



ДЪЛГОТРАЙНОСТ (РЕСУРС) НА КОЛООСИ ОТ ПЪТНИЧЕСКИ ВАГОНИ

Ваньо Ралев, Добринка Атмаджова
vanio.rallev@gmail.com, atmadzhova@abv.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“,
гр. София, ул. Гео Милев № 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: пътнически вагони, колооси, колела, износване, дълготрайност.

Резюме: Въпросът за осигуряване и контрол на ресурса на подвижния състав и неговите възли е пряко свързан с осигуряването на надеждност и безопасност на транспортния процес. Отправната точка за решаване на този проблем е способността да се определи ресурсът на даден продукт или неговите компоненти на всички етапи от жизнения цикъл. За това се използват и усъвършенстват теоретични методи за изчисление на ресурс в комбинация с усъвършенстване на диагностичните методи и технологията на обслужване.

Тъй като броят на елементите и възлите от ходовата част на пътнически вагони за изследване дълготрайността или ресурса изискват много обемна разработка, авторите фокусират изследванията си върху елементите на колоосите – колела. За тези детайли, от чиято работа до голяма степен зависи безопасността и ефективността на пътническите вагони в тяхната цялост и е необходимо събирането на голямо количество информация за повреди/откази.

Освен това износването и пробегът са зависими случайни величини. Връзката между техните математически очаквания и средно-квадратичните отклонения се определя от регресионни уравнения. Приема се, че тези зависимости са линейни. Коефициентите на зависимост се определят по метода на най-малките квадрати. Въз основа на получените в изследването резултати се прави изводът, че определящ елемент за ресурса е дебелината на бандажа и параметрите на реборда.

1. Въведение

Безопасността на движението на влаковете до голяма степен зависи от конструкцията, материала, технологията на производство и ремонт, както и от качеството на проверката на колоосите. Конструкцията и състоянието на колоосите оказват влияние върху плавността на движението, величината на силите, възникващи от взаимодействието на колело и релса, и устойчивостта на движение [1].

Надеждността и безопасността на работата на подвижния състав се гарантират чрез изпитване на колелата или колоосите както по време на тяхното производство, така и по време на експлоатация, когато тези изпитвания се извършват на регламентирани интервали от време.

Скоростите на влаковете в България са по-ниски, отколкото в Европа, така че проблемът с увеличаването на високоскоростния трафик по вътрешните железници става спешен. Въпреки това, при високи скорости на влака, най-малкият дисбаланс на колоосите и колелата води до силни вибрации и преждевременна повреда. При определени стойности честотата на трептенията, възбудени от дисбаланса на колелата, може да влезе в резонанс със собствената честота на талигата или коша на вагона, в резултат на което се наблюдава рязко повишаване нивото на трептенията.

Както е добре известно, голямата част от производствените машини в настоящия момент у нас е морално и/или физически амортизирана [2]. При ремонт на колооси се използват остарели стругове за колела от руско или полско производство, оборудвани с хидрокопирни супорти. Колесните стругове в експлоатация имат значително износване на основните компоненти, което намалява производителността и точността на обработка. Процесът на рязане на тези машини има подчертан произволен характер [3-5]. Установено е, че проявата на вдлъбнатини по повърхността на бандажа на колелото се случва през първите 3 - 6 месеца след обработката на колоосни стругове.

Целта на настоящата публикация е изследване интензивността на износване на бандажния профил, на колела от пътнически колооси в експлоатация на Холдинг БДЖ – „Пътнически превози“ ЕООД.

2. Индекси на износване, използвани в железопътната индустрия за предсказване на износване в контакта „колело-релса”

Повечето жп линии в света са третирани този въпрос, като важен икономически проблем и са разработени индекси за износване за предсказване живота на една релса. Тези индекси на износване са базирани, на опита на дадена железопътна мрежа за специфични условия на движение и са разработени само за релсата, а не за колоос. Опитът на железопътните компании често пъти не е напълно приложим за други администрации или към променящите се условия, относно: категория и тип ПЖПС (Подвижен Железопътен Състав), работни скорости или смазочни материали и др.

