

ИНОВАТИВНИ РЕШЕНИЯ ПРИ ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ НА ИЗЛЕЗЛИ ОТ УПОТРЕБА ЖЕЛЕЗОПЪТНИ МАТЕРИАЛИ ЗА СТРОИТЕЛНИ ЦЕЛИ

Нина Постолова, Стойо Тодоров, Румяна Захариева
ninapb@mail.bg, stoyo_fte@uacg.bg, razdvatri@abv.bg

Университет по Архитектура, Строителство и Геодезия
София 1046, Бул. Христо Смирненски № 1
БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: *материали, стоманобетонни траверси, оползотворяване, железен път*

Резюме: *Оползотворяването на излезлите от употреба железопътни материали е актуален проблем, както по отношение за опазване на околна среда, така и за постигане на целите на кръговата икономика, обявени през декември 2015 г. като един от приоритетите на ЕК. Сред най – проблемните, поради наличието на големи количества наброяващи около 1 000 000 броя са стоманобетонните траверси, получени от дейности по ремонт и рехабилитация.*

В доклада е представено иновативно решение за тяхното ефективно оползотворяване в пътни настилки, приложими за общински пътища, улици, проблемни участъци на селскостопански пътища и за вход/ изход на селскостопански пътища от/към републиканска пътна мрежа. Разработени са няколко типа конструкции, при които се използват стоманобетонни траверси, отчитайки значителната им остатъчна способност. С прилагането на тези решения се преодолява статута на траверсите като „строителен отпадък“, намалява се въздействието върху околната среда от тяхното съхранение и се създават предпоставки за ресурсно-ефективни и икономически изгодни решения на различни видове пътни настилки.

Оползотворяването на стоманобетонните траверси съдейства едновременно за намаляване на генерираните отпадъци в транспортния сектор и за икономия на природни суровини, тъй като траверсите „втора ръка“ се явяват алтернатива на естествени скални материали в пътното строителство.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Геостратегическото положение на Република България, я прави ключова страна в Трансевропейската транспортна мрежа. Основните цели, върху които се акцентира в железопътния сектор са повишаване на качеството и безопасността на превозите на пътници и товари. Това налага планирането и извършването на изключително много ремонтни дейности по основните железопътни трасета на страната ни. С помощта на различни финансови механизми, железопътната инфраструктура постига съвместимост

между техническите параметри на железния път и високите скорости на движение на подвижния състав.

Конструкцията горно строене на железния път в т.ч. релси, траверси, скрепления, баластова призма, е в пряка зависимост от скоростта на движение. Повишаването на скоростите по железопътните трасета в страната ни, неминуемо довежда до промяна и на конструкцията горно строене с по - тежък тип. Масово влаганите досега елементи в нея, са от типа:

- релси - тип S49 (49E1);
- траверси - дървени и стоманобетонни СТ3 и СТ4, които са между 1600 - 1800 бр./km;

• скрепления - тип "К" и "ПАК"

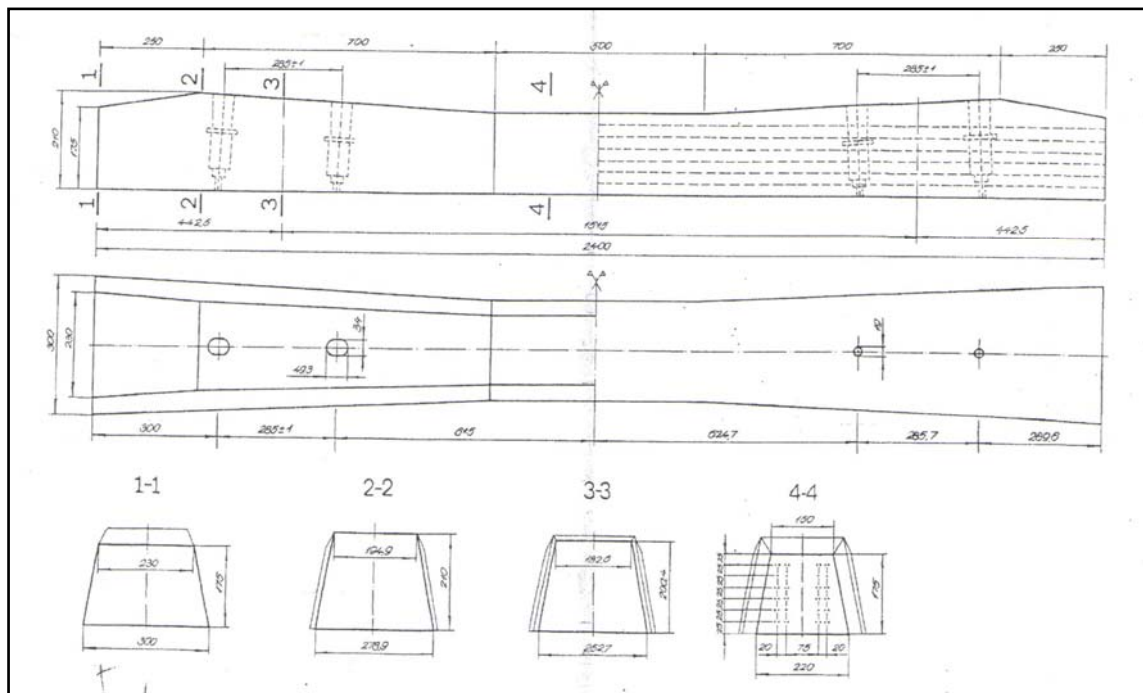
се заменят с други типове, като:

