

АНАЛИЗ НА ПОСЛЕДСТВИЯТА ОТ ПРОМЯНАТА В КОНСТРУКЦИЯТА НА ЦЕНТРАЛНАТА РЕСОРНА СТЕПЕН ПРИ ТРАМВАЙНИ ТАЛИГИ Т 81

Емил М. Михайлов

emm_1968@abv.bg

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

Ключови думи: *трамвайна талига, ресорна степен, пукнатини*

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 началото на 90-те години на ХХ век е изменена конструкцията на централната ресорна степен (ЦРС) – заменени са пружинните комплекти с по-къси, но са запазени характеристиките на степеня. В резултат от промяната е променено мястото на долната чаша на ЦРС – от долния лист на надлъжната греда чашата е монтирана върху горния лист на гредата. Веднага след промяната на ЦРС се наблюдава интензивна поява на пукнатини в двата края на напречната греда на рамата на талигата. С годините и влошаването на състоянието на релсовия път интензивността на процеса се ускорява.*

През есента на 2011 година бяха проведени измервания на ускоренията в талиговата рама, бяха измерени големи стойности на ускоренията, чиито пикови стойности достигаха 117 ms^{-2} . През Декември 2012 година при повторни измервания бяха потвърдени тези резултати. Достигна се до извода, че ускореното възникване и развие на пукнатините в напречната греда на рамата е в резултат на големите стойности на ускоренията в талиговата рама в следствие на неравностите на пътя.

В материалът с помощта на програмата Autodesk Inventor е направен анализ на разпределението на вътрешните напрежения в рамата на талигата при двата варианта на ЦРС. Разпределението на напреженията е изследвано, както при равномерно натоварване на колелата, така и при действието на силите породени от ускоренията.

1. Увод

В последните 10 – 15 години се наблюдава увеличаване на броя на констатираните пукнатини в напречната греда на талиговата рама при трамвайните талиги Т81 и Т_{ср}81. Пукнатини по рамите имат около 80 % от всички талиги подлежащи на основен ремонт, т.е. практически при всички постъпващи на основен ремонт трамвайни мотриси се откриват талиги със спукани рами. Положението с пукнатините по талиговите рами в експлоатационни условия е съпоставимо, макар да не се води точна статистика.

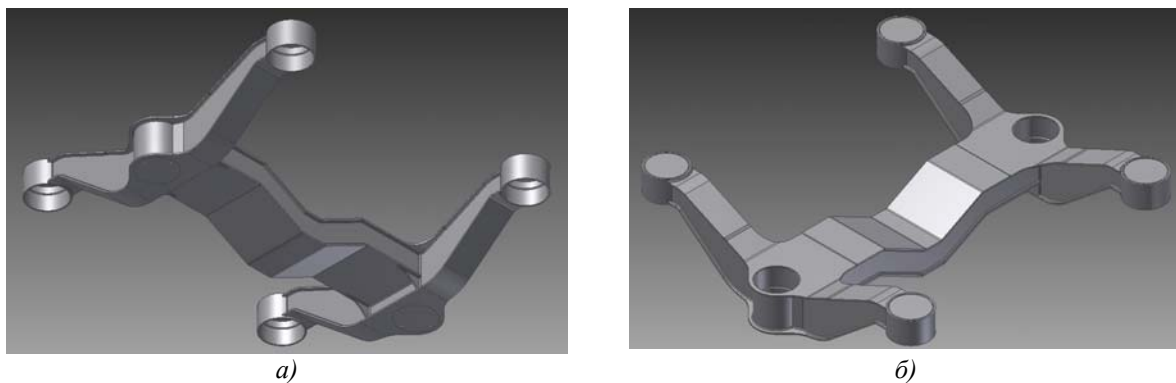
Пукнатините са концентрирани предимно в две сечения – от двете страни на напречната греда при прехода към надлъжните греди до леглата на пружинните комплекти от ЦРС.

