Механика Транспорт Комуникации

ISSN 1312-3823 (print)
ISSN 2367-6620 (online)
том 22, брой 1, 2024 г.

Научно списание **http://www.mtc-aj.com** **статия № 2458**

ОСОБЕНОСТИ ПРИ РАБОТА НА ТЗП ЗА ЧАСТИЧНО ПОВДИГАНЕ НА ТРАМВАЙНИ МОТРИСИ ПРИ АВАРИЙНО-ВЪЗСТАНОВИТЕЛНИ РАБОТИ

Емил М. Михайлов
emm_1968@abv.bg

Висше транспортно училище „Тодор Каблешков",
ул. „Гео Милев" 158, София 1574,
БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: *ТЗП, спредер, трамвайни мотриси, аварийно-възстановителни работи.*

Резюме: *Статията разглежда особени положения при работа на товарозахватно приспособление (ТЗП) за частично повдигане на трамвайни мотриси при аварийно-възстановителни работи наречено „спредер". Спредерът е проектиран през 2006 година с товароносимост 10 тона, в последствие е проверен за 16 тона. ТЗП се използва при аварийно-възстановителни работи - дерайлиране, повреди по ходовата част и силовото предаване на трамвайни мотриси, както и при товарене и разтоварване на трамвайни мотриси на транспортни колички. В немалък брой случаи трамвайната мотриса след дерайлиране заема положение, което налага неравномерно натоварване на гредата на ТЗП. Разгледани в статията са някои от особените положения при работа и натоварванията на гредата при тях. Установено е че при неравномерното натоварване на гредата напреженията, макар и неравномерно разпределени по тялото ѝ, не надвишават допустимите стойности.*

УВОД

Товарозахватното приспособление (ТЗП) за частично повдигане на трамвайни мотриси (ТМ), в документацията наречено „спредер", е предназначено за работа при аварийно-възстановителни работи. Основно е за повдигане на опорните (средни) талиги на съчленените мотриси при дерайлиране на ТМ и/или повреди по ходовата част когато се налага поставянето на колоосите им на аварийни колички, но в изключителни случаи се налага да работи при особено положение на „товара".

ТЗП е конструирано, произведено и въведено в експлоатация през 2006 година в „Столичен електротранспорт" ЕАД [1] и от тогава е част от оборудването на Аварийната служба на Дружеството. При неговото проектиране, то е съобразено с намиращите се към онзи момент в експлоатация трамвайни мотриси. Предвидено е да има товароносимост 10 тона, но при изчисленията е предвидено голяма преосигуряване. В последствие е направено ново изчисляване за проверка на товароносимостта на ТЗП за 16 тона [2], при необходимост от 14 тона.

СЪСТОЯНИЕ НА ПРОБЛЕМА

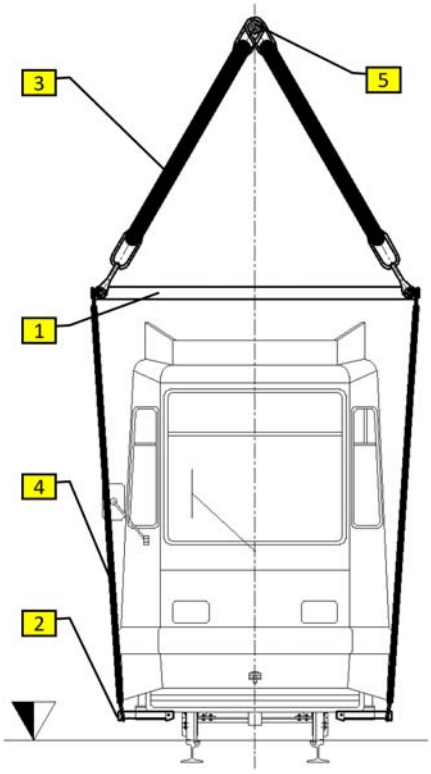
Трамвайните мотриси, в болшинството от случаите, дерайлират на съоръжения, предимно стрелки, и движейки се с ниска скорост. В резултат, дерайлиралите талиги се намират в близост до коловоза. В случай, че възстановяването в коловоза не може да стане с рерайлери се налага ТМ да се повдига частично с авариен автокран. Предвид наличието на контактна мрежа над трамвайните коловози, и че над съоръженията и в кръстовища мрежата от контактни проводници и носещите ги въжета е гъста има затруднено позициониране на автокрана и поставяне на стрелата му в удобно за работа положение.

