

ИЗСЛЕДВАНЕ НА НОСЕЩАТА СПОСОБНОСТ НА МОНОЛИТНА ПОДРЕЛСОВА СТОМАНОБЕТОННА ПЛОЧА ПРИ ТРАМВАЕН РЕЛСОВ ПЪТ

Майя Иванова, Невена Бабунска-Иванова, Коста Костов

mai_5e@abv.bg, babunska_n@abv.bg, kpetrov77@abv.bg

*Доцент д-р, гл. асистент, гл. асистент, ВТУ "Тодор Каблешков", 1574 София, ул. "Гео Милев" 158
БЪЛГАРИЯ*

Резюме: Съществуващата практика при градски релсов път е да се приема конструктивно дебелината и армировката на подрелсовата стоманобетонна плоча. В доклада е направен анализ на натоварването от подвижния състав, който е в експлоатация в момента. Извършени са изчисления, в резултат на които са получени действително необходимите размери на бетоновото сечение и армировката.

Ключови думи: трамваен релсов път, стоманобетонна плоча, носеща способност, армировка

ВЪВЕДЕНИЕ

Стоманобетонната плоча на трамвайният релсов път предава натоварването от конструкцията и подвижния състав върху земната основа на по-голяма опорна площ.

Стоманобетонната плоча се изчислява като пространствена система върху еластична основа.

Дебелината на плочата се избира предварително ($h = 15 \text{ cm}$).

Ширината и дължината на стоманобетонната плоча се определят от габарита на пътя и работната фуга на бетона.

При нормално междурелсие 1435 mm размерите на плочата са както следва (фиг.1):

Ширина на плочата – $b = 2.20 \text{ m}$;

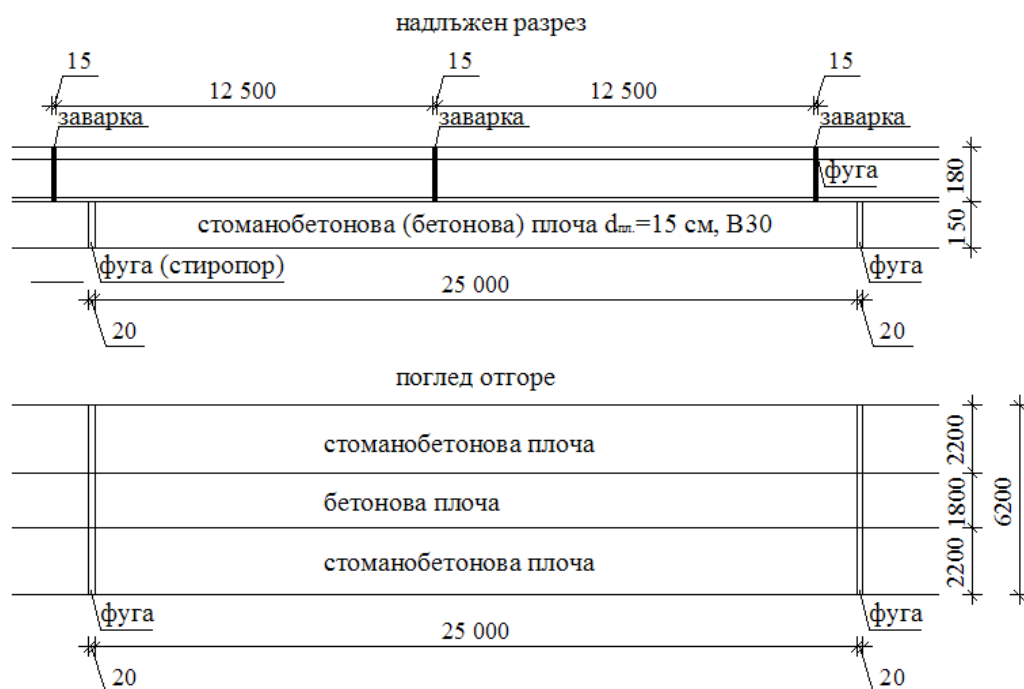
Дължина на плочата – $l = 25.00 \text{ m}$;

Използва се бетон клас В30 – клас по норми и БДС7268, който отговаря на С25/30 – клас по БДС EN 206-1/NA [1], [2].

Стомана А I.

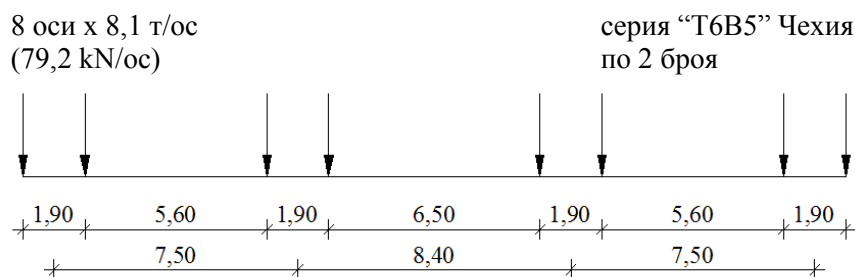
Плочата поема реактивното почвено натоварване и работи подобно на обърната гладка плоча от стоманобетонна подова конструкция. Носещата способност и деформируемост на земната основа зависят от вида на почвата и конкретните геоложки условия.