- релси - тип UIC 60 (60E1)
- траверси - стоманобетонни СТ6 и европейския им аналог В91;
- скрепления - с еластични елементи, като "SKL", "PANDROL", "NABLA" и т.н.

В следствие на тази промяна, най - голям отпечатък върху околната среда, има складирането на огромни количества излезли от употреба стоманобетонни траверси тип СТ4. Направени са опити за натрошаването им, но резултатите показват, че това е неефективно и икономически неизгодно. Към 2015 г. наличните стоманобетонни траверси по гаровите ареали, наброяват около 1 000 000. Предвид нарастващия темп на ремонтите по железопътната инфраструктура към 2020 година се очакват те да надхвърлят 3 000 000 броя.

2. ТЕОРЕТИЧНА ПОСТАНОВКА

Траверсите от типа СТ4, като част от конструкцията горното строене на железния път се изчисляват на огъване. На Фиг.1 са показани геометричните размери на стоманобетонна траверса тип СТ4.

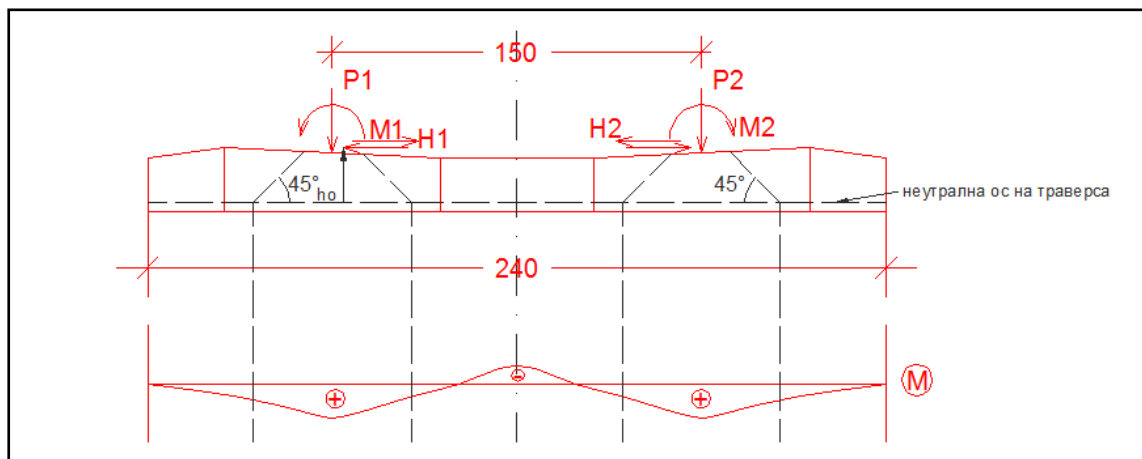


Фиг. 1 Геометрични размери на стоманобетонен траверс СТ4

Траверсата се разглежда, като къса греда с дължина 240 cm, лежаща върху еластична основа с коефициент на леглото C (dN/cm^3) [1] ($C = 50 \text{ dN/cm}^3$ през зимата) натоварена с две симетрични концентрирани сили спрямо оста на гредата **P1** и **P2**, със стойност от по 125 kN. На **Фиг. 2** е показана принципната схема за натоварване на железопътна траверса. Моментовата диаграма е със знакопроменливи стойности в зоните под и между релсите. Най – големи положителни стойности на огъващите моменти са в подрелсовото сечение, а най – голямата отрицателна стойност е в оста на траверсата. Наличието на симетрично разположените метални струни $\phi 4 \text{ mm}$ по цялото напречно сечение осигурява поемането на опънните напрежения.

