

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРЕХОДНАТА ОБЛАСТ В ГОРНОТО СТРОЕНЕ НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ МЕЖДУ БЕЗБАЛАСТОВА КОНСТРУКЦИЯ – СИСТЕМА FFYS-ATS И БАЛАСТОВА ПРИЗМА

Коста Костов¹, Ивайло Лиловски²
kpetrov77@abv.bg, lilovski@abv.bg

¹ ВТУ “Тодор Каблешков”, ул. „Гео Милев” №158, София

² ЛИВ – Проджекст ЕООД, София
БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: железен път, монолитна подрелсова основа, преходна област, модел, конструктивни пластове

Резюме: В доклада е разгледан прехода между монолитна подрелсова основа върху асфалтобетон и баластова призма. Създадени са изчислителни модели в областта на прехода между асфалтобетона и стоманобетонната преходна плоча, както и между стоманобетонната плоча към баластовата призма с изследване на напрегнато и деформирано състояние.

Отделните конструктивни пластове от горното строене за всеки вид безбаластова конструкция са въведени съобразно геометричните размери в план и напречен профил. Дължините на крайните елементи за релсите са до 60cm и са съобразени с вида на конструкцията, общата ѝ дължина и силите от натоварването така, че максимално точно да се моделира съвместната им работа. В надлъжно направление отделните конструкции са моделирани като непрекъсната среда. Прекъсванията на средата (фуга) има само в прехода от една безбаластова конструкция към друга. Това прекъсване е само в конструкцията, но не и в земната основа. Пластовете на земната основа са моделирани с обща дебелина до 2m. Земната основа е моделирана като непрекъсната среда с една и съща характеристика на пластове.

Вида на земната основа е представен чрез коефициента на леглото (Винклерова константа) в $kN/m^2/m$. Всеки един от моделите е разработен за две крайни стойности на коефициента на леглото – $5000 kN/m^2/m$ (за твърда пластична глина) и $60000 kN/m^2/m$ (за сбит чакъл или скална основа).

1. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ИЗЧИСЛИТЕЛНИТЕ МОДЕЛИ

Моделите на монолитната подрелсова основа са конструирани и изследвани по Метода на крайните елементи. За целта е използван програмния продукт SAP2000 v.14.2.0 на Computers and Structures, Inc.

За моделите на конструкциите са използвани обемни (SOLID) и прътови (FRAME) крайни елементи. Земната основа и пластове от горното строене са моделирани със SOLID елементи, релсовия път и траверсите са моделирани с FRAME елементи.

Изчислителният модел на Y-траверсите е моделиран с прътови FRAME елементи. Те са моделирани приблизително с тяхната геометрична форма и напречно сечение, но без подробностите около скрепленията, изрязванията в сеченията и др. Въпреки това теглото на крайните елементи на m' отговаря точно на действителното.

Траверсите върху стоманобетонната плоча и баластовата призма са моделирани със SOLID елементи със спазени геометрични размери. Разстоянията между траверсите върху тези две конструкции са различни, което също е спазено в модела. При прехода между двете конструкции са моделирани и преходните релси, които оказват съществено влияние върху поведението им.

Фугата между конструкцията с Y-траверси върху асфалтобетон и стоманобетонна плоча е моделирана като в това сечение възлите на SOLID елементите на двете конструкции се разминават по височина, и не си предават деформации и напрежения. Влиянието на двете конструкции една на друга е чрез общите възли на земната основа и свързването чрез релсите.

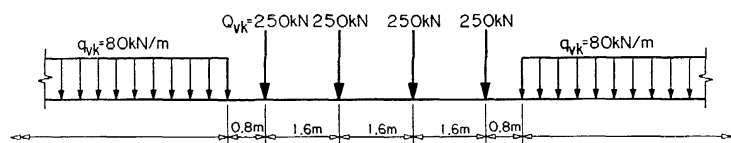
Фугата между стоманобетонната плоча и баластовата призма е моделирана с дължина 1cm и по-точно отговаря на действителното състояние, въпреки че на практика няма обособена фуга между тези две конструкции.

