

## **АНАЛИЗ НА ПРИЧИНИТЕ ЗА ВЪЗНИКВАНЕ НА ОТКАЗИ В СИСТЕМАТА „ВХОДЯЩ ВАЛ – КАРДАНЕН ВАЛ – ВХОДЯЩ ВАЛ” НА ТРАМВАЙНИ ТАЛИГИ Т 81**

**Емил Михайлов**

[emm\\_1968@abv.bg](mailto:emm_1968@abv.bg)

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

**БЪЛГАРИЯ**

**Резюме:** Настоящият материал се отнася за трамвайните талиги Т 81 на намиращите се в експлоатация трамвайни мотриси (ТМ) типове Т6М 700 и Т8М 700М. В материалът на базата на статистически данни и резултати от измерване и наблюдения са конкретизирани причините за честите повреди по елементите на групата „входящ вал, редуктор 1 – карданен вал – входящ вал, редуктор 2”. Разгледано е влиянието на следните параметри: диаметър на колелата; дебелина на колоосните гривни; дебелина на ребордите; височина на ребордите; височина на буксовата ресорна степен (БРС); височина на централната ресорна степен (ЦРС).

**Ключови думи:** трамвайна мотриси, талига, входящ вал, карданен вал

### **1. Увод**

Трамвайните мотриси оборудвани с талиги тип Т 81 ще са в експлоатация през следващите 5 до 8 години. В сила е програма за тяхната модернизация. Това налага някои промени в технологията на поддръжка с цел намаляване на експлоатационните разходи.

В хода на изследванията на влиянието на параметрите на ходовата част върху безопасността на движението и тяхното изменение в хода на експлоатацията се очертаха следните преобладаващи групи откази: откази в работата на колоосните редуктори, разрушаване на карданните валове свързващи двата колоосни редуктора на една талига, неправилно износване на колоосните гривни.

Резултатите от направените измервания показват големи отклонения на действителните стойности от допустимите. Причините за това са предимно обективни, като например: хроничното недостатъчно финансиране, дълъг период, в който беше в престой ремонтната база – Трамкар, преди да стане част от „Столичен електротранспорт” ЕАД, липса на подекипажен струг за престъргване на колелата, ниска производителност на подекипажната шлайфмашина и др. Тези причини, както и някои други обуславят изоставането при поддръжката и възстановяването на параметрите на ходовата част на трамвайните мотриси.

Подобни изследвания са правени в трамвайните системи на някои градове в Северна Америка (САЩ и Канада) [1], [2]. Наблюдения и описание на износването на бандажния профил на ТМ в София са докладвани на конференция в Vrnjanka Bania, Serbia [3].

## 2. Описание на трамвайна талига Т 81

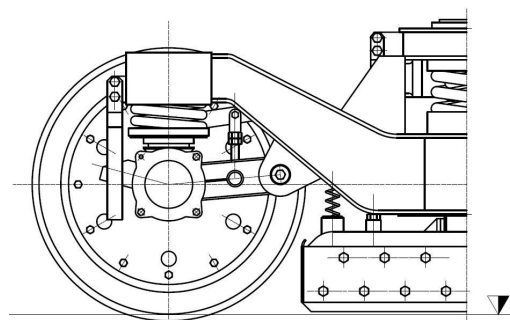
Трамвайната талига тип Т 81 (ТМ с инв.№№ 7\*\*, 8\*\*, 9\*\*, 503 ÷ 506) има два варианта: двигателна Т 81 и опорна Т<sub>оп</sub> 81 (индексът „ср“ означава „средна“).

Талигата тип Т 81 (фиг. 1.) е двуосна, с групово задвижване на колоосите, двустепенно ресорно окачване, ленкерно водене на буксите и едностранно действаща челюстно-барабанна спирачка. Рамата на талигата е заварена конструкция, отворен тип има Н-образна форма с пространствено разположение.

Централната ресорна степен се състои от пакети от по два броя цилиндрични винтови пружини разположени в краищата на надресорната греда. Буксовата ресорна степен се състои от по един пакет, състоящ се от три броя цилиндрични винтови пружини.

Движението се приема чрез два броя карданни валове – дълъг и къс. Дългият карданен вал предава въртящия момент от тяговия електродвигател (ТЕД) тип Т100М (115 kW, 600 V) към първия (откъм ТЕД) колоосен редуктор, а чрез късия карданен вал движението се предава на втория редуктор.