В някои случаи, по горните причини, се налага да се използва спредера при аварийно-възстановителните работи като натоварването му не е по началната изчислителна схема (фиг. 3.):

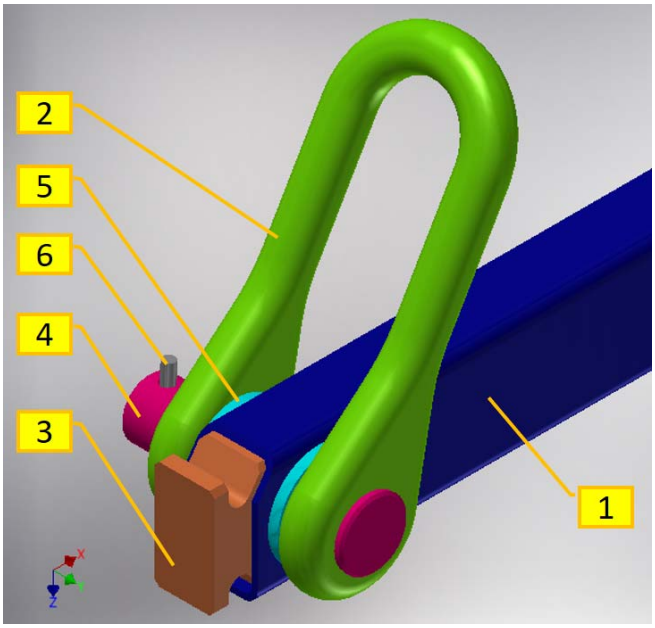
- Повдигане на челна секция, закачването на ТМ е в краищата на надлъжните греди на рамата на коша със симетрично разположение на гредата на ТЗП (фиг. 4.а).
- Повдигане на челна секция, закачването на ТМ е в краищата на надлъжните греди на рамата на коша с несиметрично разположение на гредата на ТЗП (фиг. 4.б).
- Повдигане на опорна талига при съчленение на коша с несиметрично разположение на гредата на ТЗП (фиг. 5.).

ОПИСАНИЕ НА ТОВАРОЗАХВАТНОТО ПРИСПОСОБЛЕНИЕ

Товарозахватното приспособление за частично повдигане на трамваен подвижен състав, се състои от следните елементи (фиг. 1.): греда (1), захвати към талигите (2), сапани (3) към куката на крана (5), сапани към захватите при талигите (4). Сапаните имат товароносимост 8 тона, а дължината им се съобразява във всеки отделен случай с конкретната ситуация - височината на контактния проводник и гъстотата на контактната мрежа. За някои типове ТМ, вместо захватите е предвидена греда, която се поставя под коша.

