

## **ВЛИЯНИЕ НА БАЛАСТА ВЪРХУ СЪСТОЯНИЕТО НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ**

**Тошко Русенов**  
[etoshko\\_rusenov@mail.bg](mailto:etoshko_rusenov@mail.bg)

**Висше Транспортно Училище “Тодор Каблешков”, София 1574, ул. “Гео Милев” 158  
БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** горно строене, железен път, баласт.*

***Резюме:** Баласта за железопътните линии оказва голямо влияние върху качеството и здравината на железния път. Във връзка с това към него има редица специфични изисквания. Качеството на баласта е силно повлияно от наличието на замърсители. Един от най-опасните замърсители се явява дребната фракция, която се образува в резултат на триене на баластовите зърна.*

*Конструкцията на горното строене на железния път условно може да се нарече плаваща. Ако параметрите на елементите на железния път в това число релси, скрепления и траверси са избрани и вложени правилно, то баласта е най-слабото звено в тази конструкция.*

### **1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ**

Баластовото легло трябва да бъде изчислено по такъв начин, че натоварването от подвижния състав, предавано от релси и траверси на баласта, трябва да се разпредели възможно най – равномерно в долното строене на железния път. Дебелината на баласта и отводняването на земното платно са главни фактори за нормалното му функциониране. Под действието на натоварването от подвижния състав, трошения камък бива подложен на статични и динамични въздействия.

Баластовото легло трябва да:

- ◆ Поема натиска от траверсите и да го разпределя равномерно върху голяма площ;
- ◆ Да осигури стабилно проектно положение на релсо – траверсовата скара при процеса на експлоатация;
- ◆ Да дава възможност за поправка на пътя в план и профил чрез подбиване и планиране с тежка железопътна механизация;
- ◆ Бързо да отвежда водата, да възпрепятства преовлажняване и пресъхване на горния слой на земното платно, загуба на носещата способност и пропадане;
- ◆ Да осигурява оптимална еластичност на подрелсовата основа, особено при стоманобетонните траверси;
- ◆ Да има ниска електропроводимост, да обезпечавя нормалната работа на автоблокировката, независимо от метеорологичните условия.

Трошеният камък за баласт трябва да отговаря на следните изисквания [1]:

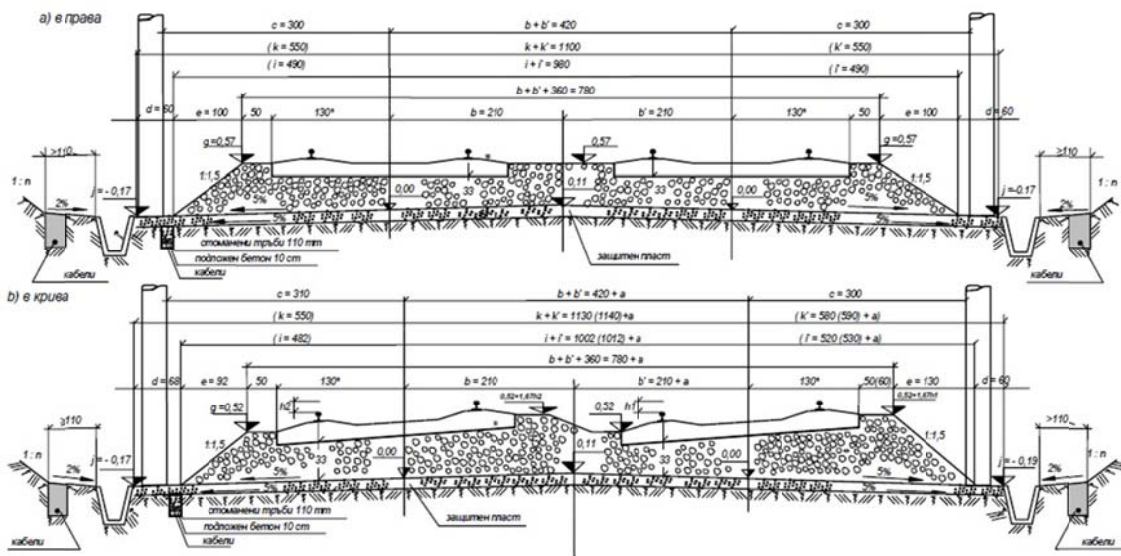
- ◆ устойчивост на атмосферни влияния;
- ◆ висок вискозитет и якост на натиск;

- ◆ отсъствие на примеси влошаващи пропускливостта (глинеща почва и други примеси);
- ◆ наличие на голям брой страни с остри ръбове;
- ◆ висока устойчивост на удар и износване;
- ◆ мразоустойчивост;
- ◆ повърхностно изветряне.