Оразмеряването е направено по метода на Винклер – Цимерман, като се приема опростен метод на контактна задача. Стойностите на огъващите моменти получени чрез пресмятане в средата и в подрелсовото сечение на траверса, трябва да са по – малки от допустимите, които съответно са:

- за жп магистрали - $M^{\text{доп}}=17 \text{ kN.m}$;
- за I и II категория железен път - $M^{\text{доп}}=19 \text{ kN.m}$.



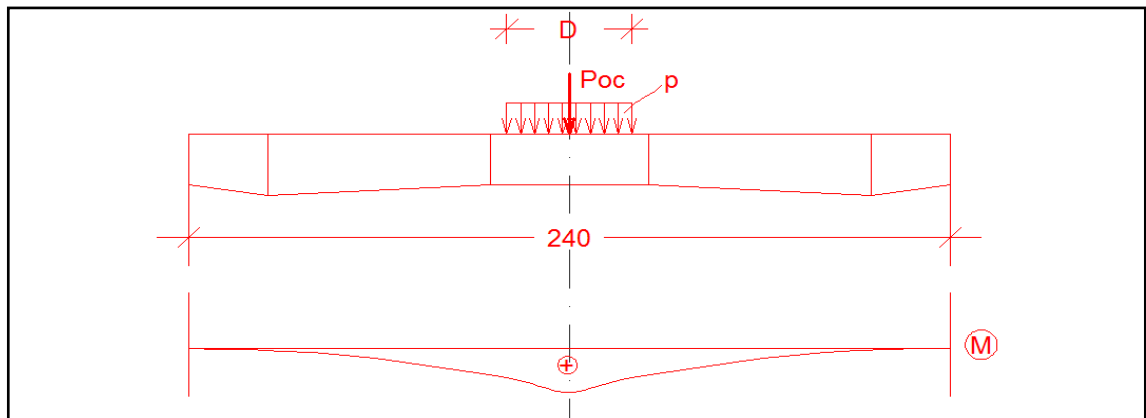
Фиг. 2 Принципна схема за натоварване на железопътна траверса

Според Закона за управление на отпадъците (2012г.) [7], отпадък е „всяко вещество или предмет, от който притежателят се освобождава или възнамерява да се освободи, или е длъжен да се освободи“. Ако на излезлите от употреба стоманобетонни траверси, които имат значителна остатъчна носеща способност се намери приложение, те могат да се изключат от категорията „строителен отпадък“. Стоманобетонните траверси могат да се заложат като част от конструкцията на път с по – лек тип натоварване ($P_{oc}=115 \text{ kN}$) и по – малка интензивност на движение. Това са например случаите на външни пътни връзки от и за пътища от републиканската пътна мрежа, горски пътища, вътрешно – площадкови пътища към депа за твърди битови отпадъци (ТБО), селскостопански и горски пътища и др.

Теоретичната постановка при оразмеряването на бетонните пътни настилки следва модела на многопластова конструкция, в която има поне един пласт бетон с якост на натиск минимум 20 N/mm^2 и дебелина не по – малка от 15 cm, лежаща върху земната основа [3]. Разликата в изпълнението на това класическо решение и решението със стоманобетонни траверси е в начина на полагане на траверсите в пътната конструкция – те се полагат в обърнато положение, в сравнение с положението им в железния път, т.е. равната повърхност контактува с пневматичното колело. Траверсите се нареждат една до друга в напречно и надлъжно направление, като имат по между тях разстояние $\max 5 \text{ cm}$, поради особената им геометрична форма (**Фиг.1**).

При натоварване от оразмерителен автомобил (ОА) с максимално осово натоварване $P_{oc} = 100 \text{ kN}$, колесен товар $P_{колесен} = 50 \text{ kN}$, налягането предизвикано от гумата е $p = 0.6 \text{ MN/m}^2$, когато отпечатъкът, който се взема предвид като натоварване е с диаметър $D = 32,6 \text{ cm}$ (Фиг. 3). Моментовата диаграма има максимална стойност в средата на траверса. Максималното опънно напрежение е в зона, където има по първоначален проект армировка за поемане на опъна.

Обръщането на траверсата влияе благоприятно, тъй като води до промяна на натоварването от железопътното към пътното возило. Наличната армировка и класът на бетона в траверсата осигуряват носещата способност на пътната конструкция.