Търсенето на причините за появата на пукнатините в талиговата рама е довело до обособяването на три основни причини – грешка в размерите на шаблона за конфигуриране на рамата при изграждането ѝ, промяна на дължината на пружинните комплекти от ЦРС като е променено мястото на долните чаши на пружините и влияние на релсовия път. Трите посочени причини влияят, както върху ходовата част, така и една върху друга. Грешката в шаблона е отстранена, а влиянието на релсовия път е проучено и публикувано в [1].

В този материал са публикувани резултатите от изследванията върху влиянието на промяната на конструкцията на ЦРС върху разпределенията на вътрешните напрежения в рамата на талигата. Направен е якостен анализ на рамата на талигата под действие на силите породени от измерените ускорения над буксовата ресорна степен (БРС) по метода на крайните елементи с помощта на програмата Autodesk Inventor Pro 2012.

2. Описание на трамвайна талига Т 81 и направените промени

Рамата на трамвайната талига Т81 е отворен тип, има Н-образна пространствена форма. В двата края на надлъжните греди (фиг. 1.а.) са оформени горните чаши на пружинните комплекти от БРС. В средата на надлъжните греди по продължение на напречната греда са оформени долните чаши на пружините от ЦРС (фиг. 1.б.). На фигура 1. е показан началният вариант на талиговата рама без съществуващите конзоли, надлъжни и напречни отбивачки.

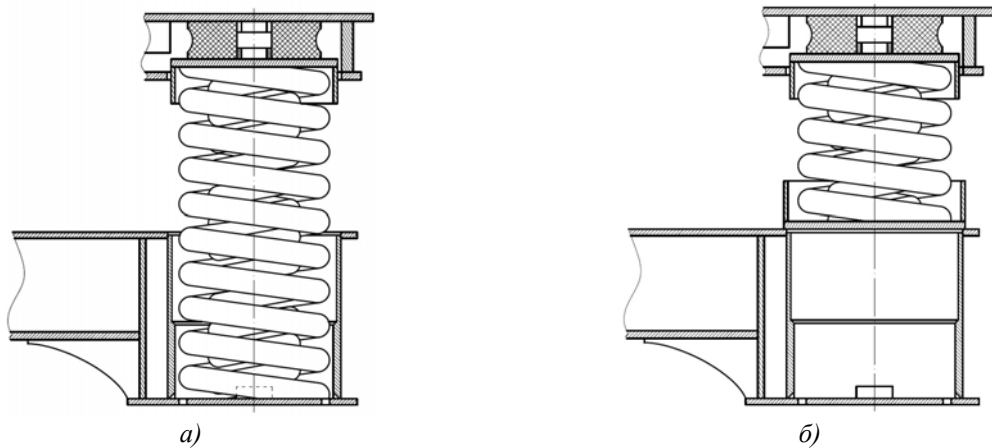


а)

б)

Фиг. 1. Рама на трамвайна талига Т 81 – общ изглед.

На фигура 2.а) е показан началният вариант на централната ресорна степен – дълги цилиндрични винтови пружини, лежащи в чашите, част от надлъжните греди на рамата.



Фиг. 2. Централна ресорна степен – начален вариант и конструкцията в момента.