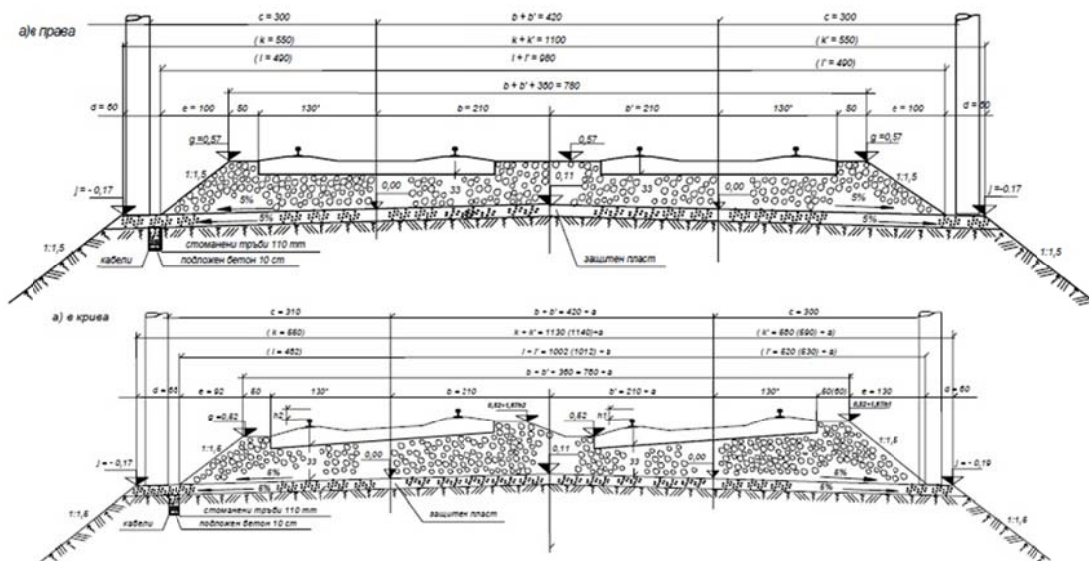
Потвърждението на тези характеристики се основава на изпитванията, предписани стандарти БДС EN 13450:2003+АС:2005 „Трошен камък за жп линии“. Особено подходящи за използване в качеството си на баласт са твърди скали като гранит, базалт, диабаз и др. Меки като варовик, доломит, седиментни скали и др. имат по-ниска якост на натиск.

## 2. КОНСТРУЦИЯ НА БАЛАСТОВАТА ПРИЗМА

На фиг. 1 и фиг. 2 са дадени типови напречни профили на баластовата призма в прави и криви участъци съответно в изкоп и насип [2].



Фиг. 1 Напречен профил за двойна жп линия за скорост 140 – 200 км/ч в изкоп



Фиг. 2 Напречен профил за двойна жп линия за скорост 140 – 200 км/ч в насип

Наклонът на откоса на призмата трябва да бъде не повече от 1:1,5. При баластовото легло, независимо от типа на профила дебелината на баласта под траверсата трябва да бъде достатъчно, за да се избегнат пластичните деформации на основната земна площадка. Широчината на баласта от края на баластовата призма до челото на траверса варира в границите от 40 до 50 см

### **3. РОЛЯ НА БАЛАСТОВОТО ЛЕГЛО**

Остатъчните деформации на баластовия слой се получават от постепенно преподреждане на зърната заради уплътняване на баласта с траверсоподбивни машини, натоварване от пътнически влакове и абразивното износване на частиците. Неравномерните слягания на пътя произхождат от различен натиск в различните сечения в надлъжно и напречно направление. В тази връзка, правилният избор на зърнометричния състав на баласта и размера на баластовата призма играе определяща роля при технико – икономическите показатели на железния път.

Съпротивлението на баластовия слой срещу преместване се обуславя с наличие на вътрешно триене с коеф. на вътрешно триене и заклиняване на зърната по между им.