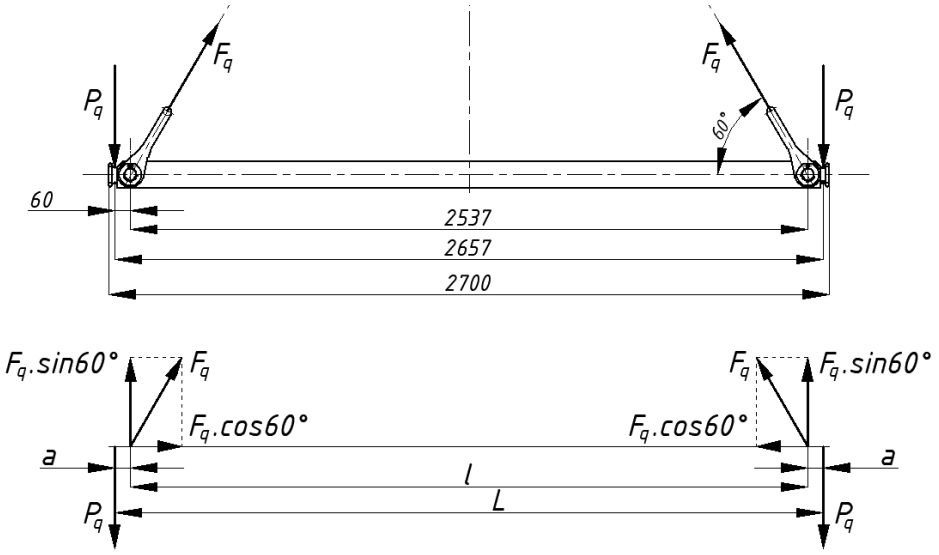


Фиг. 1. Елементи на ТЗП



Фиг. 2. Елементи на възлите за закачване на сапаните

Гредата (фиг. 3.) има дължина 2700 *mm*, тялото й е изработено от правоъгълна тръба от стомана БСт3 с размери 100 × 60 × 5 *mm*. В двата си края гредата завършва с възли за закачване на двата комплекта сапани. Всеки от възлите има конструкцията показана на фигура 2. В тялото на гредата (1) са вкарани накрайниците (3). Накрайниците са фиксирани с щифтовете (4), които са оси в шарнирната връзка на хамутите. Хамутите (2) са от вагонен от винтов спряг. Хлабината между тялото и хамутите се компенсира от дистанционните шайби (5). Шарнирната връзка се осигурява против разглобяване от шплинтовете (6).

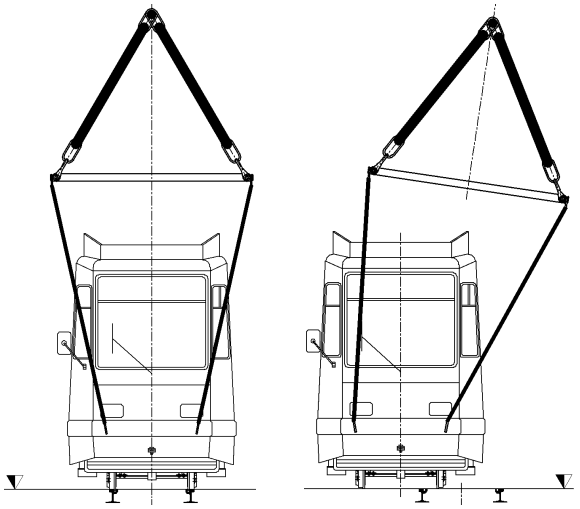


Фиг. 3. Размери и изчислителна схема на ТЗП

Проектирането на товарозахватното приспособление през 2006 година [1] е направено по класическия метод [3, 4, 5, 6, 7]. Допълнително са направени якостни проверки за повишаване на товароносимостта му на 16 тона [2].