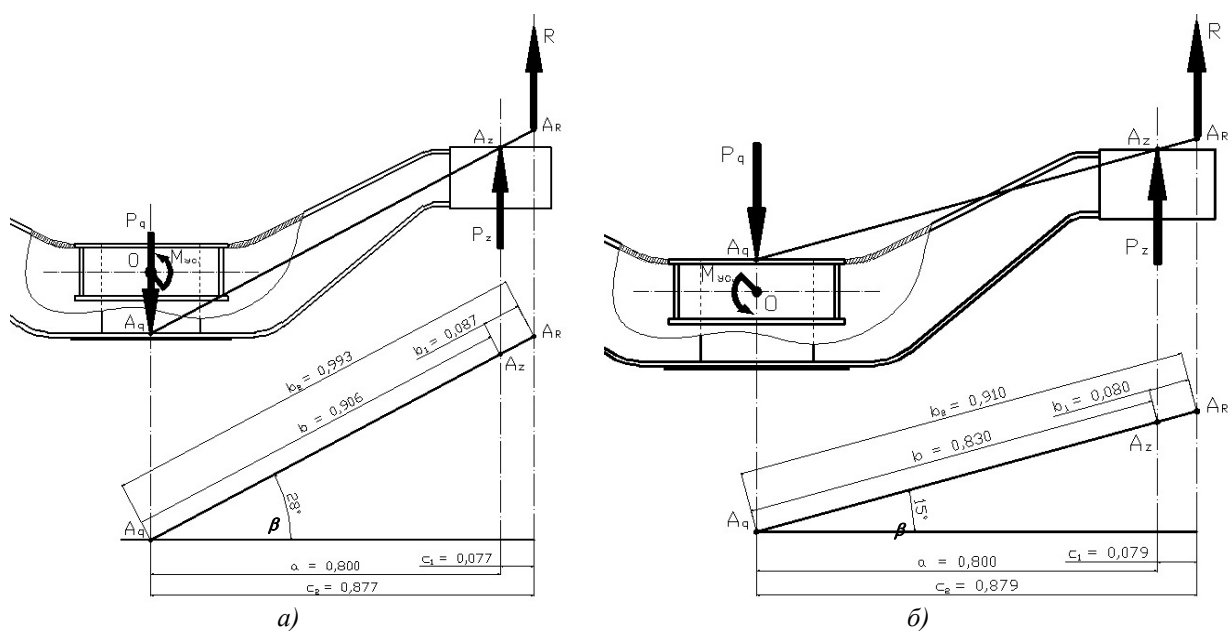
В началото на 90-те години на XX век поради проблеми в доставката на пружини с необходимата дължина за кратко пружинните комплекти са били заменени с метало-гумени пакети от буфери на жп вагони. В последствие се възприема вариант с къси пружини, като се монтира нова долна чаша на пружината на нивото на горните хоризонтални листове на гредите на рамата (фиг. 2.б).

3. Сравняване на натоварването при двата варианта на ЦРС

За пресмятане на усукването на напречната греда на талиговата рама при различните варианти на ЦРС се разглежда натоварване от следните сили [1]:

- $P_q = 71613 \text{ N}$ – сила от статичното натоварване от един пружинен комплект под товар;
- $P_z = 817989 \text{ N}$ – сила породена от максималната ефективна стойност на ускорението измерено над БРС: $\vec{a}_{\max} = 31,796 \text{ ms}^{-2}$;
- $R = P_z - P_q = 746376 \text{ N}$ – равнодействащата на двете сили.

Изчислителните схеми за двата варианта са показани на фигура 3., съответно за варианта с дълги пружини – фигура 3.а) и за варианта с къси пружини – фигура 3.б).



Фиг. 3. Изчислителни схеми за двата варианта на ЦРС.

От схемите може да се определят следните зависимости [2]:

$$(1) \quad P_z \cdot b_1 = P_q \cdot b_2$$

$$(2) \quad |P_z \cdot c_1| = |P_q \cdot c_2|$$

След заместване в (1) на $b_1 = b_2 - b$ и преобразуване за разстоянието b_2 до приложната точка на равнодействащата сила се получава:

$$(3) \quad b_2 = \frac{P_z \cdot b}{R}$$

Разстоянието c_2 , което се явява рамо на равнодействащата сила спрямо оста на напречната греда на рамата е:

$$(4) \quad c_2 = b_2 \cos \beta$$

Тогава усукващият момент действащ на напречната греда на рамата се определя по:

