Механика Транспорт Комуникации

ISSN 1312-3823 (print)
ISSN 2367-6620 (online)
том 23, брой 3, 2025 г.
Научно списание **http://www.mtc-aj.com** **статия № 2735**

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ИЗНОСВАНЕТО НА БАНДАЖИТЕ НА ТРАМВАЙНИТЕ МОТРИСИ В ГРАД СОФИЯ

Емил Михайлов Михайлов
emil.mihaylov@vtu.bg

Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”,
София 1574, ул. „Гео Милев” № 158
БЪЛГАРИЯ

Резюме: *Материалът разглежда вида, начина и интензивността на износването при бандажите на трамвайните мотриси в град София. През 2018 година е променен профилът на трамвайните бандажи. От профил с конична търкаляща повърхност - T81 с профил RPSf-2018, чиято търкаляща повърхност има две закръгления с различен радиус. Наблюденията показват, че при новия профил интензивността при началното износване на бандажите е по-ниска. При достигане на определена степен износването вече е същото както при стария профил или сходно на него. Наблюдава се и разлика при износването на бандажите на трамвайни мотриси, които обслужват приоритетно един и същ маршрут. Разликата е в зависимост от състоянието на трамвайния релсов път по различните участъци на трамвайната система. Същевременно за всички трамвайни мотриси има характерно износване на работната страна на ребордите на левите колела. На базата на статистика е направено сравнение на вида, формата и интензивността на износването на бандажите с двата бандажни профила - T81 и RPSf-2018. Изследвани са контактните зони на бандажи с профил RPSf-2018, които имат начално и напреднало износване с коловози изградени с релси типове S49 и Ri60N с обичайното износване. Направен е опит за изясняване на причините за различната степен на износване на бандажните гривни и особеното износване на ребордите на левите колела при новия бандажен профил. Направени са предположения за причините, определящи разликите в интензивността и вида на износването, като изходни точки за по-нататъшни и задълбочени изследвания.*

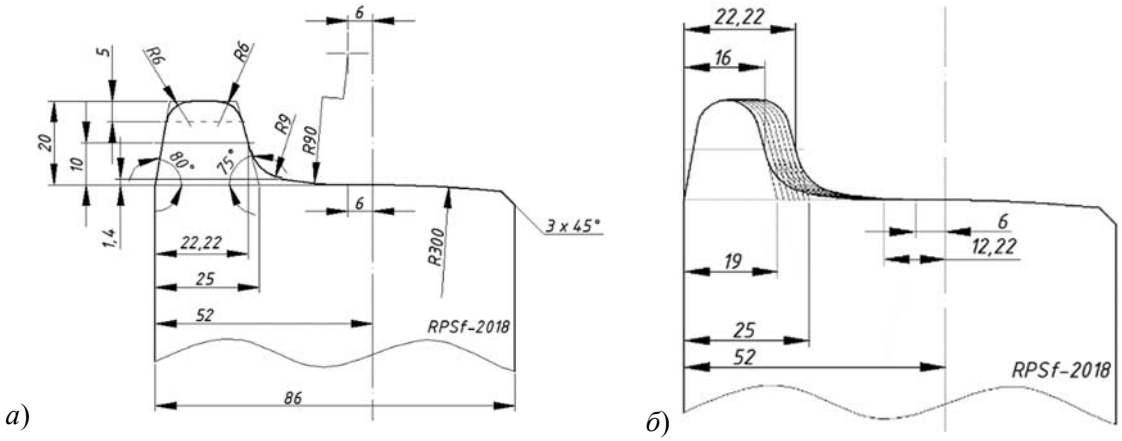
Ключови думи: *трамвайна мотриса, трамвайни бандажи, износване.*

1. УВОД

През 2018 година със Заповед № 03-154/02.07.2018 г. на Изпълнителния Директор на „Столичен електротранспорт” ЕАД [1] се въвежда нов профил на бандажите на трамвайните колела. Може да се приеме, че до края на 2020 година бандажите на всички трамвайни мотриси (ТМ) са профилирани с него. Изминалите пет години са достатъчни за общи изводи за ефекта от въвеждането на бандажния профил *RPSf-2018*. Наблюденията и статистиката по време на експлоатационния процес показват, че процеса на износване е забавен с около 30 до 40 процента. Най-бавно износване се наблюдава при мотрисите, които приоритетно се движат по трасета с нови релси.