2. МОДЕЛИРАНЕ НА НАТОВАРВАНЕТО

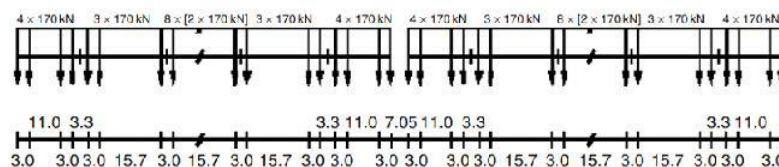
Въздействията от железопътното натоварване са определени посредством два товарни модела:

- Товарен модел LM71, отчитащ максималните ефекти от железопътния трафик по европейските жп линии;
- Товарен модел HSLM-A, който представя натоварването от пътнически влакове със скорост на движение, превишаваща 200km/h (скоростни влакове). По този начин се отчитат осовите товари и всяка възможна и разрешена реална конфигурация за специфицирани влакове, които е възможно да се движат по разглежданата жп линия;

Натоварването е от характеристичните стойности на силите и разпределения товар съгласно подвижните товарни модели LM71 (фиг.1) и HSLM-A (фиг.2). Концентрираните сили и разпределения товар са симетрични относно нивелетата на релсовия път.



Фиг.1. Товарен модел LM71



Фиг.2. Товарен модел HSLM-A

Натоварването е приложено само върху възлите или прътовите елементи моделиращи релсите. Оттам чрез взаимносвързаните възли на траверсите и пластове на горното строене се предава на пластове на земната основа до възлите със зададени пружинни константи, които моделират Винклеровата константа. Така в един напречен

разрез през цялата дълбочина на системата „конструкция-земна основа“ могат да се проследят напреженията и деформациите във всеки едни възел и елемент.

За да се симулира движението на подвижните товарни модели по горното строене на релсовия път силите и разпределения товар са поставени на различни места по протежението му – в началото на първата конструкция, в средата ѝ, в края ѝ но без да преминават във втората конструкция, точно на фугата между първата и втората, изцяло във втората и т.н. По този начин са изследвани всички характерни зони на приложение на товара. Особено интересни са преходните области между отделните конструкции, където заради фугите и смяната на конструкцията се получават характерните скокове в деформациите и концентрация на напреженията.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА КОНСТРУКЦИЯ – СИСТЕМА FFYS – ATS СЪС СТОМАНЕНИ Y – ТРАВЕРСИ НА АСФАЛТОБЕТОНОВА ОСНОВА

3.1. Релси – 60E1 (UIC 60);

3.2. Y – стоманени траверси – изготвени от стомана марка S 235JR+AR, съгласно EN 10025-2, G = 180kg;

3.3. Междинни релсови скрепления с обща еластичност $E=27-30\text{kN/mm}$;

3.4. Асфалтобетонна основа (асфалтов носещ пласт):

- плътен асфалтобетон – $h=6\text{cm}$;

- непътен асфалтобетон (биндер) – $h=5\text{cm}$;

- непътен асфалтобетон (биндер) – $h=4\text{cm}$;

Нобщо = 15cm;

3.5. Хидравлично свързан носещ пласт с дебелина 30cm

$E= 7\,500\text{ MN/m}^2$;

$\gamma = 22\text{ kN/m}^3$;

$\nu = 0,20$;

3.6. Противозамръзващ носещ пласт с дебелина 40cm

$E= 150\text{ MN/m}^2$;

$\gamma = 19,5\text{ kN/m}^3$;

$\nu = 0,30$;

$\varphi = 47^\circ$;

3.7. Земна основа

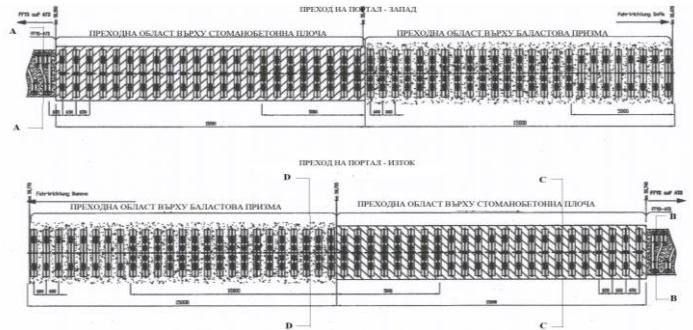
$E= 45\text{ MN/m}^2$;