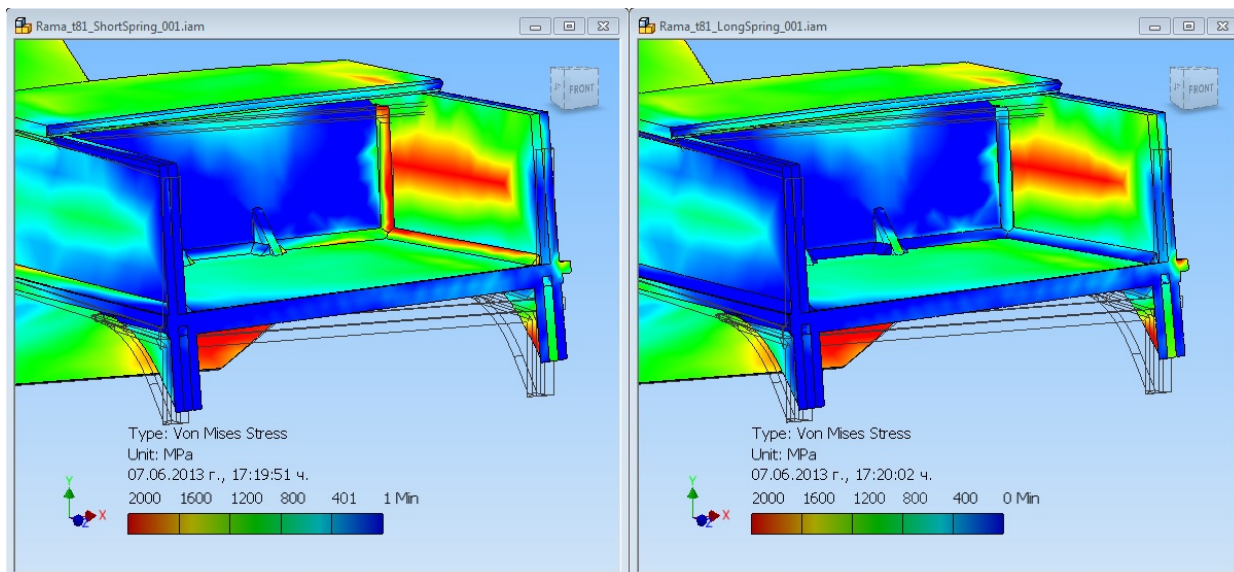
$$(5) \quad M_{yc} = R \cdot c_2$$

В таблица 1. са поместени данните от измерванията и пресмятанията по горните зависимости:

Таблица 1.

	b	b_1	b_2	a	c_1	c_2	β	$\cos \beta$	M_{yc}
	m	m	m	m	m	m	deg		kNm
	изм.	изм.	по (3)		изм.	по (4)	изм.		по (5)
Дълги пружини	0,906	0,087	0,993	0,800	0,077	0,877	28	0,4887	654,351
Къси пружини	0,830	0,080	0,910	0,800	0,079	0,879	15	0,9659	655,797

Получените стойности на усукващия момент действащ на напречната греда на рамата за двата варианта на ЦРС имат несъществена разлика. Същевременно анализът на вътрешните напрежения направен по метода на крайните елементи с помощта на *Autodesk Inventor Pro 2012*, показва различното им разпределение при различните варианти на ЦРС. За този анализ е ползвана схема за кососиметрично натоварване на талигата [3], същата изчислителна схема и същите стойности на силите, като изображенията от ляво са за варианта с къси пружини, а от дясно – с дълги пружини.

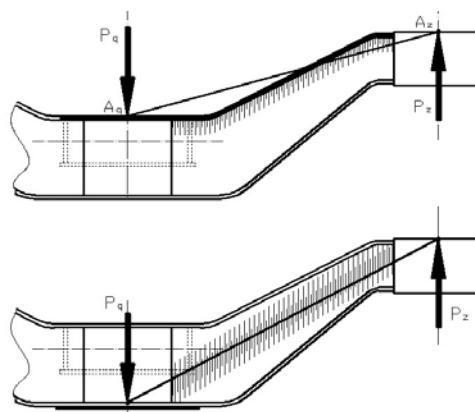


Фиг. 4. Усукване на напречната греда на рамата и вътрешни напрежения в заваръчните шевове.

