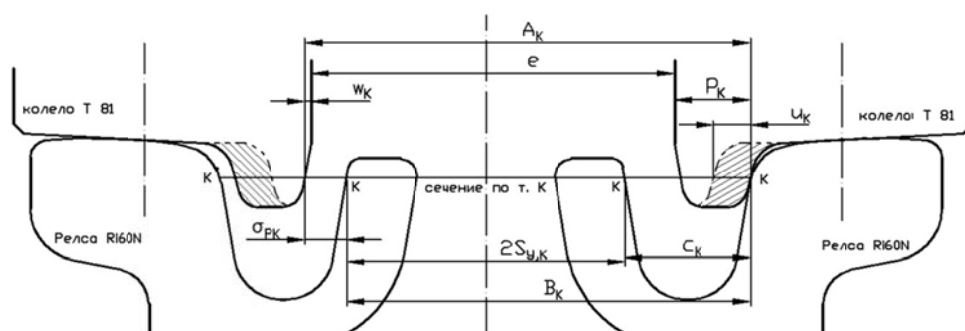
$$(6) \quad 2S_K = 2d_K + 2\sigma_K = e + 2p_K + 2\sigma_K$$

На фиг. 4. е показано положението на колооста в крайно дясно положение и дву-точков контакт на дясното колело с релсата.



Фиг. 4. Положение на колоос Т 81 в триточков контакт с коловоз изграден с релси Ri60N.

На фигура 5. са въведени размерите A_K и B_K . Щриховано е показано предвиденото за износване от профила на ребрда откъм работната му страна.



Фиг. 5. Зависимости при триточков контакт на колоос Т 81 с коловоз изграден с релси Ri60N.

Размерът A_K е разстоянието от т. K до точката на пръв контакт на ребрда на лявото колело с ребрда на релсата. Изразено това разстояние с елементите на колооста е:

$$(7) \quad A_K = e + p_{K,д} + w_{K,л}$$

Размерът B_K е разстоянието от т. K до точката на пръв контакт на ребрда на лявото колело с ребрда на релсата. Изразено това разстояние с елементите на коловоза е:

$$(8) \quad B_K = 2S_K - c_K = 2S_{y,K} + c_K$$

При приемането, че коловоза и колооста от фигура 5. са с номинални стойности, то:

$$(9) \quad A_K = B_K + \sigma_{PK}$$

За съпоставка между нормите на колооста и коловоза се поставят следните условия:

а) разстоянието между т.т. K на двете релси $2S_K$ и работната ширина на колооста $2d_K$ като:

$$(10) \quad 2d_K \leq 2S_K$$

б) разстоянието $2S_{V,K}$ между точките от вътрешните страни на улеите по нивото на т. K и разстоянието $e + 2w_K$ между точките по т. K на неработната страна на ребордите, като:

$$(11) \quad e + 2w_K \geq 2S_{V,K}$$

в) разстоянията A_K и B_K , като:

$$(12) \quad A_K \geq B_K$$

6. ВЗАИМНИ ПОЛОЖЕНИЯ НА КОЛООСТА И КОЛОВОЗА.

Съществуват следните варианти на контакт с номинални и гранични стойности:

1. Номинални размери на колооста и коловоза:

$$(13) \quad 2d_K \leq 2S_K \quad e + 2w_K \geq 2S_{V,K} \quad A_K \geq B_K$$

2. Номинален размер на колооста и максимален размер на междурелсието:

$$(14) \quad 2d_K \leq 2S_K \quad e + 2w_K \geq 2S_{V,K} \quad A_K \not\geq B_K$$

3. Номинален размер на колооста и минимален размер на междурелсието:

$$(15) \quad 2d_K \leq 2S_K \quad e + 2w_K \geq 2S_{V,K} \quad A_K \geq B_K$$

4. Максимален размер на колооста и номинален размер на междурелсието:

$$(16) \quad 2d_K \leq 2S_K \quad e + 2w_K \geq 2S_{V,K} \quad A_K \geq B_K$$

5. Минимален размер на колооста и номинален размер на междурелсието:

$$(17) \quad 2d_K \leq 2S_K \quad e + 2w_K \geq 2S_{V,K} \quad A_K \not\geq B_K$$

6. Минимален размер на колооста и максимален размер на междурелсието:

$$(18) \quad 2d_K \leq 2S_K \quad e + 2w_K \geq 2S_{V,K} \quad A_K \not\geq B_K$$

7. Максимален размер на колооста и максимален размер на междурелсието:

$$(19) \quad 2d_K \leq 2S_K \quad e + 2w_K \geq 2S_{V,K} \quad A_K \geq B_K$$

8. Максимален размер на колооста и минимален размер на междурелсието:

$$(20) \quad 2d_K \not\leq 2S_K \quad e + 2w_K \geq 2S_{V,K} \quad A_K \geq B_K$$

9. Минимален размер на колооста и минимален размер на междурелсието:

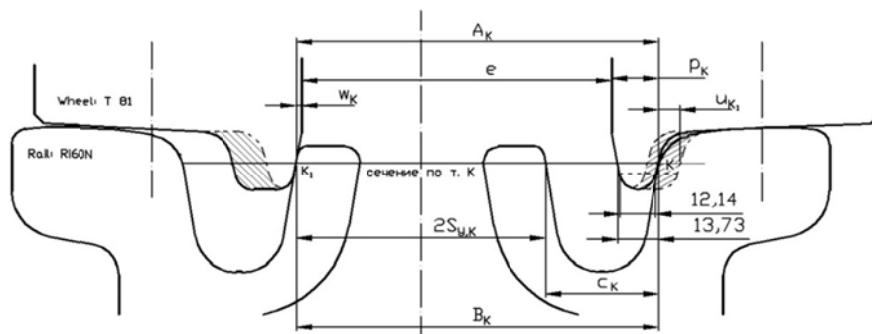
$$(21) \quad 2d_K \leq 2S_K \quad e + 2w_K \geq 2S_{V,K} \quad A_K \geq B_K$$

Има един случай на неизпълнение на условие (10) – при вариант 8. Условието (11) е изпълнено при всички варианти. Условие (12) не се изпълнява при три от вариантите – 2, 5 и 6. При вариант 3 условието (10) и при вариант 7. условието (12) се изпълняват при разлики около и под 1 mm.