Един от факторите, който прави решението на проблема много труден е установяването на количествено точен и параметричен индекс на износване за реални условия. Индексите на износване, разработени до момента включват няколко параметри. Един от параметрите, които е общ за много от тях е ъгъла на атака α .

Индексите на износване (W.I.), разработени до момента за прогнозиране на износването на релсите/колелата, са изброени по-долу (очакваното износване е пропорционално на W.I.):

$$(1) W.I. = \mu_f F_f \alpha \text{ (Heumann, 1954) [6];}$$

$$(2) W.I. = \mu_f F_f (a/r)^2 + [(a/r)^2 + (\alpha \tan \beta)^2]^{1/2} \text{ (Marcotte et al., 1978) [7];}$$

$$(3) W.I. = P\alpha/809, 305 \text{ (приблизително) (Marcotte et al., 1978) [7];}$$

$$(4) W.I. = 2T_y \alpha \text{ (Ghonem and Gonsalves, 1978) [8];}$$

$$(5) W.I. = K_1 \alpha + K_2 \alpha^2 \quad \alpha < 20^\circ \text{ (Ghonem и Kalousek, 1982) [9];}$$

$$(6) W.I. = K_3 \alpha \quad \alpha > 20^\circ;$$

$$(7) W.I. = (\mu_f / \sin \beta) (Y + \mu_a Q_1 \cos \delta) \alpha \text{ (Vogel и Kurek, 1981) [10];}$$

$$(8) W.I. = K(T_1 \gamma_1 + T_2 \gamma_2) \text{ (Elkins и Eickhoff, 1979) (Индекс на износване на Derby) [11],}$$

където: μ_f - коефициент на триене при контакт в реборд; F_f – хоризонтална сила в реборда; α - ъгъл на атака; a - радиално разстояние от бандажния профил до контакта в реборда; r - радиус на колелото; β - ъгъл на реборда спрямо хоризонтала; P - сила в подложката на релсата (N); T_y - обща странична сила (външна сила) върху колелото; K , K_1 , K_2 , K_3 - константи; Y - хоризонтална направляваща сила върху главата на релсата; μ_a - резултантен коефициент на триене между реборда и колело; Q_1 - натоварване на колелото; δ - ъгъл на издигане на глава релса; T_1 , T_2 - сили на надлъжен и страничен

крип (сили на псевдоплъзгане на бандажа и реборда с главата на релсата); γ_1 , γ_2 - надлъжен и страничен крип (псевдоплъзгане на бандажа и реборда с главата на релсата).

Всички с изключение на един от тези индекси са или линейни, или квадратни функции на ъгъла на атака, α , което предполага, че износването клони към нула, когато α клони към нула. Kumar и Rao (1984) [12,13] показват, че тези индекси не са напълно валидни, тъй като износването е очевидно при тестове, проведени с нулев ъгъл на атака. Индекса на износване на „Derby“ е необходим за определяне пропорционалността на износването с работата, извършена при контакта колело-релса. Различни изследователи съобщават за резултати от износване на колелото и релсата, използвайки машини за изпитване с два диска с различна геометрия, които поддържат този подход, включително Lewis и Dwyer Joyce (2004). Те установяват, че са необходими няколко коефициента на износване, за да се характеризират различните режими на износване. Този подход е използван успешно при прогнозиране на еволюцията на профила на колелото, използвайки процеса, описан от Braghin (Braghin et al., 2006). Друг подход за моделиране е използването на уравнението за износване на Archard (Archard, 1953) [14]:

$$(9) K = V \cdot h / (Pd),$$

където K е коефициентът на износване, V е обемът на износване, P е нормалното натоварване, d е разстоянието (дължината) на плъзгане и h е твърдостта на материала.

Enblom използва този модел за успешно прогнозиране износването на колелата (Enblom, 2006).

Ъгълът на атака на колелата на подвижния състав и релсите е един от основните параметри на взаимодействието между подвижния състав и жп линия [11, 12]. Той е с основна и определяща роля, свързана с износване от реборди и за безопасността срещу дерайлиране, въпреки че някои проучвания, определят странично натоварване между оста на колооста и жп линията, като най-важен фактор. Очевидно е, че тези предположения могат да бъдат обяснени с някои концепции и подходи традиционно установени и най-вече с липсата на надеждни методи за определяне на ъгъла на атака между колелото и релсата.