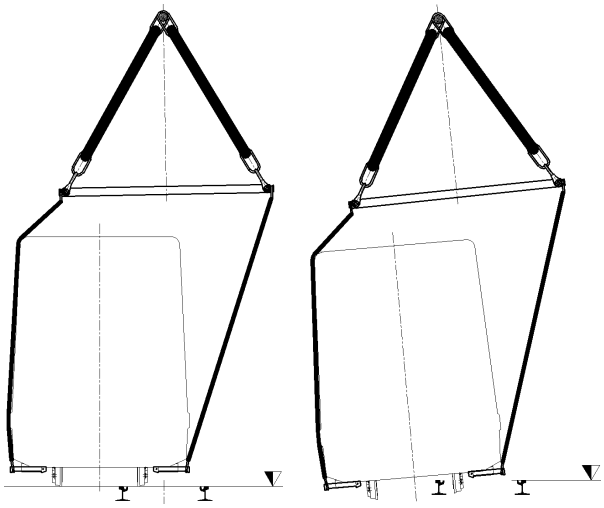
ОСОБЕНИ ПОЛОЖЕНИЯ ПРИ РАБОТА НА ТЗП

Макар, че при всяка различна аварийна ситуация мотрисата застава в различна позиция спрямо релсовия път, може да се обобщят положенията до показаните на фигури 4. и 5.



а) б)

Фиг. 4. Повдигане на челна секция



а) б)

Фиг. 5. Повдигане при съчленение на коша

Повдигане на челната секция на ТМ, със симетрично разположение на гредата на ТЗП (фиг. 4.а) се налага при повреда по ходовата част на мотрисата, когато колооситe трябва да се поставят на аварийни колички. Закачването на ТМ е в краищата на надлъжните греди на рамата на коша при бронята. Тогава сапаните към товара не са отвесни, а под ъгъл 10 - 12 градуса. Напреженията на огъване и изкълчване в тялото на гредата стават по-големи.

Повдигане на челната секция на ТМ, с несиметрично разположение на гредата на ТЗП (фиг. 4.б) се налага при дерайлиране, когато отклонението от коловоза е в рамките на размера на междурелсието. Закачването на ТМ е в краищата на надлъжните греди на рамата на коша при бронята. Тогава сапаните към товара са под различен ъгъл спрямо гредата. Напреженията на огъване и изкълчване в тялото на гредата стават по-големи и имат неравномерно разпределение по тялото на гредата.

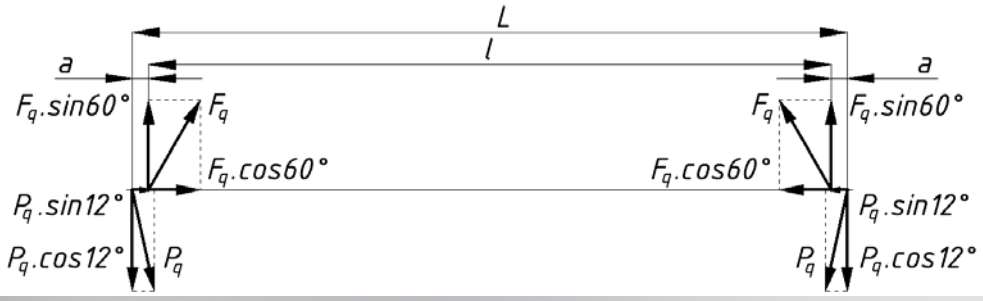
Повдигане на опорна талига при съчленение на коша с несиметрично разположение на гредата на ТЗП (фиг. 5.) се налага при дерайлиране, когато отклонението от коловоза е в рамките на размера на междурелсието. Закачването на ТМ е към предвидените захвати или подложна греда под рамата на коша. Тогава сапаните към товара са под различен ъгъл спрямо гредата. Напреженията на огъване и изкълчване в тялото на гредата са по-големи и са с неравномерно разпределение по тялото на гредата.