2. ОБЩА ИНФОРМАЦИЯ

Бандажният профил *RPSf-2018* с основни параметри показани на фигура 1. се прилага при всички трамвайни возила в град София [2]. Профилът е с две закръгления по търкалящата повърхност (фиг. 1.а) и има предвидени фамилия от профили, които се формират при всяко следващо репрофилиране на бандажите (фиг. 1.б).

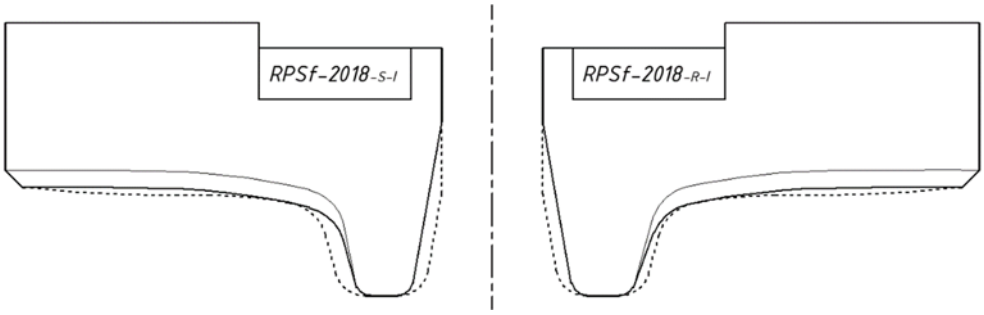


а) *б*)

Фиг. 1. Параметри на бандажен профил *RPSf-2018*.

Характерно за профилът *RPSf-2018* е, че между двете закръгления има цилиндричен участък. Дължината му се изменя от 6 mm при нов профил до 12,22 mm при последното профилиране. Дебелината на реборда се контролира на 10 mm от върха му и се променя от 22,22 mm при нов профил до 16 mm при последното профилиране.

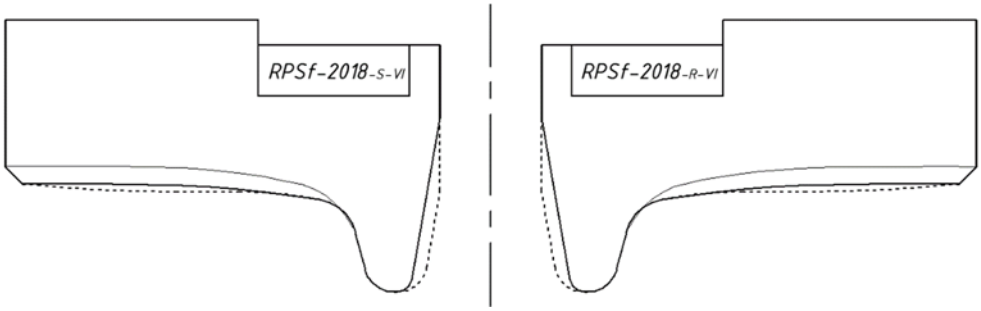
Наблюденията върху износването на *RPSf-2018* показват, че има различни стадии на процеса, както и разлика при износването на нови бандажи и след последното им профилиране. За началното износване (фиг. 2.) на нови бандажи е характерно „подостряне“ на закръгленията при върха на ребордите, „високо“ износване на вътрешната челна повърхнина и износване на търкалящата повърхност при закръглението с радиус 300 mm откъм цилиндричната част на профила. След това износването е подобно и често същото както при стария профил Т 81.