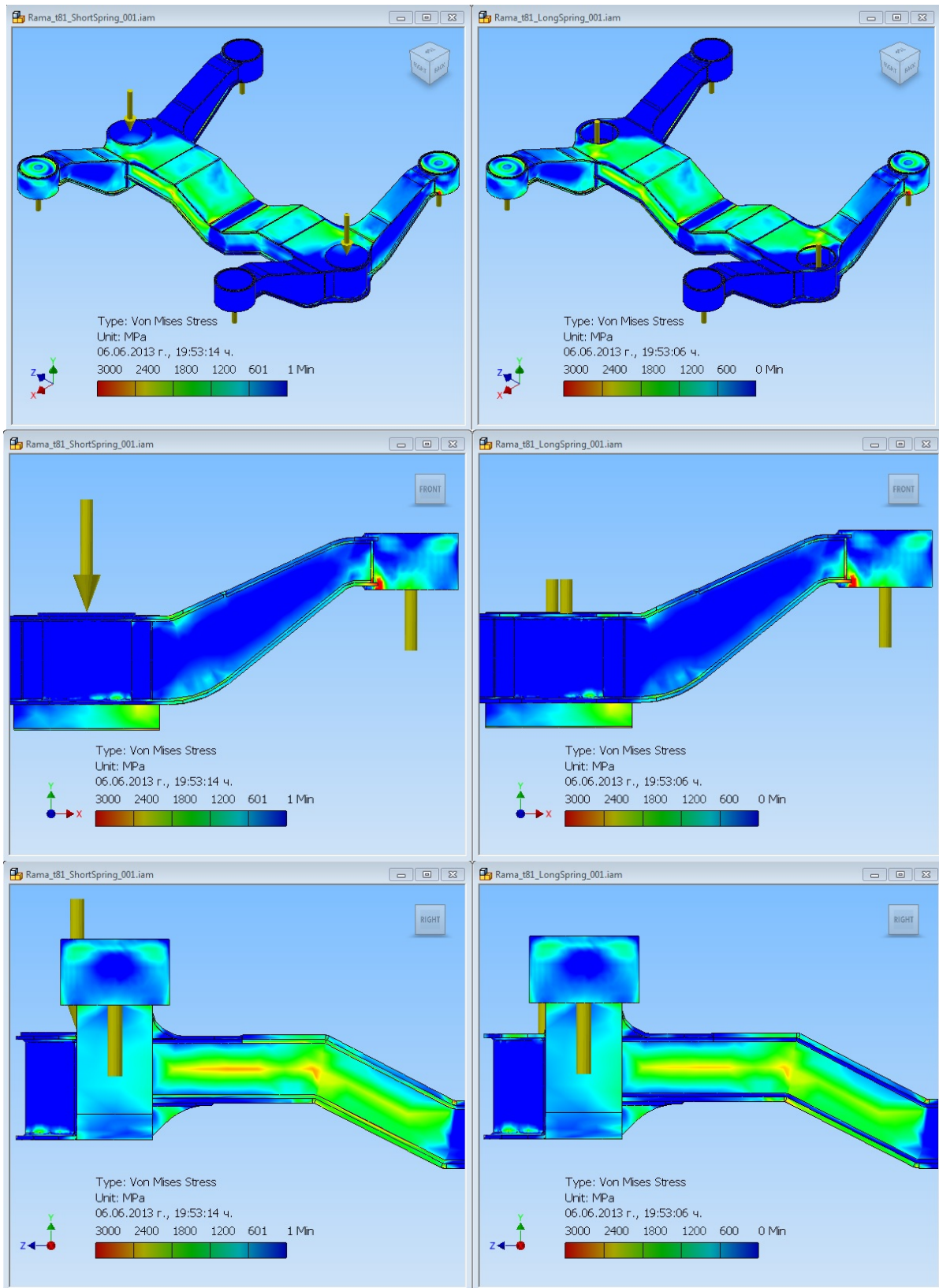
На фигура 4. ясно личат разликите в натоварванията в заваръчните шевове от вътрешната страна на напречната греда. Докато при конструкцията с къси пружини (в ляво) напрежението достига стойности около 2000 MPa, при началния вариант стойностите на напрежението в шевове е близо четири пъти по-малко. Това води до скъсване на шевове и отслабване на конструкцията.