ЯКОСТНИ ПРОВЕРКИ НА ГРЕДАТА НА ТЗП

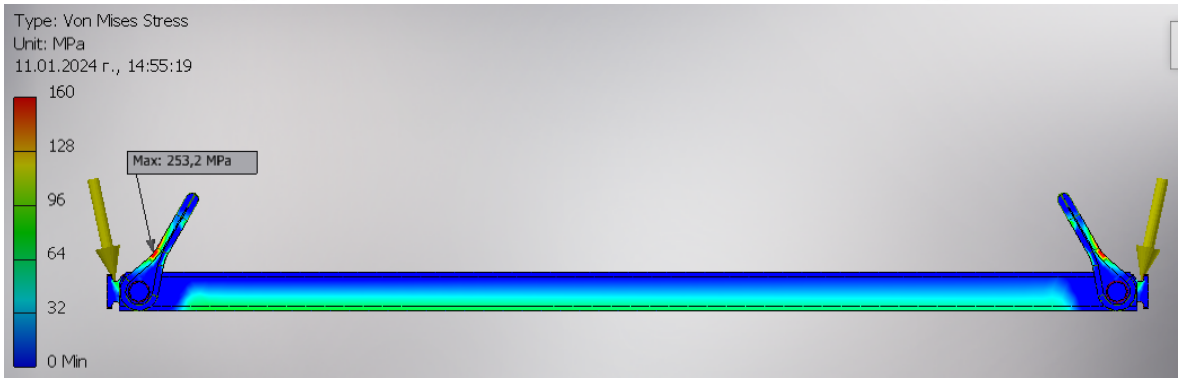
Якостната проверка на спредера е направена по Метода на крайните елементи с програмата Autodesk Inventor Pro 2015. Мрежата се състои от 29 317 елемента с 52 249 възела. За якостният анализ гредата е запъната в двата хамута на местата за сапаните към куката на крана. Силите, 2 × 80 *kN*, са приложени от двете страни на гредата при шийките за сапаните към захватите с посоки в зависимост от изчислителната схема.

Повдигане на челната секция на ТМ, със симетрично разположение на гредата.

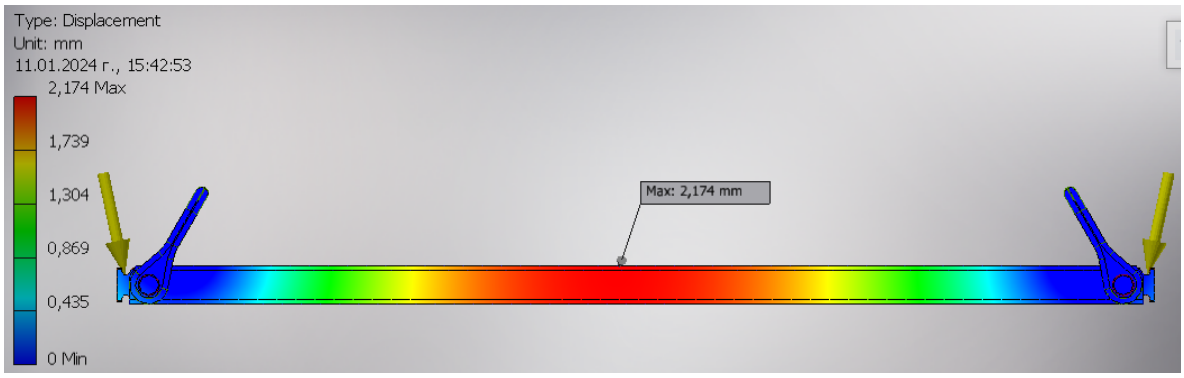
Пресмятането се извършва по схемата показана на фигура 6.а). Напреженията на огъване и изкълчване в тялото на гредата (фиг. 6.б) са разположени равномерно в долната част на тялото по цялата му дължина. Очакваната максимална деформация на гредата е до 2,174 *mm* и е в средата на тялото (фиг. 6.в).



а)



б)

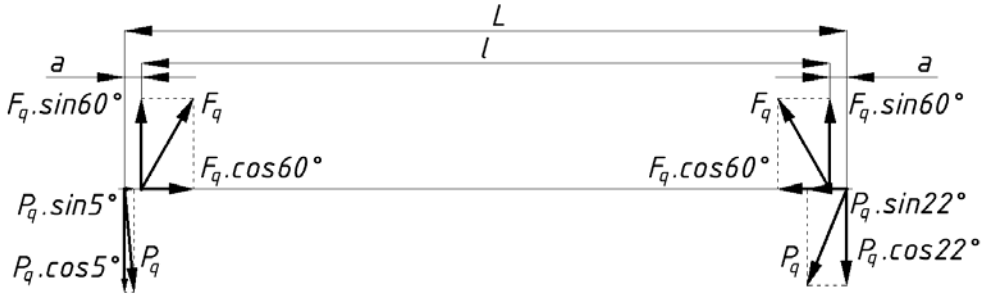


в)