Към момента в експлоатация са три типа колоосни редуктори, като най-добри експлоатационни качества показва последната разработка РЦК-94, използван при ТМ тип Т8М 700 М (инв. №№ 9\*\*).



Фиг. 1. Талига Т 81

Връзката на талигата с коша на ТМ се осъществява посредством централен болт в геометричния център на талигата, леглото на централния лагер е оформено в надресорната греда. С цел подобряване на напречната устойчивост са предвидени два броя плъзгалки от фрикционен материал (тефлон), разположени симетрично от двете страни на леглото на централния лагер. При движение надлъжните и напречни усилия в талигата се предават от надресорната греда към рамата на талигата чрез отбивачки. При опорните са предвидени четири броя плъзгалки, разположени са симетрично от двете страни на леглото на централния лагер.

## 3. Статистика

Данни за извършените ремонти в депо. В Таблица 1. са дадени основните неизправности възникващи по колоосните редуктори и свързващите ги карданни валове, както и по колелата и колоосите. Данните са извадени от официалните седмични „Сведения за приборите и подменени коли на линия” и Сервизният дневник на трамвайно депо „Банишора”. Извадката обхваща периода от 2007 до 2010 година.

Таблица 1.

	№	Неизправност	2007	2008	2009	2010	Общо
Колоосен редуктор	1.1.	Блокирал колоосен редуктор.	11	17	12	15	55
	1.2.	Прегряване и шум в колоосен редуктор.	9	9	13	21	52
	1.3.	Скъсана опорна шанга или корпус на редуктор.	13	9	9	7	38
	1.4.	Входящ вал - скъсан, износен вал, износени лагери.	22	22	24	23	91
	1.5.	Междинен вал, конусна предавка.	15	9	7	9	40
	1.6.	Междинен карданен вал, фланци, шарнири.	16	21	29	27	93
Колооси	2.1.	Окопани колоосни гривни.	1	9	9	14	33
	2.2.	Разпресована колоосна кривна.	1	1	5	6	13
	2.3.	Скъсана колоос.	1	1	0	1	3
	2.4.	Скъсана колоосна гривна.	1	0	1	0	2
		Колоосен редуктор	86	87	94	102	369
		Колела, колооси	4	11	15	21	51
		Общо:					420

Отказите в позиции 1.1., 1.2., 1.3. и 1.5., които общо имат голям брой – 185, до голяма степен имат лесноустановими и дори очевидни причини от различно естество: особености на конструкцията, лошо уплътнение, особена техника на управление на ТМ – чести преминавания от тягов режим в инерционен и обратно, което води до разнознакови натоварвания в зъбните предавки, лагерите и опорните шанги.

Правят впечатление големите стойности позиции 1.4. и 1.6., съответно 91 и 93 броя откази. Разбира се входящите валове на колоосните редуктори и свързващите ги къси карданни валове работят при същите често сменящи се режими, но факта, че имат най-големият брой откази по отделно и общо 184, води до заключение, че има сериозен проблем, влияещ на съдружната им работа. Тенденцията за нарастване на броя на отказите в споменатите възли въпреки, че непрекъснато се намаляват колите излизащи от депо, говори, че проблема се задълбочава.

Данни за доставките на резервни части за ремонти. Показаните в Таблица 2. данни за извършените доставки през 2009 и 2010 години на резервни части за ремонти на възлите от ходовата част и ремонти на карданни валове са извадени от базата данни на Централния склад на Дружеството. Тези данни, макар и косвени, до голяма степен дават ясна картина за отстранените неизправности при извършваните ремонти дори и без да се отразени в Сервизният дневник.

В таблицата са данните за доставките на резервни части по отделно за Централния склад на Дружеството и в поделение

„Трамкар”. Редно е данните за доставките в „Трамкар” да се отделят от общия брой защото в ремонтната база се извършват основни ремонти.

В Таблица 2, в позиция 1. са включени всички входящи валове за трите вида колоосни редуктори. Също така в позиции 2 ÷ 8 са изброени лагери за входящи валове за трите вида колоосни редуктори без да са определени по тип.

Анализирайки цифрите в графата „в Централен склад” може да се направи извода, че проблемът с групата елементи „входящ вал, комплект с лагерите – карданен вал” е сериозен.