$\gamma = 19\text{ kN/m}^3$;

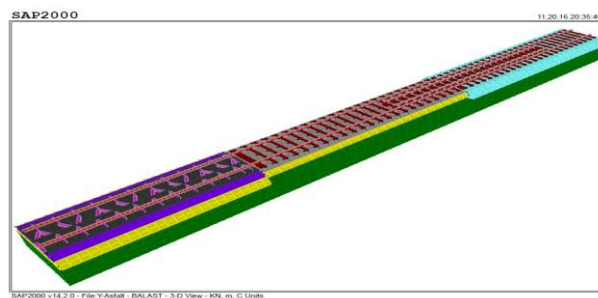
$\nu = 0,35$;

$\varphi = 40^\circ$;

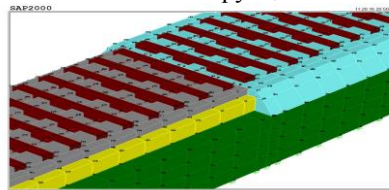
4. ИЗЧИСЛИТЕЛНИ МОДЕЛИ В ПРЕХОДНАТА ОБЛАСТ МЕЖДУ БЕЗБАЛАСТОВА КОНСТРУКЦИЯ – СИСТЕМА FFYS – ATS СЪС СТОМАНЕНИ У – ТРАВЕРСИ НА АСФАЛТОБЕТОНОВА ОСНОВА – СТОМАНОБЕТОНОВА ПРЕХОДНА ПЛОЧА С ДЪЛЖИНА 15m – БАЛАСТОВА ПРИЗМА ПРЕД ТУНЕЛ №3 (Гълъбец) ПО ТРЕТА ГЛАВНА ЖП ЛИНИЯ



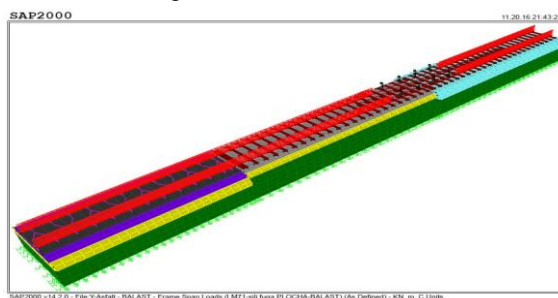
Фиг.3. Преходна област между FFYS-ATS – стоманобетонна преходна плоча – баластова призма в план



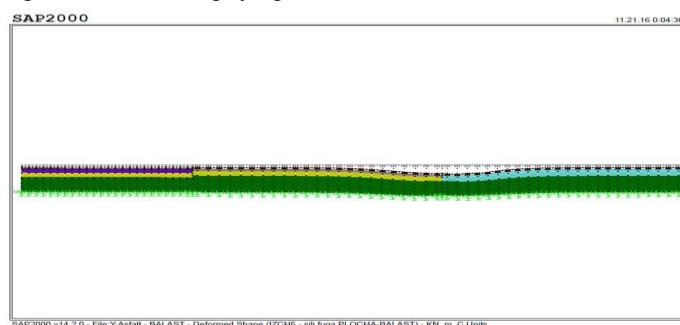
Фиг.4. Изчислителен модел между безбаластова конструкция FFYS-ATS и баластова призма в 3D



Фиг.5. Номерация на възлите около прехода стоманобетонна плоча – баластова призма



Фиг.6. Модел на натоварване с LM71 върху преходна стоманобетонна плоча – баластова призма



Фиг.7. Модел на деформации във фугата между стоманобетонна плоча – баластова призма – надлъжен разрез

5. РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗЧИСЛИТЕЛНИТЕ МОДЕЛИ В ПРЕХОДНАТА ОБЛАСТ МЕЖДУ СИСТЕМА FFYS – ATS СЪС СТОМАНЕНИ У – ТРАВЕРСИ НА АСФАЛТОБЕТОНОВА ОСНОВА – СТОМАНОБЕТОНОВА ПРЕХОДНА ПЛОЧА С ДЪЛЖИНА 15m – БАЛАСТОВА ПРИЗМА