Водещият индекс сред тях е на Neumann Носете Index [5]. Други показатели, получени за подобрения на индекса Neumann; са индексите на Marcotte, Ghonem и Gonsalves [8], Ghonem и Kalousek [9], Vogel-Kurek [10], и Couard. Всички тези индекси са или линейни или квадратна функция на α или D , което означава, че износването клони към нула когато α клони към нула. Индексът на износване, разработен в Derby от Elkins и Eickhoff [11] и допълнително тестван от Allen [15], се основава на пропорционалността на износване с работата, извършена в контакта колело-релса.

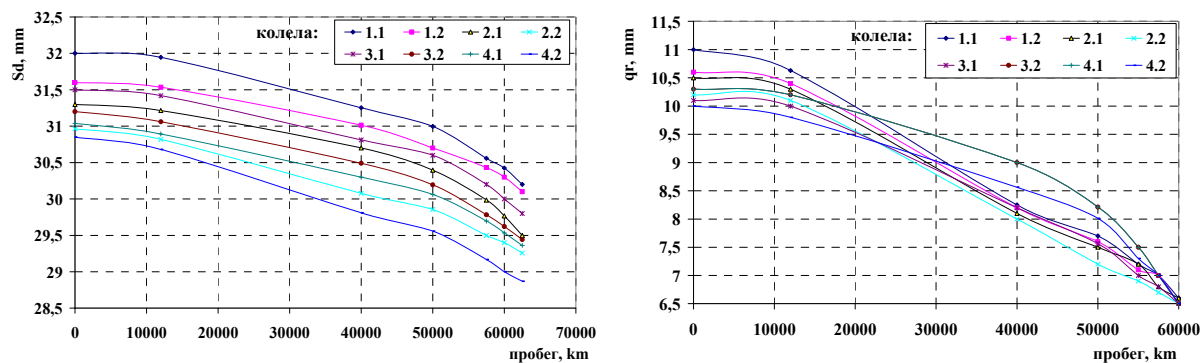
Запазва се тенденцията за намаляване на интензивността на износване на ребордите на колелата като определена характерна тенденция в политиката на инженеринг на водещите фирми и железопътни линии в Европа. Тази тенденция е насочена към създаване на ново поколение талиги за радиалното позициониране или на радиално вписване в кривини. За целта в рамките на UIC е организиран конкурс през 1988 г. от Управителния съвет на Комитета В 176 за създаването на радиална талига.

3. Изследване интензивността на износване на бандажния профил на колела от пътнически колооси в експлоатация на Холдинг БДЖ – „Пътнически превози“ ЕООД

Профила на колелата от пътническите колооси е съгласно UIC ERRI S1002 и БДС EN 13262:2020/A1:2022 [16] с размери и основни параметри характеризиращи износването на бандажния профил, като r (радиус в кръга на търкаляне), d_b (дебелина

стойности и се налага престъргване на бандажите, т.е. това е над два пъти по-малък пробег от нормирания от UIC.

В резултат от измерванията на пътнически вагони с талиги тип GP200 се забелязва достигането на граничните стойности на параметрите S_d и q_r при пробег около 60 000 – 62 000 km (фиг.4.) от началото на наблюдението и около 125 000 km от последното престъргване на бандажния профил, което също е значително по-малка стойност на пробега от нормата препоръчана от UIC – 200 000 km [18].



Фиг.4. Извадка от резултатите за хода на износванията на ребордите по параметър S_d и q_r за вагон с талиги GP200.

Интензивно износване се проявява и при подложените на рециклиране във Вагонен завод – Дряново пътнически вагони серия Вmp с талига тип “DVJ – Görlitz 5a”, произведени през 1972 г. в бившата ГДР. Дебелината на реборда S_d и особено критерият q_r достигат критични стойности и бандажите се престъргват при пробег от около 75 000 km [19].