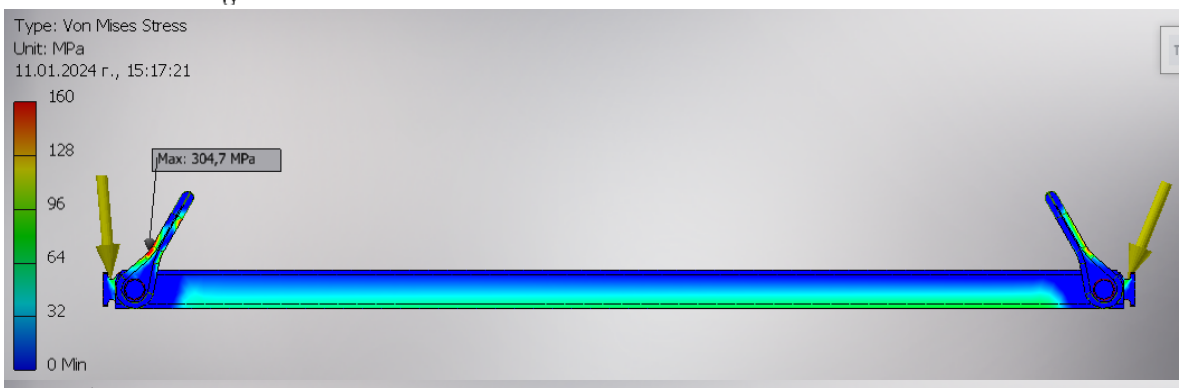
Фиг. 6. Зони на напреженията и деформация при повдигане на челната секция на ТМ, със симетрично разположение на гредата

Повдигане на челната секция на ТМ, с несиметрично разположение на гредата.

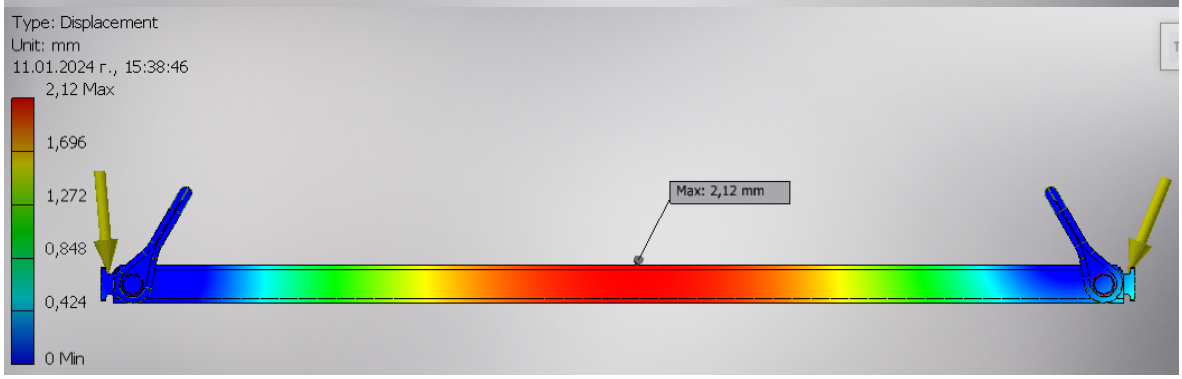
Пресмятането се извършва по схемата показана на фигура 7.а). Напреженията на огъване и изкълчване в тялото на гредата (фиг. 7.б) са разположени равномерно в долната част на тялото по цялата му дължина. Очакваната максимална деформация на гредата е до 2,12 *mm* и е около средата на тялото (фиг. 7.в).