В експлоатация се намират общо 79 броя трамвайни мотриси оборудвани с талиги тип Т81, т.е. 316 броя колоосни редуктора и 158 броя къси карданни валове. Същевременно са извършени доставки и съответно са вложени при ремонт в депо 269 входящи вала и са дадени за ремонт 71 карданни вала. Което значи, че за последните две изтекли календарни години са подменени 85,13 % от входящите валове и са ремонтирани 44,94 % от карданните.

**Таблица 2.**

№	Резервни части, ремонти	в Централен склад	в под. „Трамкар”	Общо
1	Входящи валове за трите типа редуктори	269	49	318
2	Лагер 6217	-	50	50
3	Лагер 6410	70	-	70
4	Лагер 7214	28	24	52
5	Лагер 22216	19	-	19
6	Лагер 30310	10	-	10
7	Лагер 30314	105	34	139
8	Лагер NU 312	49	45	94
	Общо:	281	153	434
9	Ремонт на междинни карданни валове	71	3	74*
10	Колоосни гривни	701	-	701
11	Тампони за колоосни гривни	60	3300	3360
12	Пружина външна	-	122	122
13	Пружина средна	-	116	116
14	Пружина вътрешна	-	60	60

#### 4. Измерване

*Общи сведения.* Измерването на набелязаните параметри на ходовата част беше извършено в трамвайно депо „Банишора” на коловозите за ТО в ремонтното хале, в сектора за „технически качествен контрол след ТО”. ТМ не са подбирани, това са мотриси преминали ТО в посочените дни. ТМ не са преминавали в последната година ОР, ГПР или друг тежък ремонт на ходовата част. Измерванията се проведеха по реда посочен в Таблица 3.

В трамвайно депо „Банишора” се числят общо 79 броя от посочените типове ТМ, оборудвани с талиги тип Т 81. През последните 18 месеца преди измерванията 14 мотриси от тези типове са преминали ОР или модернизация.

Измерени бяха параметрите на 12 от общо 79 ТМ оборудвани с талиги тип Т 81 или 15 %, а като се изключат ТМ преминали основен ремонт през последните 18 месеца преди измерванията се получава 12 от 66 броя или 18 %. Измерените талиги са 45 от общо 280, а след отделянето на тези преминали ОР – 45 от 238 или близо 19 % от всички талиги от този тип в депо.

*Параметри.* Параметрите, подложени на измерване са: диаметър на колелата –  $D$ ; дебелина на бандажите –  $\delta_B$ ; дебелина на ребордите –  $b_P$ ; височина на ребордите –  $h_P$ ; височина на буксовата ресорна степен –  $h_{БРС}$ ; височина на централната ресорна степен –  $h_{ЦРС}$ .

*Резултати.* Обобщени резултати от измерванията:

Таблица 4.

Параметър	Норма max / min mm	Измерени стойности		Измерени отклонения		Забележка
		max, mm	min, mm	max, mm	Средни, mm	
$D$	706,6 / 660,0	706,6	657,0	14,0	4,3	$[\Delta D] = 0,2 \text{ mm}$
$\delta_B$	53,3 / 30,0	54,7	25,4			
$b_P$	18,86 / 8,0	22,0	11,0	9,7	2,3	
$h_P$	19,0 / 11,0	26,0	15,0			
$h_{БРС}$	224,0	255	200	25,0	8,5	
$h_{ЦРС}$	499,5	528	476	36,0	8,3	

#### 5. Анализ на резултатите

На пръв поглед се забелязват големи отклонения от нормите, като в отделни случаи тези отклонения са особено големи. Те оказват влияние, както на показателите, като ресурс на бандажите, дълготрайност на лагерните възли, чести откази на колоосните редуктори, така и влияят на комфорта на возене и безопасността на движението като създават предпоставки за дерайлиране.

Наблюдават се два типа износване на бандажите на двете колела на една и съща колоос: симетрично и несиметрично. Данните сочат, че при приблизително еднакво натоварване на колелата (малки разлики на височината на БРС) по-често има симетрично износване на бандажите. Съответно при осезаема разлика в натоварването (големи разлики на височината на БРС) има разлика в диаметрите на колелата на една и съща колоос, което води до несиметрично износване на бандажите характеризиращо се с „двоен реборд”, едностранно източване на материал от бандажите, интензивно износване на ребордите на колелото с по-малък диаметър, срязване на тампоните и др.

Характерна особеност е, че при всички измерени колела (с незначителни изключения) реборда на бандажа е с височина по-голяма от тази на нов профил.