Интензивно износване се проявява и при пътническите талиги тип Т73-АД (1988-1990 г.) в първоначален вариант на ресорно окачване с твърдо шпинтонно водене [20]. Докато при преустройството на буксовото водене със 7 mm радиална хлабина, освен многократното намаляване на износването, е регистрирано и абсолютно спиране на този процес в продължение на 120000 – 140000 km. При този вариант на преустройство е постигната многократно (5 – 10 пъти) по-ниска интензивност на износване в сравнение с първоначалния вариант, като:

- пробегът между ремонтите с престъргване на бандажния профил е достигнал 500000 – 600000 km (срещу 50 000 – 100 000 km за първоначалния вариант); постигнатият пробег надвишава 2,5 – 3 пъти препоръчаната от UIC норма [18];

- осреднените относителни износвания на ребордите по параметрите S_d и q_r , отнесени към пробег 100 000 km, съставляват само 0,7 – 0,8 mm по лимитиращите максимални стойности и 0,3 – 0,4 mm по средни стойности за отделните вагони; тези цифри са значително по-ниски от отчетените при изпитванията в Шведските железници [21] относителни износвания на 100 000 km (2,27 mm максимални и 2,00 mm осреднени), получени от експлоатационни изпитвания на известната талига със самонаправляващи се колооси на фирмата ASEA за участъка Стокхолм – Буден – Нарвик, за който се отбелязва, че много криви в него са с радиуси от 350 до 600 m.

Получените резултати потвърждават самонаправляващите способности на колоосите от талига тип Т73-АД, стремящи се към радиално разположение в криви (при нулев ъгъл на атака).

Прави впечатление, че в повечето случаи определящ параметър за интензивността на износване и междуремонтният пробег за обточване (престъргване) на бандажния профил е параметърът q_r .

Първопричината за интензивното износване на ребордите се свежда до геометрията и кинематиката “колело-релса”, това означава, че е важно както местоположението на контактната точка, така и начинът на осъществяване на контакта „колело-релса” предимно чрез търкаляне или чрез плъзгане.

Най-голям интерес представлява атакуващото колело. При движение в крива възниква плъзгане на колелото върху глава-релса. Относителната скорост на плъзгане “ u ” [22] е функция на параметрите на контактната точка „А” (x_A, y_A), r_A – радиуса на търкаляне в контактната точка, β - ъгъла на реборда и α - ъгъла на атака на атакуващото колело, като има следните компоненти:

$$(10) u_x = -y_A / R - \Delta r_A / r_e \quad (y_A < 0) \text{ - в надлъжно направление, като } \Delta r_A = r_A \cdot \alpha^2 \cdot \text{tg}^2 \beta / 2 ;$$

$$(11) u_y = \alpha \text{ - в напречно направление;}$$

$$(12) u_z = \Delta X_A / r_m \approx \alpha \cdot \text{tg} \beta \text{ - във вертикално направление, като } \Delta X_A = r_A \cdot \alpha \cdot \text{tg} \beta .$$

където: $\Delta X_A \equiv X_A$ и y_A – координатите на контактната точка А при положение, че началото на координатната система е в средната точка на колооста, и оста x е насочена надясно по посока на движението, оста y – към вътрешната релса (при дясна крива!) и оста z – надолу; r_e и r_m – съответно еквивалентен и среден радиус на търкаляне за колооста (с приближение $r_e = r_m$); $r_A = r_{вн}$ – радиус на търкаляне на външното колело; $r_{вт}$ – радиус на търкаляне на вътрешното колело от същата колоос; $\Delta r = (r_{вн} - r_{вт}) / 2$; $r_m = (r_{вн} + r_{вт}) / 2$; R – радиус на кривата.

Като критерий за износването може да се използва мощността W , която се губи за износването, т.е. произведението на абсолютната скорост на плъзгането $U = u \cdot V$ по силата на триенето μN (където μ е коефициент на триене, а N – нормалната сила в контактната точка), т.е.:

$$(13) W = u \cdot V \cdot \mu \cdot N, \text{ като } u = \sqrt{u_x^2 + u_y^2 + u_z^2} .$$

Работата на триенето E за някакъв интервал от време Δt ще се получи чрез умножаване на мощността по времето, т.е.:

$$(14) E = W \cdot \Delta t = u \cdot V \cdot \mu \cdot N \cdot \Delta t ,$$

която може да се приеме като работата на износване.