5.1. Премествания в преходната област между конструкция FFYS-ATS и стоманобетонна плоча

Таблица 1

Table: Joint Displacements

Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
			m	m	m	Radians	Radians	Radians
2053	IZCH3 - sili fuga ASFALT-PLOCHA	Combination	-0,000254	0,000117	-0,009550	0,000000	0,000000	0,000000
2054	IZCH3 - sili fuga ASFALT-PLOCHA	Combination	-0,000263	0,000160	-0,009652	0,000000	0,000000	0,000000
2055	IZCH3 - sili fuga ASFALT-PLOCHA	Combination	-0,000278	0,000195	-0,009332	0,000000	0,000000	0,000000

5.2. Премествания преди фугата между преходна стоманобетонна плоча и баластова призма

Таблица 2

Table: Joint Displacements

Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
			m	m	m	Radians	Radians	Radians
39	IZCH5 - sili fuga PLOCHA-BALAST	Combination	8,039E-06	-0,000051	-0,010114	0,000000	0,000000	0,000000
40	IZCH5 - sili fuga PLOCHA-BALAST	Combination	6,882E-06	-6,810E-06	-0,010355	0,000000	0,000000	0,000000
44	IZCH5 - sili fuga PLOCHA-BALAST	Combination	4,067E-06	0,000037	-0,010115	0,000000	0,000000	0,000000

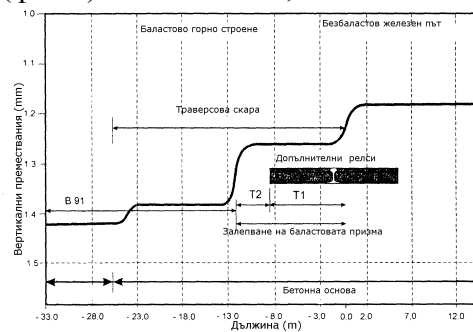
6. ИЗВОДИ

- Подобрява се еднородната структура на конструктивните елементи от горното строене на железния път при различните конструкции железен път в областта на прехода;

- Създадени са изчислителни модели на безбаластов железен път в две преходни области, максимално доближаващи се до действителната работа на системата „конструкция-земна основа“;

- Определени са преместванията преди, след и във фугата на системата „конструкция-земна основа“ на двете преходни области;

- Въпреки различията в еластичните и деформационни свойства в областта на преходните участъци с посочените мероприятия за увеличаване стойността на еластичния модул при преминаване от една конструкция към друга води до намаляване на вертикалните деформации (фиг.8) в тази област;



Фиг.8.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Darr E., Fiebig W., Feste Fahrbahn: Konstruktion, Bauarten, Systemvergleich Feste Fahrbahn – Schotteroberbau, Tetzlaff Verlag, Hamburg, 1999.
- [2] Eisenmann, J., Mattner, L.: Konstruktion und Bemessung von Festen Fahrbahnen, Edition ETR Feste Fahrbahn, 1997, s.18-23.
- [3] Костов К., Отчет по научно – изследователски проект на тема “Изследване на преходните области в горното строене на железния път върху земно платно и изкуствени съоръжения при монолитна подрелсова основа“, София, 2016;

RESEARCH OF THE TRANSITION AREA IN THE UPPER CONSTRUCTION OF THE RAILWAY TRACK BETWEEN SLAB TRACK – SYSTEM FFYS-ATS AND THE BALLAST TRACK

Kosta Kostov, Ivailo Lilovski
kpetrov77@abv.bg , lilovski@abv.bg

*Todor Kableshkov University of Transport, Sofia, 158 Geo Milev Str.
 LIV Project EOOD, Sofia
 BULGARIA*

Key words: slab track, track base plate, sleepers, ballast area

Abstract: In the report examines the transition between slab track base on asphalt concrete and ballast area. Computer models were developed in the field of the transition between asphalt concrete and the reinforced concrete transition slab, as well as between the reinforced concrete slab and the ballast area with stress and deformation.