По изискване на "Правилник с технически изисквания и норми за трамваен релсов път", основната площадка трябва да може да поеме безвредно натоварването – 150 МПа. Модула на еластичност на земната основа се приема $E_0 = 150 \text{ МПа}$.



Фиг.1 Надлъжен разрез и поглед отгоре на стоманобетонната плоча

При оразмеряване на всяка една конструкция се избира най-неблагоприятното натоварване. В случая ще се използва схема на натоварването от подвижния състав за междурелсие $S=1435$ mm за трамвай серия „Т6В5” – Чехия [3].



Фиг.2 Схема на натоварване – $S=1435$ mm

За изследване на стоманобетонната плоча при отчитане на съдействието на пътната конструкция е използван програмния продукт Construction 1.1 [4], [5].

За тази цел приемаме, че плочата е върху еластична основа.

ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА НЕОБХОДИМАТА АРМИРОВКА В НАДЛЪЖНА ПОСОКА

В резултат на направените изчисления с помощта на горепосочения програмен продукт са получени максималните стойности на разрезните усилия:

$$M_{\max} = 13,327 \text{ kN.m} \text{ и } Q_{\max} = 48,5 \text{ kN.}$$

Приети са:

Покритие на армировката $a_s = 3$ cm;

Съпротивление на натиск (призмена якост) на бетона – $R_b = 17 \text{ MPa} = 1,7 \text{ kN/cm}^2$;

Полезна височина на плочата – $h_0 = h - a_s - d/2 = 15 - 3 - 0,5 = 11,5$ cm;

Височина на плочата – $h = 15$ cm;

Диаметър на армировката – $d = 10$ mm;

Ширина на плочата – $b = 220$ cm.

Изчислително съпротивление на опън на армировка AI – $R_s = 225 \text{ MPa} = 22,5 \text{ kN/cm}^2$;

V-108

Коефициент α_0 се изчислява по формулата [6]:

$$(1) \quad \alpha_0 = \frac{M_{\max}}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = 0,027$$

За стойност на $\alpha_0 = 0,027$ от съответната таблица е отчетен коефициента $\eta = 0,985$.

Необходимата площ на носеща армировка се определя по формулата [6]:

$$(2) \quad A_s = \frac{M_{\max}}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = 5,23 \text{ cm}^2/\text{m}$$

За определяне броя на прътите е избран диаметър $\phi 10$ с площ на един армировъчен прът $A_{s1} = 0,785 \text{ cm}^2$, т.е:

$$(3) \quad n = \frac{A_s}{A_{s1}} \rightarrow 7 \text{ бр. } \phi 10/\text{m}$$

Направена е проверка за поемане на напречни сили от бетона.

Изчислителното съпротивление на бетона на осов опън е $R_{bt} = 1,2 \text{ MPa} = 0,12 \text{ kN/cm}^2$.

$$(4) \quad Q_{b,\min} = 0,6 \cdot R_{bt} \cdot h_0 \cdot b = 182 \text{ kN} \\ Q_{\max} = 48,5 \text{ kN} < Q_{b,\min} = 182 \text{ kN} \Rightarrow$$

Въз основа на направените изчисления е видно, че не е необходимо да се поставят стремена, освен по конструктивни съображения.

ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА НЕОБХОДИМАТА АРМИРОВКА В НАПРЕЧНА ПОСОКА

Равномерно разпределения товар е със стойност $q = 33 \text{ kN/m}^2$

➤ Изчисляване на горна армировка

Максималният момент е $M_{\max} = 7,26 \text{ kN.m}$.

Покритието на армировката е $a_s = 3 \text{ cm}$.

Съпротивление на натиск (призмена якост) на бетона – $R_b = 17 \text{ MPa} = 1,7 \text{ kN/cm}^2$;

Полезна височина на плочата – $h_0 = h - a_s - d_1 - d_2/2 = 15 - 3 - 1 - 0,4 = 10,6 \text{ cm}$;

Височина на плочата – $h = 15 \text{ cm}$;

d_1 – диаметър на надлъжната армировка;

d_2 – диаметър на напречната армировка;

Ширина на плочата – $b = 220 \text{ cm}$;

Изчислително съпротивление на опън за армировка AI – $R_s = 225 \text{ MPa} = 22,5 \text{ kN/cm}^2$;

Коефициент α_0 , изчислен по формула (1) има стойност $\alpha_0 = 0,038$.

За стойност на $\alpha_0 = 0,038$ от съответната таблица е отчетен коефициента $\eta = 0,980$.

Необходимата площ на носещата армировка, определена по формула (2) е със стойност $A_s = 3,15 \text{ cm}^2/\text{m}$.