Фиг. 2. Степени на износване на нов бандаж с профил *RPSf-2018*.

При първата фаза е характерно бързо износване на ребордите, като „подрязване“ в основата откъм работната страна, особено изразено на левите колела. При всяко следващо профилиране на бандажа и съответно изтъняване на реборда намалява интензивността на подрязването.

На фигура 3. са показани степените на износване на бандажите след последното профилиране. Запазва се начина на износване, както и при всяко предишно профилиране. При всяко следващо профилиране се наблюдават същите отрицателни ефекти с намаляващо подрязване на ребордите, като след последното профилиране то е минимално.



Фиг. 3. Степени на износване на бандаж с профил *RPSf-2018* след последното профилиране.

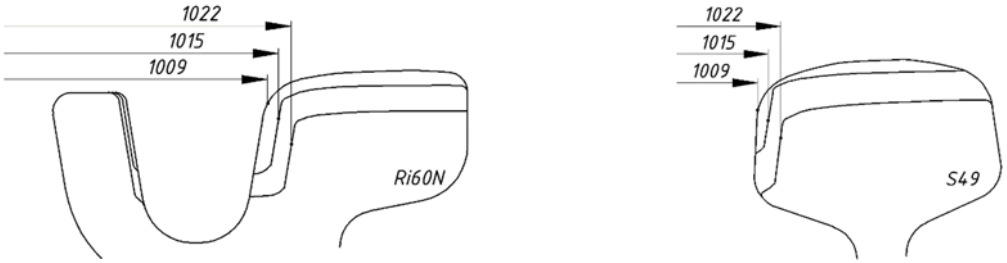
Преобладаващата част от трамвайния релсов път (ТрРП) в град София е в предаварийно или аварийно състояние [3, 4, 5]. Голям брой участъци от пътя са със значителен брой пропадания на релсите и/или износени релси в близост до горния допуск. На фигура 4. са показани стадиите на износване на двата типа релси използвани за изграждане на ТрРП. При номинален размер на междурелсието 1009 mm с максималния му допуск размера в прав участък става 1022 mm.

Износването на страничната повърхност е съпроводено и с износване на билото на главата на релсите. При улейните релси особеното е, че реборда им има само контакт от вътрешната страна на улея. Тогава ребордът износва ребордите на колелата по вътрешната челна повърхност.

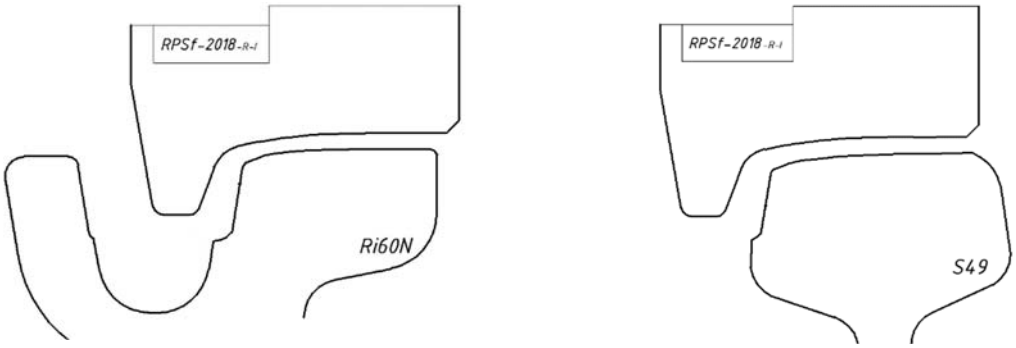
Може да се приеме, че най-разпространеното износване на релсите е с по 3 *mm* на работната повърхност на главата на релсата. Тогава междурелсието е около 1015 *mm*. Такова междурелсие със съответното износване на релсите (фиг. 4.) се приема за най-често срещано.

Характерно за тази степен на износване е намаляване на височината на главата на релсата, износване на страничната повърхност на главата и „заостряне“ на закръглението между двете повърхнини.