От наблюденията на множество талиги в експлоатация по начина на износване на различните колооси се забелязва разлика при износването на вторите колооси на двигателните и опорните талиги. Износването на бандажите на вторите колооси на двигателните талиги е идентично с износването на атакуващите им колела, което говори за прекосяване на вторите колооси в тягов режим. Докато при вторите колооси на опорните талиги не се забелязва определена закономерност, което значи, че начина на износване се определя от други фактори.

Разликите в усреднените диаметри на колелата на двете колооси на една и съща талига достигат до 11 mm, а средните разлики са около 5 mm. Това води до разлика в ъгловите скорости на колоосите задвижвани от един ТЕД в инерционен режим – тогава движението се предава в обратен ред – от колелата към двигателите и се приема, че колелата имат чисто търкаляне.

В таблица 5. са дадени приблизителните разлики в оборотите на въртете на входящите валове при разлики от в диаметрите от 11 mm и съответно 5 mm при следните някои скорости на движение на ТМ в инерционен режим: 1 m/s (3,6 km/h) – минимална скорост на първа позиция на контролера; 4,16 m/s (15,0 km/h) – следна експлоатационна скорост на линия и 16,7 m/s (60,0 km/h) – конструктивна скорост.

Скорост	$\Delta D = 11 \text{ mm}$	$\Delta D = 5 \text{ mm}$
1 m/s (3,6 km/h)	над $3 \text{ min}^{-1}$	над $1,5 \text{ min}^{-1}$
4,16 m/s (15,0 km/h)	над $13 \text{ min}^{-1}$	над $6 \text{ min}^{-1}$
16,7 m/s (60,0 km/h)	над $50 \text{ min}^{-1}$	над $25 \text{ min}^{-1}$

Тези разлики в оборотите на въртене на входящите валове на съдружно работещите колоосни редуктори пораждат големи усукващи усилия, както у тях, така и у свързващите ги карданни валове. Това може да се посочи като основната причина за честите откази в елементите от групата „входящи валове (комплект с лагерите) – карданен вал”.

## 6. Заключение

В материалът е направено описание на трамвайната талига Т 81 намираща се в експлоатация в парка на „Столичен електротранспорт” ЕАД. Публикувани са данни от статистика, измервания и наблюдения талига Т 81.

В резултат на изследванията и измерванията цитирани в настоящата разработка е установено, че основна причина за възникване на неизправности при съдружната работа на входящите валове на редукторите и свързващия ги карданен вал оказват разликите в диаметрите на колелата, както на една колоос, така и на колоосите задвижвани от един тягов електродвигател. Тези разлики в диаметрите възникват и се увеличават в процеса на експлоатация в следствие на разлики в характеристиките на пружинните комплекти на буксовото окачване и съответно различното натоварване на колелата.

За отстраняване на тези проблеми се препоръчва:

- Постоянен контрол и анализ на параметрите на буксовото окачване и износването на колелата.
- Колоосите с установени отклонения от нормите – диаметър на колелата, нарушен бандажен профил – незабавно да се въведат в съответствие с нормите с цел да се запази ресурса им.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] TCRP RPT 57, Track Design Handbook for Light Rail Transit, National Academy Press, Washington, D.C. 2000.
- [2] TCRP RPT 72, Track-Related Research, National Academy Press, Washington, D.C. 2005.
- [3] Mihaylov, E., Atmadzhova D., STUDY ON WHEEL PROFILE OF TRAM IN OPERATION, Vrnjanka Bania, Serbia, 2011.

# ANALYSIS OF CAUSES FOR FAULTS IN INPUT SHAFT – DRIVE SHAFT - INPUT SHAFT SYSTEM OF TRAM BOGIE T 81

**Emil Mihaylov**

*Department of Transport Equipment, Todor Kableshkov Higher School of Transport,  
Geo Milev str.158, Sofia 1574*

**BULGARIA**

**Keywords:** tram, bogie, input shaft, transmission shaft.

**Abstract:** *The analysis presented in the paper refers to the tram bogies T 81 of in-service trams type T6M 700 and T8M 700M. The common causes of damage of elements of input shaft gear 1 - propeller shaft – input shaft gear 2 system are specified on the basis of statistics and measurement results and observations. The impact of the following parameters are examined: diameter of wheels, thickness of the wheelsets bracelets; thickness of the flanges; height of the flanges; axle height of the spring degree; height of the central spring degree.*