Като критерии за интензивността на износването може да служи работата на износване за единица изминат път E_1 , която се получава чрез разделяне на уравнение (15) с $V \cdot \Delta t$ (изминатия път), т.е.:

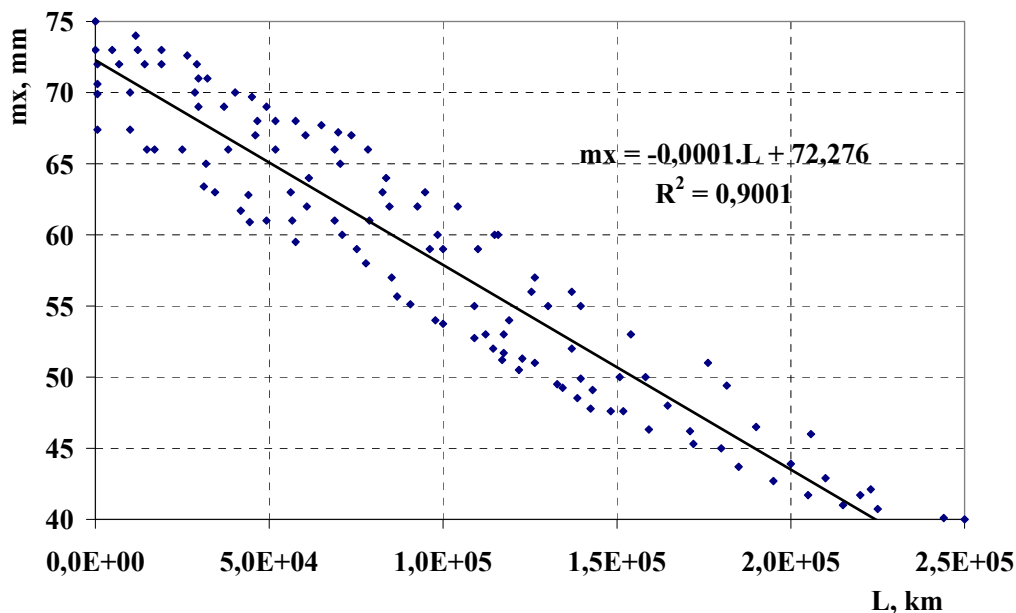
$$(16) E_1 = \mu \cdot u \cdot N$$

Въз основа на израза (16) и като се имат предвид зависимостите (10) ÷ (12) на отделните компоненти (u_x, u_y, u_z) се вижда, че с увеличаването на ъгъла на атака работата на износването силно се увеличава и контактната точка все повече се отдалечава от основата на реборда и се приближава към върха му. Износването не само се намалява в абсолютен размер с намаляването на ъгъла на атака, но и протича в тази част от реборда (бандажния профил), която не е меродавна за параметрите на износването. Изводът е потвърден от проведените у нас експлоатационни изпитвания [20], при които, освен многократното намаляване на износването за преустроените вагони В-84 с талиги тип Т73-АД, е регистрирано и абсолютно спиране на този процес в продължение на 120000 – 140000 km.