а)



б)

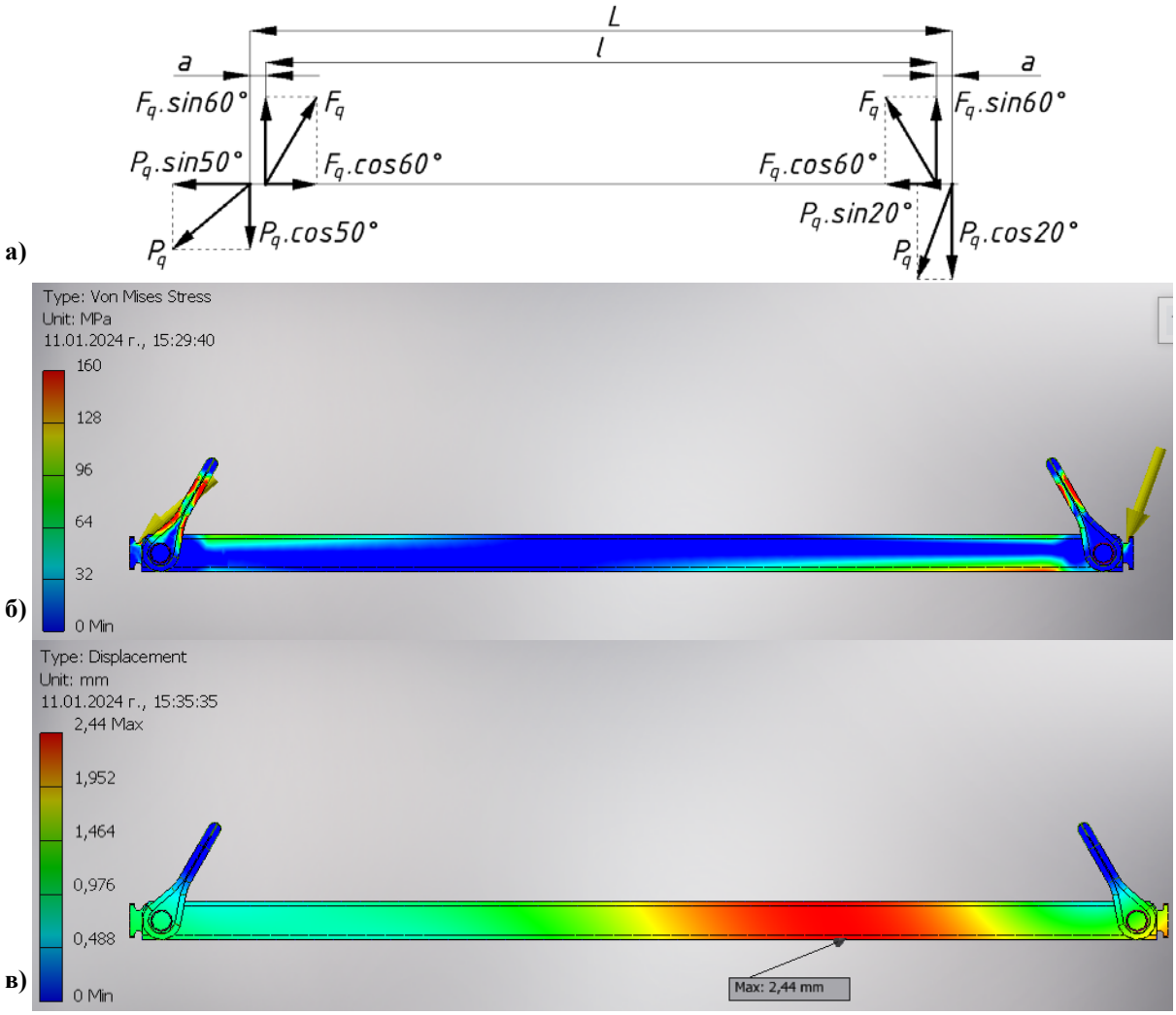


в)

Фиг. 7. Зони на напреженията и деформация при повдигане на челната секция на ТМ, с несиметрично разположение на гредата

Повдигане на опорна талига при съчленение на коша с несиметрично разположение на гредата.