Напрегнатото състояние и деформациите на повърхността на баластовото легло и основната земна площадка зависят от дебелината на баластовия слой, общата дължина на баласта заедно с предпазния пласт и от вида траверс. При дебелина на баласта по-малко от 20 см се създава напрежение в различни зони под траверсите, в челата на траверсите и др.

Осовото натоварване в Европейските страни е 220 kN, разстояние между траверсите 60 см, ширина на траверсите 26 см и дебелината на баластния слой минимум 30 см. За високоскоростните участъци дебелината трябва да бъде увеличена на 40 см. Ширината на баластовата призма влияе на съпротивлението на преместването на траверсите по надлъжната им ос.

Съпротивлението на преместване е по - силно толкова, колкото повече баласт има пред челата на траверсите.

### **4. КРИТЕРИИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НЕОБХОДИМОСТТА ОТ СРЕДЕН РЕМОНТ**

Замърсяването на баласта се характеризира с два показателя:

- ◆ количество насъбрали се в баластовия слой замърсители като процентно отношение към неговия обем;
- ◆ количество траверси процентно на 1 км път, където баласта е загубил своите филтриращи способности.

Замърсяването на баласта става поради две причини:

- ◆ В резултат износване на баластовите зърна в процеса на неговата работа при преминаване на влакове, а също така при уплътняване с траверсоподбивна машина;
- ◆ В резултат на замърсяване на баласта с частици на превозвания товар, прах, пренасяне от вятъра и водата.

Замърсители на баласт се считат фракции от 0,1 мм до 0,25 мм. При наличие на замърсители рязко се понижава носещата способност и съпротивление на преместване на баластовата призма и се предизвикват деформации на железния път.

Способността на баластовия слой да събира замърсители може да бъде по – малка или равна на неговия обем пори в слоя. Затова е прието максимално допустимо замърсяване – 35%. При достигане на определения процент на замърсяване се

назначава и изпълнява среден ремонт на железен път, включващ задължително пресяване на баластовата призма.

## 5. ОПРОСТЕН МЕТОД НА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЗАМЪРСЯВАНЕ

- ◆ в определените за целта замърсени участъци в протежение на 3 км се взимат не по малко от три проби на баласт;
- ◆ пробите на баласта в състояние на естествена влажност се взимат и в зоната на траверса на дълбочина до предпазния пласт;
- ◆ определя се общата маса на пробата ( $P_0$ ), включваща масата на баласта ( $P_6$ ) и замърсители ( $P_3$ )

$$(1) P_0 = P_6 + P_3$$

$P_3$  – маса на пробата, преминала през сито с отвори 25 мм;

- ◆ Определяне на тегловното замърсяване на баластовия слой ( $C_{3p}, \%$ ) като отношение

$$(2) C_{3p} = \frac{P_3}{P_0} = \frac{P_3}{P_6 + P_3} \cdot 100$$

◆ Определяне на средния процент на замърсяване по километър и за целия участък  
Взаимодействието между тези показатели при различни съотношения на обемното тегло на баласта и замърсителите има вида:

$$(3) C_{3p} = \frac{C_3}{C_3 + \frac{y_6}{y_3}} \cdot 100$$

Където  $C_3$  е обемно съдържание на замърсители (приема се в границите на единица).

Първият критерий за назначаване на среден ремонт на железния път е достигане на 35% замърсяване на баласта. Вторият основен критерий се явява количеството траверси с пропадания и пръскащи локви, които не са отстранени при текущо поддържане.

В участъците от железния път с неустойчива основна земна площадка при недостатъчна дебелина на баластовото легло, а също така при проникване на малки частици в долния слой на баластта с образуване на пропадания се налага усилване на баластовото легло с помощта на геотекстил по цялата ширина на баластовата призма.

## 6. СВЪРЗВАНЕ НА БАЛАСТОВИТЕ ЗЪРНА

В качеството на свързващ материал за баласта могат да се използват:

- ◆ Гъста консистенция - битум, битумни емулсии, съчетани с различни минерални добавки, в това число и гумено-битумна смес или асфалтобетон.
- ◆ Течна консистенция – продукти на основата на водна дисперсия от каучук, стабилизирани със специални емулгатори.