При сравняване на износването на контактните повърхности на бандажите и релсите има сходство на получените профили (фиг. 5.). Забелязва се и при напредналите етапи на износване.



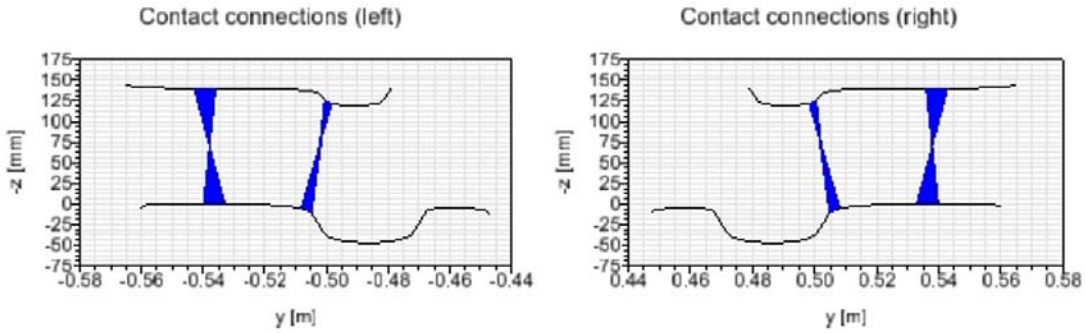
Фиг. 4. Степени на износване на релси типове Ri60N и S49.



Фиг. 5. Сравнение на износването на контактните повърхности на профил *RPSf-2018* с релси типове Ri60N и S49.

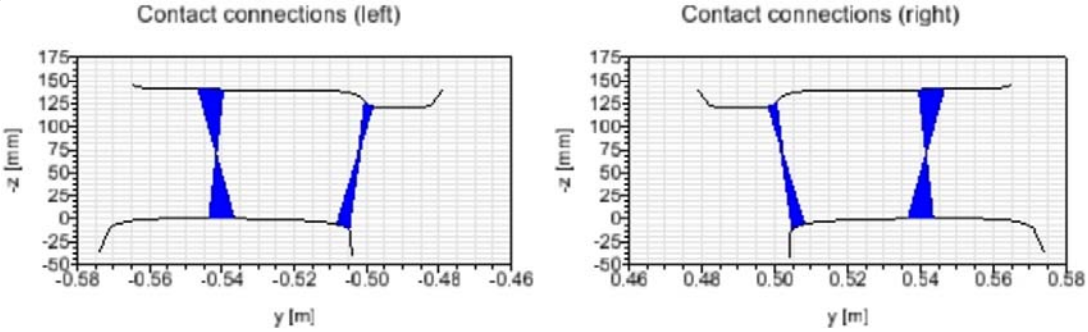
3. КОНТАКТНИ ЗОНИ НА НОВИ БАНДАЖИ И КОЛОВОЗИ С НОВИ РЕЛСИ

Няколко изследвания на контакта на бандажи с профил *RPSf-2018* с коловози изградени с нови релси от двата типа показват, че зоната на контакт на търкалящата повърхност е при закръглението с радиус 300 mm в участъка му откъм цилиндричната част на профила [2, 6, 7]. В тази зона има много малък наклон на допирателната към закръглението и на практика се влошава връщането на колооста в съосно положение с коловоза при лъкатушене.



Фиг. 6. Контактни зони на нови бандажи с профил *RPSf-2018* и нови релси Ri60N.

На фигура 6. са показани контактните зони на бандажи с профил *RPSf-2018* и коловоз изграден с релси тип Ri60N, а на фигура 7. с коловоз изграден с релси S49.