Пресмятането се извършва по схемата показана на фигура 8.а). Напреженията на огъване и изкълчване в тялото на гредата (фиг. 8.б) са разположени неравномерно по дължина му. По-високите стойности преобладават по долната част на тялото в частта откъм сапана, спускащ се към захватите на по-малък ъгъл. Същевременно има високи стойности откъм другия край на гредата в горната ѝ част.



Фиг. 8. Зони на напреженията и деформация при повдигане на опорна талига при съчленение на коша с несиметрично разположение на гредата

Очакваната максимална деформация на гредата е до 2,44 *mm* (фиг. 8.в). и е в зоната откъм сапана, спускащ се към захватите под по-малък ъгъл. Големината на деформацията е съпоставима с тези в другите два случая.

Симулацията на натоварването при различните, показани по-горе, случаи показват максимални стойности на напреженията в хамутите на ТЗП. Това се дължи на фактът, че необходимото за симулацията запъване е направено в сводовете на хамутите.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направените анализи показват, че напреженията и деформациите в гредата, макар и неравномерно възникващи по тялото ѝ не превишават допустимите за материала

стойности. Може да се направи заключението, че товарозахватното приспособление за частично повдигане на трамвайни мотриси, предназначено за работа при аварийно-възстановителни работи може да бъде използвано при различни начини на натоварване в границите на неговата товароносимост.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Емил М. Михайлов, „*Проект за Спредер за повдигане средната талига на 6- и 8-осни трамвайни мотриси за тясно (1009 mm) и нормално (1435 mm) междурелсие в аварийна ситуация*“, „Столичен електротранспорт“ ЕАД, София, 2006 г.

[2] Емил М. Михайлов, „*Проверка за повишаване товароносимостта на ТЗП за частично повдигане на трамвайни мотриси при аварийно-възстановителни работи*“, XXVI МНК „Транспорт 2023”, ВТУ „Т. Каблешков”, Боровец, 2023 г.

[3] Христов Д. и колектив, „*Пресмятане и конструиране на машинни елементи*”, Техника, София 1980 г.

[4] Дивизиев В. и колектив, „*Подемно-транспортни машини и системи*”, Техника, София 1985 г.

[5] Коларов И. и колектив, „Проектиране на товароподемни машини”, Техника, София 1986 г.

[6] Димов Д. и колектив, „Таблици и формули по съпротивление на материалите”, Техника, София 1992 г.

[7] Кисьов И., „*Наръчник на инженера*” част II., Техника, София 1970 г.

PECULIARITIES OF WORK ON OF THE SPREADER FOR PARTIAL LIFTING OF TRAMS DURING EMERGENCY RECOVERY WORKS

Emil M. Mihaylov
emm_1968@abv.bg

„Todor Kableshkov“ University of Transport,
158 Geo Milev Street, Sofia 1574, BULGARIA

Key words: *spreader, trams, emergency recovery works.*

Abstract: *The article deals with special situations in the operation of a loading device for partial lifting of trams during emergency recovery works called "spreader". The spreader was designed in 2006 with a load capacity of 10 tonnes, it was subsequently verified for 16 tonnes. The spreader is used in emergency recovery work - derailments, chassis and driveline damage to tramcars, and loading and unloading of tramcars onto transport trolleys. In a considerable number of cases, the tramcar after derailment occupies a position which imposes an uneven load on the spreader beam. Some of the peculiar operating situations and the beam loads involved are discussed in this paper. It is found that under uneven loading of the beam, the stresses, though unevenly distributed over its body, do not exceed the permissible values.*