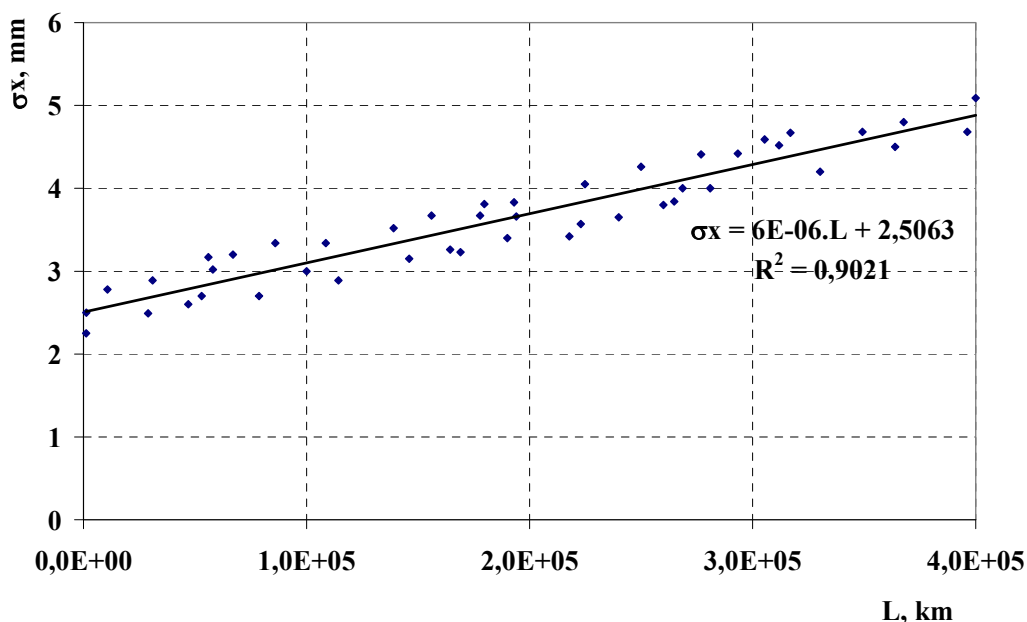
Ресурса на колелото до голяма степен се определя от интензивността и неравномерното износване профила на бандажа и реборда. Пробега на вагонните колооси L до изчерпване на ресурса по дебелина на бандаж – d_b е случайна величина и зависи от времето за работа на колоосите преди повторното им престъргване и броя на

възможните стругования на колелата, което от своя страна зависи от това колко ефективно се отстранява металът при възстановяване профила на колелото.

На фиг. 5 и фиг. 6 са дадени резултати от измерванията на дебелина на бандажа на пътнически талиги експлоатирани от Халдинг БДЖ „Пътнически превози” ЕООД с тяхните параметри математическо очакване – m_x и средноквадратично отклонение – σ_x , при различен пробег – L .



Фиг. 5. Зависимост на средната стойност (математическото очакване) на дебелината на бандажа – m_x от пробега – L



Фиг.6. Зависимост на средноквадратичното отклонение на дебелината на бандажа σ_x от пробега – L .

Установява се, че износването и пробегът са зависими случайни величини. Връзката между техните математически очаквания и средноквадратичните отклонения се определя от линейни регресионни уравнения, приложени във фиг. 5 и фиг. 6. Коэффициентите на зависимост се определят по метода на най-малките квадрати [23-25].

От фиг. 5 се наблюдава изчерпване лимита на дебелината на бандажния профил (40 mm) при пробег от около 225 000 km. Посочения резултат показва необходимостта от системно контролиране параметрите на реборда и дебелината на бандажа, които са определящи относно ресурса на колелата от вагонните колооси, и оптимизиране на движението на железопътните превозни средства в пътническият транспорт [26-28].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. От всички възможни причини, обуславящи интензивното износване на ребордите, като най-често срещан за всички железници и определящ за условията на БДЖ, е увеличеният ъгъл на атака между атакуващото колело и релсата, обусловен от характеристиките на връзките “букса – рама”.

2. За пътническите талиги тип Görlitz V, Görlitz VI, “DVJ – Gorlitz 5a” и GP200, от реализирани измервания се установява достигането на граничните стойности на параметрите S_d и q_R при пробег около 50 000 - 60 000 km от началото на наблюдението и около 100 000 - 140 000 km от последното престъргване на бандажния профил, което е значително по-малка стойност на пробега между ремонтите с престъргване на бандажния профил от нормата препоръчана от UIC – 200 000 km за участъци “богати” на криви (UIC фиш 515).

3. Износването и пробегът са зависими случайни величини. Връзката между тяхните математически очаквания и средно-квадратичните отклонения се определя от линейни регресионни уравнения. Коефициентите на зависимост се определят по метода на най-малките квадрати.