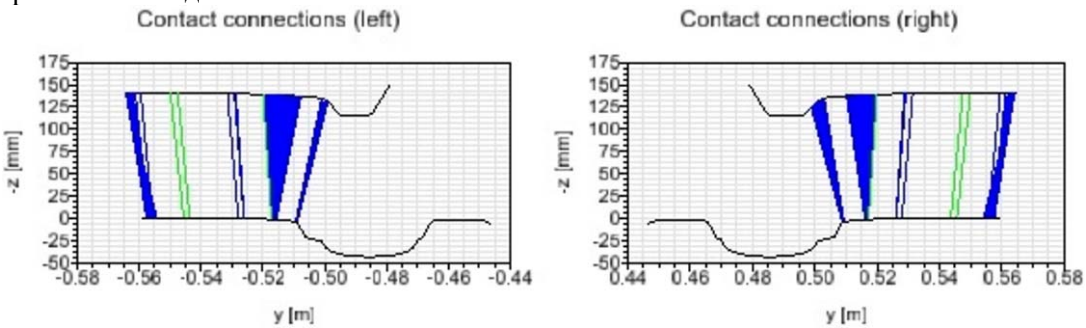


Фиг. 7. Контактни зони на бандажи с профил *RPSf-2018* с релси тип S49.

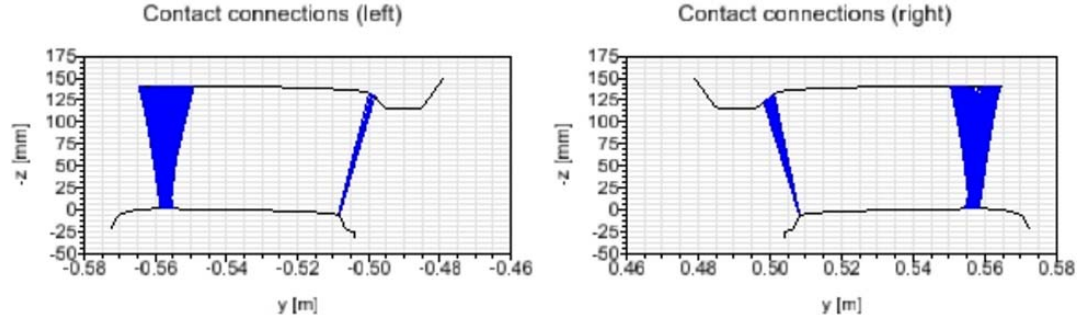
Сравнението на контактните зони показва по-добър контакт на бандажите с профил T81 и съответно по-добра направляваща способност при лъкатушене на талигата.

4. КОНТАКТНИ ЗОНИ ПРИ ИЗНОСЕНИ БАНДАЖИ И РЕЛСИ

В процеса на износване на бандажите и релсите се променят контактните им зони. На фигура 8. са показани зоните на контакт на бандажи с начално износване на профила с коловоз изграден с улейни релси тип Ri60N с износване до размер на междурелсието 1015 mm. Контактните точки са разпределени по цялата повърхност на главите на релсите и търкалящата повърхност на бандажите.



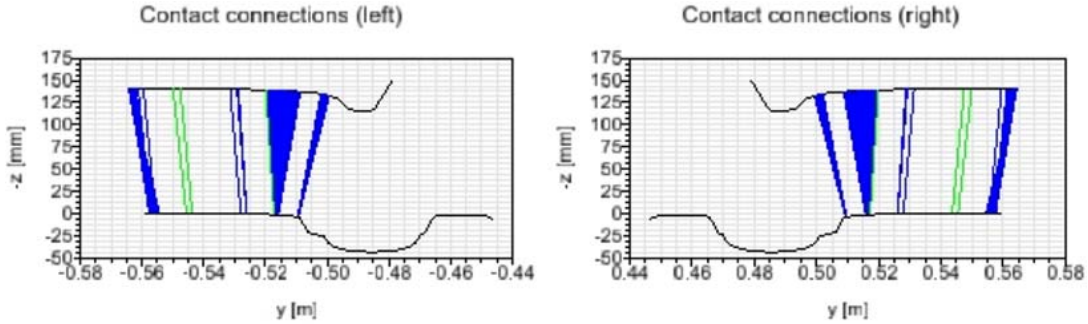
Фиг. 8. Контактни зони на бандажи с начално износване на профил *RPSf-2018* с релси тип Ri60N при междурелсие 1015 mm.