Фиг. 3 Принципна схема за пътнo натоварване

3. ИДЕЙНИ ПРОЕКТНИ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

С ефективното оползотворяване на повече от 1 000 000 броя стоманобетонни траверси тип СТ4, извадени от релсовия път при рехабилитациите и ремонтите и обявени за строителни отпадъци, могат да се направят около $700\,000 \text{ m}^2$ пътни настилки или 100 km пътища с ширина на платното $7,3 \text{ m}$. Различните комбинации на материали в допълнение със СТ4, дават различни икономически ефекти спрямо стандартните (асфалтобетонни) пътни настилки.

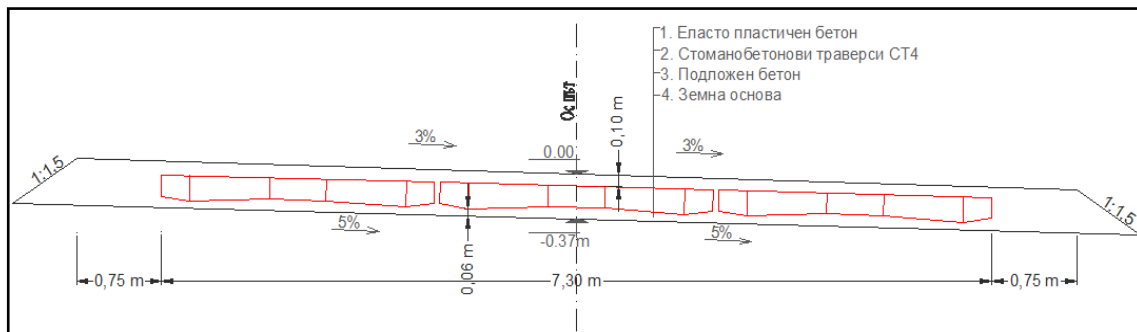
Същественят проблем, който трябва да бъде решен е свързан с логистиката и монтажа на траверсите - събиране, оценка на състоянието, евентуалното почистване (включително от опасни замърсявания), извършване на дейности „подготовка за повторна употреба“, вкл. окачествяването им като строителни продукти по смисъла на Регламент 305/2011[4], транспортиране и нареждане.

Разработени са няколко проектни комбинация на стоманобетонни траверси тип СТ4 с други често употребявани материали в пътните конструкции, като асфалтобетон, трошен камък, бетон и др.

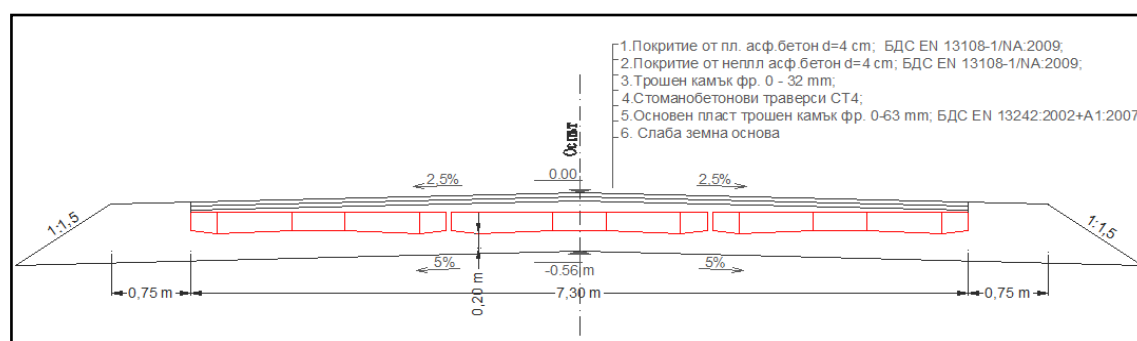
Основата за направените изчисления по проектните комбинации следват идеята от Фиг.3. Наличието на стоманобетонна траверса тип СТ4, влияе благоприятно върху поведението на пътната конструкция. Натоварването се разпределя на по – голяма площ, което намалява деформациите в пътя, особено при слаби земни основи.

На Фиг.4 е показано идейно решение в комбинация на стоманобетонните траверси тип СТ4 с бетон съдържащ структурни фибри (еласто пластичен бетон). За да се избегнат появата на пукнатини в бетона, т.н. „reflective cracking“, върху повърхността на стоманобетонната траверса се полага или пукнатиноразсейващ пласт, или гео-текстил.

На Фиг. 5 е показано идейно решение в комбинация на стоманобетонните траверси тип СТ4 с плътен и непълен асфалтобетон, като наличието на траверса намалява дебелината на основния пласт от трошен камък.