4. Въз основа на получените резултати се прави изводът, че определящи елементи относно ресурса на колелата от вагонните колооси е дебелината на бандажа и параметрите на реборда. Необходимо е създаване на метод за определяне ресурса от износване на железопътни колела от пътнически колооси.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Николов В., Изследване на локомотивни колооси като фактор за безопасността на движението в железопътния транспорт – Монография, 2021, 122 с.
- [2] Бояджиев В., Изследване на надеждността с оглед на модернизация на механичната част на сложен технически обект, Ел. списание "Механика Транспорт Комуникации" т. 13, бр.3/1, стат. № 1162, стр. П40-П45, 2015 г, ISSN N1312-3823
- [3] Солод, В.И. Автоматическое управление режимами резания металлов/В.И. Солод, В.В. Глушко, Г.Г. Гегелов. — М.: Машиностроение, 1979. — 157 с.
- [4] Струтинський, В.Б. Стохастичні процеси у гідроприводах верстатів: моногр./В.Б. Струтинський, В.М. Тіхенко. — Одеса: Астропринт, 2009. — 456 с.
- [5] Тихенко В.Н., Пчелинський С.В., Повышение эффективности обработки **ОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ НА КОЛЕСОТОКАРНЫХ СТАНКАХ**, Праці Одеського політехнічного університету, 2012. Вип. 1(38) ISSN 2076-2429 (print) ISSN 2223-3814 (on line)
- [6] Heumann, H., (1954) "Grundzuge der fuhrung der Shienenfahrzeuge." R. Oldenburg, Munich, 1954.
- [7] Marcotte, P. P., Caldwell, W. N. and List, H. A., (1978) "Performance Analysis and Testing of a Conventional Three-Piece Freight Car Truck Retrofitted to Provide Axle Steering," ASME Winter Annual Meeting, Dec.1978, CN Rail Research Internal Report Nb. 154, Nov. 1978.
- [8] Ghonem, H. and Gonsalves, R., (1978) "Comparative Performance of Type II Trucks," Canadian Pacific Department of Research, Report No. 5576-78, Nov. 1978

- [9] Ghonem, H. and Kalousek, J. , (1981) "The Use of Angle of Attack Measurements to Estimate Wear Under Steady State Rolling Conditions," Int'l Conf. on Wheel/Rail Load and Displacement Measurement Techniques, Cambridge, MA., Jan. 1981
- [10] Vogel, R. and Kurek, E. G., (1981) Railroad Track - Theory and Practice," Ed. Frizz Fastenrath, Frederick Under Publishing Co., 1981
- [11] Elkins, J. A., and Eickhoff, B., (1979) "Advances in Nonlinear Wheel/Rail Force Prediction Methods and Their Validation" ASME Winter Annual Meeting, Dec. 1979
- [12] Kumar, S. and Rao, Prasanna, D. L., (1984) "Wheel-Rail Contact Wear, Work, and Lateral Force for Zero Angle of Attack - A Laboratory Study" JDS, MC, Vol.106, Dec.1984, pp. 319-326.
- [13] Kumar, S., Rao, Prasanna, D. L., and Krishnamoorthy, P. K., (1984) "Development of Wear Indices for the prediction of Wear in Transit Systems Laboratory Investigation of Wheel-Rail Wear," Final Report submitted for approval to Transportation Systems Center, Contract DTRS 57-82-C-0044, May 1984
- [14] Archard, J. F., (1953) "Contact and Rubbing of Flat Surfaces," J. of App. Physics, Vol. 24, No. 8, 1953, pp. 981-988
- [15] Allen, R. A. and Jollay, J. P., (1981) "The Mechanical Aspects of Wheel/Rail Wear," Proc. FAST Engineering Conference, Nov. 1981
- [16] БДС EN 13262:2020/A1:2022 Railway applications - Wheelsets and bogies - Wheels - Product requirements
- [17] Bizic M., Petrović D., Tomić Z., Miloš C. and Djinović Z., Development of method for experimental determination of wheel-rail contact forces and contact point position by using instrumented wheelset, Meas. Sci. Technol. 28 - 075902 (25pp), 2017
- [18] UIC 515 Passenger rolling stock - Trailer bogies, 2001
- [19] Атнаджова Д. Изследвания на рециклирани пътнически вагони. София, XIII НК с международно участие на ВТУ "Т. Каблешков", 2003, с. 197-203
- [20] Пенчев, Ц., Д. Атнаджова, Анализ на причините за интензивно износване на ребордите за пътнически вагони от парка на БДЖ. София, Електронно списание "Механика Транспорт Комуникации" бр. 1, 2003, с. BG-2.19 - BG-2.29
- [21] HANNEFORTH W., W. FISCHER. Laufwerke., Transpress VEB Verlag fur Verkehrswesen, Berlin 1986
- [22] Atmadzhova D. (2004) Theoretical and experimental method of determining angle of attack between wheel and rail with rolling stock running in curves XI SCIENTIFIC-EXPERT CONFERENCE ON RAILWAYS RAILCON '04, Serbia and Montenegro Faculty of Mechanical Engineering University of Nis. 2004
- [23] Митрев Р. Приложение на вероятностно-статистическите методи за анализ и синтез на строителни, минни и подемно-транспортни машини и системи. Издателство „Пропелер“, София, 2021. ISBN: 978-954-392-669-5
- [24] Митрев Р. Компютърно моделиране и симулация. Дискретни стохастични системи. Пропелер, София, 2021. ISBN 978-954-392-668-8.
- [25] Митрев Р. Компютърно моделиране и симулация. Моделиране на непрекъснати динамични системи. Второ преработено и допълнено издание. Технически университет – София, 2022. ISBN 978-619-167-462-6
- [26] Stoilova S., Pop-Andonov, G., Study of railway transport using correlation and regression analysis Transport Means - Proceedings of the International Conference, Volume 2008-October, 2018, pp.615-622, 22nd International Scientific Conference Transport Means 2018; Lithuania; 3 October 2018 through 5 October 2018; Code 140271, ISSN 1822-296X (print); ISSN 2351-7034 (on-line)