Фиг. 9. Контактни зони на бандажи с начално износване на профил *RPSf-2018* с релси тип S49 при междурелсие 1015 mm.

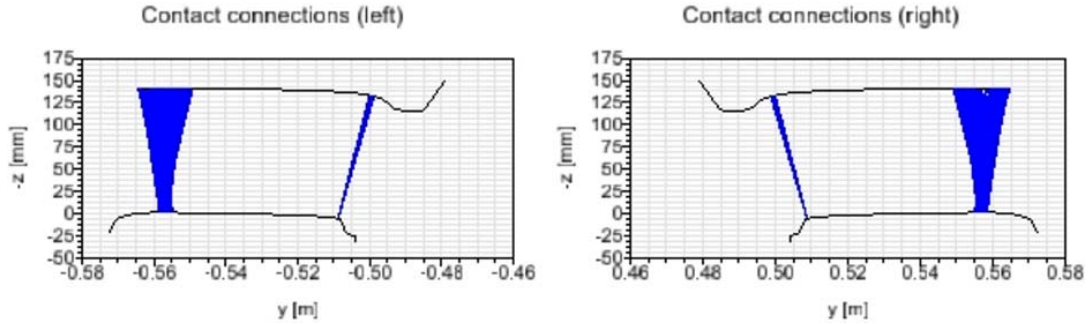
При същият размер на междурелсието, но с релси тип S49 (фиг. 9.) се наблюдава изместване на контактните зони навън и концентриране на контактните точки.

Сходно е разпределението на контактните точки при бандажи с напреднало износване и коловоз изграден с релси тип Ri60N (фиг. 10.) и релси тип S49 (фиг. 11.) с износване до граничния размер на междурелсието - 1022 mm.



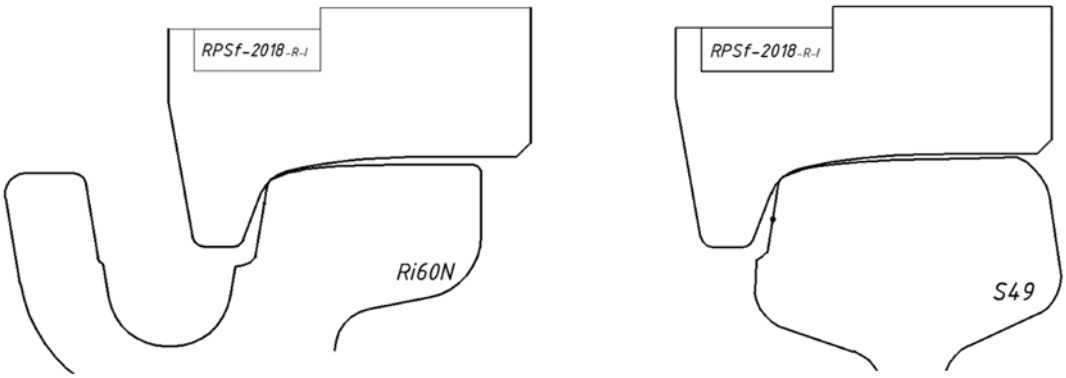
Фиг. 10. Контактни зони на бандажи с напреднало износване на профил *RPSf-2018* с релси тип Ri60N при междурелсие 1022 mm.

При показаните случаи на работа на износени в различна степен бандажи с коловози с износени релси се наблюдава контакт на заостреното закръгление между страничната стена и горната повърхност на главата на релсите с основата на ребордите на колелата.



Фиг. 11. Контактни зони на бандажи с напреднало износване на профил *RPSf-2018* с релси тип S49 при междурелсие 1022 mm.

Контакт в основата на ребордите с закръглението на главата на релсата има в крайните ѝ положения (фиг. 12.). Това се случва при лъкатушене на талигата и при несиметрични пропадания на релсите.