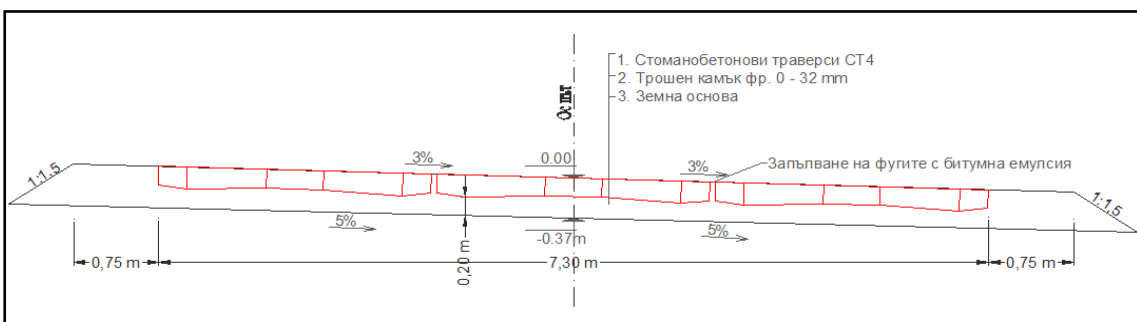


Фиг. 4 Проектно предложение за пътна конструкция в комбинация на СТ4 върху подложен бетон и с покритие от еласто пластичен бетон



Фиг. 5 Проектно предложение за пътна конструкция в комбинация на СТ4 върху основа от трошен камък и с покритие от асфалтови смеси

Положени върхупласт от трошен камък, както е показано на Фиг.6, стоманобетонните траверси тип СТ4 могат да се използват за настилка на пътни участъци с големи надлъжни наклони (над 15%).



Фиг. 6 Проектно предложение за пътна конструкция в комбинация на СТ4 върху основа от трошен камък

4. ИЗВОДИ

Технически осъществимо е траверсите с остатъчна носмощност да бъдат оползотворени за строителни цели в пътното строителство, като са възможни различни решения.

Предложените идеи за влагане на излезлите от употреба стоманобетонни траверси в пътни настилки биха допринесли и за опазване на околната среда посредством:

- предотвратяване образуването на строителни отпадъци, посредством оползотворяването на стоманобетонните траверси, с което се изпълнява йерархичния ред при управление на отпадъците съгласно Рамковата директива за управление на отпадъците (Directive 98/2008) на ЕК[6];
- подобряване на околната среда и на еко-обстановката в районите на железопътните гари посредством разчистването на гаровите ареали от трупаните с години огромни количества стоманобетонни траверси, което е създавало опасна за здравето на хората и животните околна среда;
- икономия на природни ресурси посредством замяната на конструкции от естествен трошен камък и асфалтови смеси с конструкции на основата на стоманобетонни траверси.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] ИВАНОВ, Г., “Горно строене и поддържане на железния път”, СОФИЯ 1980;
 [2] ДЕНЧЕВА,З., “Горно строене и поддържане на железния път”, СОФИЯ 2014;
 [3] ТОДОРОВ,Т.”Проектиране на пътни настилки”, СОФИЯ 1976;
 [4] “Инструкция за устройство и поддържане на горно строене на железния път и железопътни стрелки”, 2010;
 [5] Регламент 305/2011 на ЕС;
 [6] Рамковата директива за управление на отпадъците (Directive 98/2008) на ЕК;
 [7] Закона за управление на отпадъците

INNOVATIVE SOLUTIONS FOR THE RECOVERY OF USED REDUNDANT RAILWAY MATERIALS IN CONSTRUCTION

Nina Postolova, Stoyo Todorov, Rumiana Zaharieva
ninapb@mail.bg, stoyo_fte@uacg.bg, razdvatri@abv.bg

*The University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy,
 Sofia 1046, 1 Hristo Smirnenski Blvd.
 BULGARIA*

Key words: *materials, concrete sleepers, recovery, rail way track*

Abstract: *The utilization of disused railway material is topical issue both in terms of environmental protection and to achieve the objectives of the circular economy, announced in December 2015 as one of the priorities of the European Commission. Among the most - problematic because of the large quantities numbering about one million the number of reinforced concrete sleepers are derived from activities in repair and rehabilitation.*

The report presented an innovative solution for their effective use in road surfaces, applicable to municipal roads, streets, problematic stretches of rural roads and input / output of agricultural roads from / to the national road network. Developed several types of structures that use reinforced concrete sleepers, considering their considerable residual capacity. With the implementation of these solutions overcome the status of sleepers as "construction waste", reducing the environmental impact of their storage and create conditions for resource-efficient and cost-effective solutions for various types of road surfaces.

The utilization of reinforced concrete sleepers contribute simultaneously to reduce the waste generated in the transport sector and saving natural raw materials as sleepers "second hand" is an alternative to natural stone in road construction.