[27] Stoilova S., Vojtek M., Kendra M., Optimization of railway vehicles circulation in passenger transport, Transportation Research Procedia, ISSN: 2352-1465, Volume 40, 2019, pp. 586-593, 13th International Scientific Conference on Sustainable, Modern and Safe Transport, TRANSCOM 2019; Novy Smokovec - Grand Hotel BellevueHigh Tatras; Slovakia; 29 May 2019 through 31 May 2019; Code 150446 <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.084>

[28] Stoilova S., Evaluation the efficiency of urban transport modes using multi-criteria analysis, Transport Means - Proceedings of the International Conference 2019-October, pp. 35-47 ,23rd International Scientific Conference on Transport Means 2019; Hotel GabijaPalanga; Lithuania; 2 October 2019 through 4 October 2019; p.35-47; Code 152673; ISSN 1822-296 X (print); ISSN 2351-7034 (on-line)

DURABILITY (RESOURCE) ON WHEELSETS FROM PASSENGER WAGONS

Vanio Ralev, Dobrinka Atmadzhova
vanio.ralev@gmail.com, atmadzhova@abv.bg

*Todor Kableshkov University of Transport,
158 Geo Milev str. Sofia,
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

Key words: *passenger wagons, wheelsets, wheels, wear durability.*

Abstract: *The issue of providing and controlling the resource of the rolling stock and its units is directly related to ensuring the reliability and safety of the transport process. The starting point for solving this problem is the ability to determine the resource of a product or its components at all stages of the life cycle. For this, theoretical calculation methods of resource are used and improved, in combination with the improvement of diagnostic methods and service technology.*

Since the number of elements and components of the running gear of passenger wagons for research durability or resource requires a lot of development, the authors focus their research on the elements of the wheelsets - wheels. These details, on whose work the safety and efficiency of the passenger wagons in their entirety largely depend and it is necessary to collect a large amount of information about damages/failures.

In addition, wear and mileage are dependent random variables. The relationship between their mathematical expectations and standard deviations is determined by regression equations. These dependencies are assumed to be linear. The coefficients of dependence are determined by the method of least squares. Based on the results obtained in the study, it is concluded that the determining element for the resource is the thickness of the tire and the parameters of the flange.