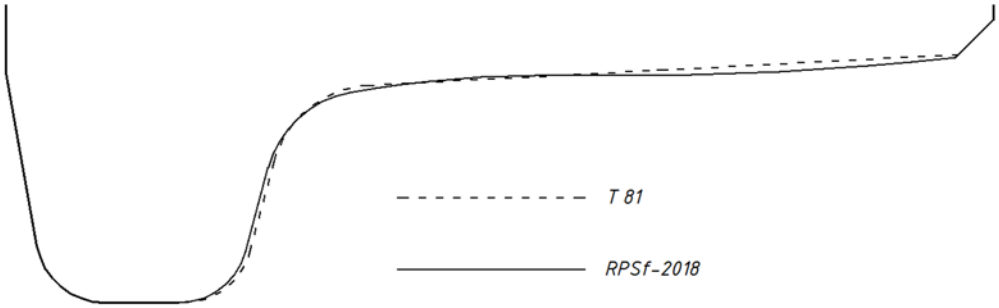
Фиг. 12. Контакт в основана на ребордите при бандажи с профил *RPSf-2018* с износени релси.

5. ИЗВОДИ

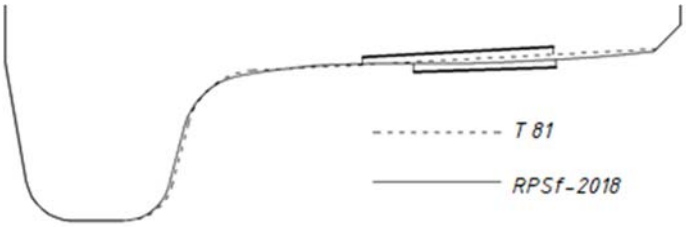
Сравнени двата бандажни профила, стария - *T81* и новия - *RPSf-2018* (фиг. 13.) основно се различават по профила на търкалящата повърхност.

Контактните зони при двата профила са навън от теоретичния кръг на търкаляне (фиг. 14.), който е на разстояние 52 mm от вътрешната челна повърхнина на бандажа (фиг. 1.). Именно

там е закръглението с радиус 300 mm на профил *RPSf-2018*. В най-изпъкналата част на закръглението разликата в дебелината на бандажите е около 1 mm.

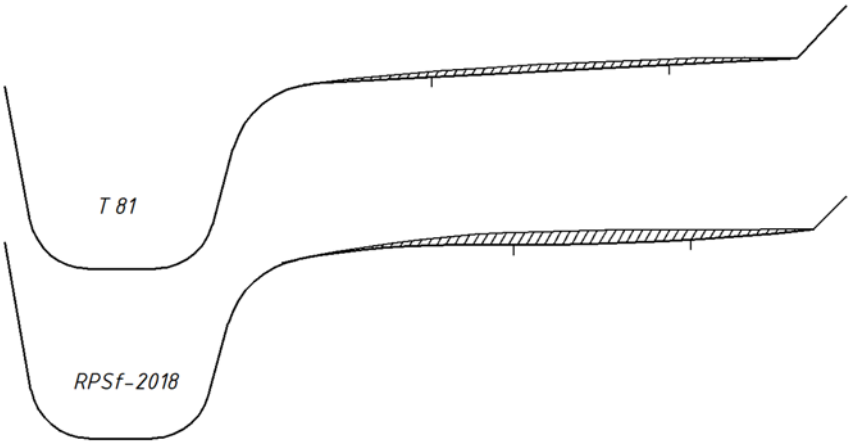


Фиг. 13. Сравняване на профилите Т81 и *RPSf-2018*.



Фиг. 14. Сравняване на контактни зони на бандажи с профили Т81 и *RPSf-2018*.

На фигура 15. щрихованите зони показват отнемания материал при работа на бандажите с двата изследвани профила до достигане на установената начална степен на износване.