7. ИЗВОДИ.

Случаите, при които условието $A_K \geq B_K$ не се изпълнява, лъкатушенето на талигата води до 3-точков контакт на колооста с коловоза, но третата точка на контакт е при лявото колело. Т.е. неработната страна на левия реборд има постоянен контакт с реборда на релсата. Това се получава при недостигната минимална стойност на реборда на дясното колело (фиг. 6.). Направените измервания на междурелсието в различни участъци, както за това изследване, така и при установяване на причините за дерайлиране на ТМ показват, че с изключение на участъците ремонтирани в последните няколко години почти навсякъде междурелсието е в зоната на положителното отклонение в рамките на 5 до 10 mm.

Най-голямо отклонение при условието $A_K \geq B_K$ има във вариант 6, при него разликата е $-13,73 \text{ mm}$. В такъв случай, при движение в прав участък от пътя и рязко уширение над нормите може да настъпи „прескачане” на реборда и последващо дерайлиране на колооста. Това е възможно при коловоз от т.нар. „унгарски тип” когато уплътнителите между релсите и леглата им да липсват. Тогава не се гарантира междурелсието и при преминаване на трамвайна мотриси се наблюдава раздалечаване на релсите.



Фиг. 6. Четириточков контакт на колооста с коловоза при вариант 6.

8. ПРЕПОРЪКИ.

Практиката показва, че от всички контролни размери на колоосите и коловоза най-устойчив като стойност е междубандажното разстояние – номиналната, т.е. в почти всички случаи на измерване $e = 958 \text{ mm}$. Ако се приеме, че минималния размер на реборда в контролното сечение е 13 mm и положителното отклонение на междурелсието е 6 mm и междубандажното разстояние е с номинална стойност, то след пресмятане се получава следното:

$$\begin{aligned}
 (22) \quad & 2d_K^* = e + 2p_K = 1002,62 & 2S_K^* &= 1012,83 & 2d_K^* &\leq 2S_K^* \\
 & e + 2w_K = 961,72 & 2S_{y,K}^* &= 939,24 & e + 2w_K &\geq 2S_{y,K}^* \\
 & A_K^* = e + p_{K\min}^* + w_K = 976,31 & B_K^* &= 2S_{y,K}^* + c_K = 976,22 & A_K^* &\geq B_K^*
 \end{aligned}$$

Всички параметри, които са получени с размерите приети за това пресмятане са изписани със звезда.

При (22) условията (10), (11) и (12) са изпълнени и при лъкатушене на талигата в прав участък от пътя не се достига до контакт на неработната страна на ребордите с

реборда на релсата. На базата на горното и изхождайки от факта, че заложените в [4] норми имат препоръчителен характер се прави предложение за корекция на съответните правилници:

1. Да се коригира минималния размер на дебелината на реборда в контролното сечение като се приеме стойност 13 mm;
2. Да се намали положителното отклонение на междурелсието от +13 на +6 mm като междурелсието за коловоз изграден с улейни релси да се определи на $2S_{SF} = 1009_{-4}^{+6} \text{ mm}$.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Михайлов Е., „Причини за интензивно и несиметрично износване на колелата при трамвайни мотриси”, 20-та международна научна конференция „Транспорт 2011”, ВТУ, София 2011 г.
- [2] „Правилник за техническата експлоатация на трамваите”, СГНС, Техника, 1974 г.
- [3] „Правилник с технически изисквания и норми за трамваен релсов път”, Столична община, СКГТ, 2000 г.
- [4] EN 13848, Railway applications – Track – Track Geometry Quality – Part 1: Characterisation of track geometry.

COMPARISON OF THE STANDARDS OF TRAM WHEELSETS AND TRACK GAUGE 1009 mm, POWERED GROOVED RAILS.

Emil M. Mihaylov,
emm_1968@abv.bg

**University of Transport „Todor Kableshkov“, 1574 Sofia
BULGARIA**

Key words: tramway, track, wheelset, flange, grooved rails

Abstract: *This paper refers to trams operating in Sofia. Consider the problem of mismatch between the existing rules on the undercarriage of trains and track built with chute rails. The study is part of the problem of searching for the cause of the prolonged contact of non-operative side of the rims of the wheels with the rim of the rails. This leads to intensive wear of the initial non-operative part of the rims of the wheels, which reduces the lifetime of the wheels. The report compares the geometric standards for wheelsets and track on the basis of regulations and engineering documentation of railcars and standards for the track. The study of the problem has not established connection with the implementation of various norms. In the paper are examined all possible options of combining the dimensions of wheelsets and straight stretch of track built with chute rails. It has been found that in some embodiments there is contact of the non-operative part of the rim with the rim of the rail. In one of these variations such contact occurs significantly before reaching the pledged in the engineering documentation wear limit of the rim of the wheel. Based on calculations made in the report there is a proposal for adjustment of the minimum thickness of the rim and the positive deviation in track built with chute rails. With the proposal the contact of the non-operative part of the rim of the wheels and the rim of the rails for oscillation in plan movement of the bogie is avoided.*