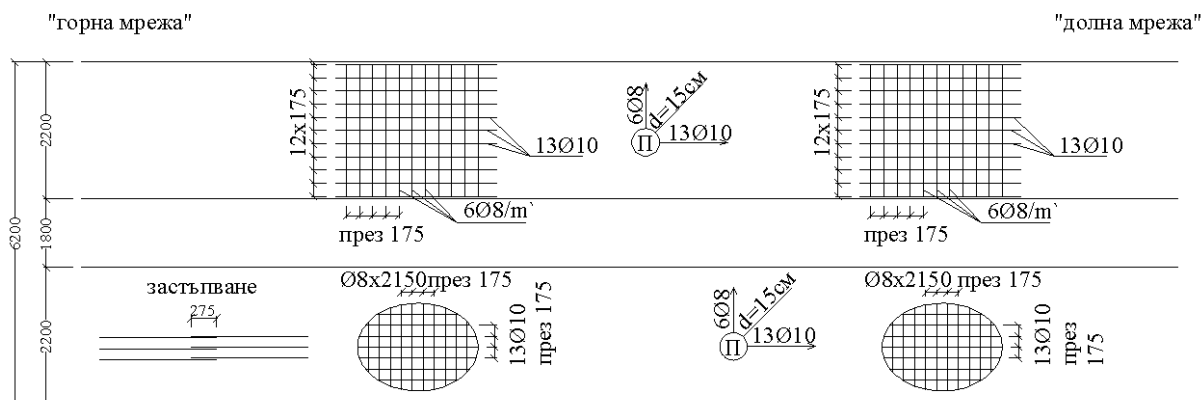
За определяне броя на прътите е избран диаметър $\phi 8$ с площ на един армировъчен прът $A_{s1} = 0,503 \text{ cm}^2$. Изчисления брой пръти по формула (3) е $n = 7 \phi 8/\text{m}$.

➤ Изчисляване на долна армировка

$M_{\max} = 2,02 \text{ kN.m} < 7,26 \text{ kN.m} \Rightarrow$ приети са 7 бр. $\phi 8/\text{m}$.

Приетият начин за армиране на носещата стоманобетонна плоча е с горна и долна армировъчна мрежа в зависимост от разпределението на огъващите моменти. Сечението на армировката във всяка посока не трябва да е по-малко от сечението, определено при минимален процент на армиране. Двете мрежи се поддържат в проектно положение чрез стремена, разположени между тях, с диаметър 10 – 12 mm, най-малко по 2 броя за 1 m^2 от плочата.

Съгласно практиката в момента армировката на плочата се приема съгласно фиг.3.



Фиг. 3 Армировъчен план на горна и долна мрежи

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направените по-горе изчисления се налага извода, че в практиката се прави излишно презастраховане по отношение на носещата способност на стоманобетонната плоча. Това води до излишно оскъпяване при строителството на трамвайни релсови пътища. Причините за появата на множество пукнатини на пътното покритие по време на експлоатация трябва да се търсят в друга посока (недобро отводняване, неправилно дадено надвишение и др.).

Тенденцията за увеличаване дебелината на плочата при запазване на досегашния начин на армиране е неправилна и погрешна.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Норми за проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции, Утвърдени със Заповед № РД-02-14-257 от 1986 г. на КТСУ, обн., ДВ, бр. 17 от 1987 г., изм. № 2, ДВ, бр. 17 от 1993 г., публ. БСА, бр. 1 от 1993 г., изм. № 3, ДВ, бр. 3 от 1996 г., публ., БСА, бр. 8 от 1996 г., изм. № 4, ДВ, бр. 49 от 1999 г., БСА, бр. 7-8 от 1999 г.

[2] Министерство на регионалното развитие и благоустройството, Изменение № 5 на "Норми за проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции" (обн., ДВ, бр. 17 от 1987 г.; изм. № 2, ДВ, бр. 17 от 1993 г.; изм. № 3, ДВ, бр. 3 от 1996 г.; изм. № 4, ДВ, бр. 49 от 1999 г.).

[3] Столична община, Столична компания за градски транспорт – Холдинг ЕАД, Правилник с технически изисквания и норми за трамваен релсов път, София, 2000.

[4] Хубчев Д., Статическо изследване на стоманобетонни конструкции с отчитане действителните коравини на елементите, Сборник доклади XIV-та научна конференция с международно участие "ТРАНСПОРТ 2004", ВТУ "Тодор Каблешков" 2004.

[5] Хубчев Д., Научен проект на тема: Създаване на компютърна програма за статическо изследване на стоманобетонни равнинни рамкови конструкции, ВТУ "Тодор Каблешков", 2006.

[6] Гочев Г., К. Трънка, Е. Дуков, Л. Оксанович, И. Данчев, К. Русев, А. Николов, Ръководство по стоманобетон, Издателство "Техника", София, 2001.

RESEARCH ON SUPPORTING CAPACITY OF MONOLITHIC UNDERRAIL REINFORCED CONCRETE SLAB IN TRAMWAY TRACK

Maia Ivanova, Nevena Babunska-Ivanova, Kosta Kostov

Todor Kableshkov University of Transport
BULGARIA

Keywords: *tramway track, reinforced concrete slab, supporting capacity, reinforcement*

Abstract: *The current practice in tramway track is to accept constructively the thickness and reinforcement of underrail slab. In this report has been done an analysis of the load from the tramway vehicle, which is currently in exploitation. On the base of the performed calculations has been received the required dimensions of concrete sections and reinforcement.*