На фигура 6. са показани резултатите от анализа на рамата, от тях може да се заключи, че при началния вариант на талигата (с дълги пружини), има по-ниски стойности на вътрешните напрежения, както в застрашените сечения на напречната греда, така и в цялата конструкция.

Това може да се обясни с факта, че линията свързваща приложните точки на силите при началния вариант преминава близо до оста на кутиеобразното сечение на надлъжната греда и разпределя напреженията равномерно по стените му, докато след изменението на конструкцията тази линия пресича горния лист на надлъжната греда и натоварва в по-голяма степен горната част на надлъжната и напречната греди (фиг. 5).



Фиг. 5. Схема на разпределението на напреженията в рамата за двата варианта на ЦРС.



Фиг. 6. Разпределение на вътрешните напрежения в рамата на талигата при максималната ефективна стойност на ускорението измерена над БРС.

4. Заключение.

Сравняването на двата варианта на ЦРС показва, че направеното изменение в конструкцията на трамвайната талига Т 81 е довело до промяна в разпределението на вътрешните напрежения в рамата на талигата и в комбинация с влиянието на неравностите от пътя съответно до създаването на благоприятни условия за възникване и развитие на пукнатини.

На базата на горното може да се препоръча възстановяване на първоначалният вариант на централната ресорна степен, т.е. да се преместят опорните точки на пружинните комплекти от ЦРС върху долните листове на надлъжните греди на рамата на талигата.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Михайлов Е., Йончев Е., „Измерване на ускоренията в рамата на трамвайна талига Т81 с цел установяване на причините за поява и развитие на пукнатини”, МТК, София, 2013 г.
- [2] Кисъв И., „Наръчник на инженера”, част II, Техника, София, 1979 г.
- [3] Ружеков Т., Пенчев Цв., Димитров Е., „Теория и конструиране на железопътна техника”, ВТУ, София, 2011 г.

ANALYSIS OF THE CONSEQUENCES OF CHANGES IN CONSTRUCTION OF CENTRAL SPRINGS DEGREE AT TRAMWAY BOGIE T 81

Emil M. Mihaylov
emm_1968@abv.bg

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

Key words: tramway bogie, spring degree, cracks

Abstract: This paper concerns the tram bogies T 81 in-service streetcars types T6M 700 and T8M 700M. In the early 90s of the twentieth century the design of the central spring degree was modified – the spring kits are replaced with shorter ones, but they retain the characteristics of the degree. As a result of the change the location of the central lower cup of the spring degree has been changed - from the bottom sheet of the stinger, the cup is mounted on the top sheet of the beam. Immediately after the change of the main spring degree is observed intensive formation of cracks at both ends of the cross beam of the bogie frame. Over the years and the deterioration of the track the intensity of the process is accelerating.

In the autumn of 2011 were conducted measurements of the accelerations in the bogie frame. Large values of the accelerations whose peaks reached 117 ms^{-2} were measured. In December 2012 a second set of measurements which confirmed the results were made. Reached to the conclusion that the rapid emergence and development of cracks in the cross-bar of the frame is due to the large values of the accelerations in the bogie frame due to the unevenness of the road.

In the material using the program Autodesk Inventor is made an analysis of the distribution of internal stresses in the bogie frame in both cases of the central spring degree. The distribution of stress has been studied both in even load on the wheels, and in the action of the forces generated by the accelerations.