Фиг. 15. Сравняване на началното износване на бандажи с профили Т81 и *RPSf-2018*.

Ясно се забелязва, че дебелината на отнемания материал при бандажите с профил *RPSf-2018* е по-голяма, макар че контактната зона с релсите е по-тясна от тази на бандажи с профил Т81. Това може да бъде едно от обясненията за по-бавното начално износване на новия профил.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеното изследване е базирано на наблюдения и ограничен брой измервания на бандажите на трамвайните мотриси в град София. Направените изводи са основа за по-нататъшни изследвания за определяне на причините за неравномерно износване и факторите, които влияят общо на работата на бандажите.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] „Столичен електротранспорт" ЕАД, Заповед № 03-154/02.07.2018 г.
[2] Михайлов Е. М., Атанасов М., Евлогиева З., „*Взаимодействие на трамвайни колела с бандажен профил RPSf-2018 с трамвайните коловози с тясно междурелсие в град София*", МНК „Техника и

строителни технологии в транспорта – 2022", ВТУ „Т. Каблешков", София, 2022 г., МТС AJ, ISSN 1312-3823, ISSN 2367-6620, том 20, брой 3/3, 2022 г., № 2235.
[3] Жеков В., Иванова М., „Анализ на състоянието и проблемите на трамвайния релсов път в град София.", XXI МНК „Транспорт 2013", ВТУ „Т. Каблешков", Варна, 2013
[4] Zhekov V., Iontchev E., „Assessment of the urban rail network based on the acceleration in axle box of the tram", The 5th Multidisciplinary Academic Conference in Prague 2015, Czech Republic, 2015.
[5] Жеков В., „Норми за проектиране на градски релсов път.", МНФ „Техника и строителни технологии в транспорта – 2014", ВТУ „Т. Каблешков", Велинград, 2014 г.
[6] Жеков В., „Анализ на контактните повърхности при бандажни профили Т81 и PRSf 2018 с профили на релси, използвани в градския релсов път на град София", „Механика Транспорт Комуникации", ВТУ „Т. Каблешков", София, 2025 г., МТС AJ, ISSN 1312- 3823, том 21, брой 3/1, 2023 г., № 2420.
[7] Zhekov V., „Study of the Interaction between the PRSf 2018 Rim Profile and Rail Profiles Applied in the Tram Track of the City of Sofia", XXIX НТК „Транспорт, екология – устойчиво развитие", ТУ - Варна, Варна, 2023 г., Sc 57312439500

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE WEAR OF TRAM TRACK TYRES IN THE CITY OF SOFIA

Emil M. Mihaylov
emil.mihaylov@vtu.bg

Todor Kableshkov University of Transport,
Sofia, Geo Milev Str. 158,
BULGARIA

Abstract: *The material examines the type, method and intensity of wear of tram track tires in the city of Sofia. In 2018, the profile of the tram tracks was changed. From a profile with a conical rolling surface - T81 to a profile RPSf-2018, whose rolling surface has two roundings with different radii. Observations show that with the new profile the intensity of the initial wear of the tracks is lower. When a certain degree of wear is reached, the wear is already the same as with the old profile or similar to it. There is also a difference in the wear of the treads of tram cars that serve the same route as a priority. The difference depends on the condition of the tram track on different sections of the tram system. At the same time, all tram cars have a characteristic wear of the working side of the flanges of the left wheels. Based on statistics, a comparison was made of the type, shape and intensity of wear of the treads with the two tread profiles - T81 and RPSf-2018. The contact zones of the treads with the RPSf-2018 profile, which have initial and advanced wear with tracks built with rails of types S49 and Ri60N with the usual wear, were studied. An attempt was made to clarify the reasons for the different degree of wear of the tread rings and the particular wear of the flanges of the left wheels with the new tread profile. Assumptions have been made about the reasons determining the differences in the intensity and type of wear, as starting points for further and more in-depth research.*

Key words: *tram car, tram tires, wear.*