В резултат на обработката на баласта със свързващи материали може да има две места на контакт на зърната в баластовата призма:

- ◆ Образуване на еластично слепващи зони във всичките празноти между отделните зърна;
- ◆ Образуване на еластично слепващи зони само в местата на контакт на зърна на баласта помежду им.

При използване на материали с висок вискозитет като битум, асфалт и др., при механичното му разбъркване с баласта се наблюдава свързващо обгръщане на зърната и пълното запълване на празнотите между частиците му (фиг.3).



**Фиг. 3 Баластови зърна при обработване със свързваща гъста консистенция**

Това възприпятства преместване на изкуствено свързаните частици една към друга, намалява натрупването на деформации и износване на зърната, повишава еластичността на баластовата призма.

При обработване на баластовата призма с течна консистенция се образува еластично полимерно свързване само в местата на контакт на зърната, които също възприпятстват преместване на частиците относително една към друга и износване в местата на допиране на зърната едно към друго (фиг 4).



**Фиг. 4 Баластови зърна при обработване със свързваща течна консистенция**

## **7. ТЕХНОЛОГИЯ НА ИЗПЪЛНЕНИЕ**

Технологията на изпълнение на конструкцията на железния път при използване на смеси от течна консистенция предвижда следното изпълнение:

- ◆ Пресяване на баластовата призма с баластопресевна машина;
- ◆ Демонтаж на железния път с пътеполагащ кран УК 25/18;
- ◆ Изгребване на баластовия слой на дълбочина 20 см с цел понижаване нивото на надлъжния профил с помощта на багер;
- ◆ Подравняване на баластовия слой с автогрейдер;
- ◆ Уплътняване с валяк;
- ◆ Обработване на уплътнения слой със специална смес с помощта на автогудронатор и последващо изсушаване;
- ◆ Полагане на железния път с пътеполагащ кран УК 25/18;
- ◆ Баластирание с хопер-дозаторни композиции;
- ◆ Нивелации на железния път с траверсоподбивна машина.

Технология на изпълнение на конструкцията на железния път при използване на смеси от гъста консистенция предвижда следното изпълнение:

- ◆ Пресяване на баластовата призма с баластопресевна машина;
- ◆ Демонтаж на железния път с пътеполагащ кран УК 25/18;

- ◆ Изгребване на баластовия слой на дълбочина 20 см с цел понижаване нивото на надлъжния профил с помощта на багер;
- ◆ Подравняване на баластовия слой и планиране с автогрейдер;
- ◆ Уплътняване с валяк;
- ◆ Предварително обработен и свързан със сместа баласт се изсипва и подравнява с автогрейдер;
- ◆ Уплътняване с валяк;
- ◆ Полагане на железния път с пътеполагащ кран УК 25/18;
- ◆ Баластирание с хопер-дозаторни композиции;
- ◆ Нивелации на железния път с траверсоподбивна машина.

Натрупването на остатъчните деформации при такава конструкция е почти 3 пъти по – малко в сравнение с традиционната конструкция на железния път.

## 8. ИЗВОДИ

1. Въз основа на гореизложеното може да се отбележи, че свързването на баластовата призма със свързващи материали значително повишава устойчивостта на железния път в план и профил.
2. Замърсяването на баласта до 35% води до планиране на среден ремонт.
3. Свързването на зърната едно към друго възприпяства преместването, намалява натрупването на деформации и износването им, повишава еластичността на баластовата призма.
4. Предложените типове конструкции може да се прилагат при новостроящи се жп линии, където няма ограничение в срока на работа, а също така и в участъците с неустойчиво земно платно.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Технически изисквания за железопътната инфраструктура, София 2012;
- [2] Инструкция за устройство и поддържане на земното платно за жп линии, София 2010;
- [3] <http://www.zdmira.com/>;
- [4] <http://www.vniizht.ru/>.

## IMPACT OF THE BALLAST ON THE CONDITION OF THE RAILWAY

**Toshko Rusenov**  
[toshko\\_rusenov@mail.bg](mailto:toshko_rusenov@mail.bg)

*Todor Kableshkov University of Transport, 1574 Sofia, 158 „Geo Milev” Str.,  
 BULGARIA*

**Key words:** *superstructure, railway, ballast.*

**Abstract:** *: rail ballast has a big influence on the quality and strength of the railway. In this regard thereto has a number of specific requirements. The quality of the ballast is strongly influenced by the presence of contaminants. One of the most dangerous pollutants is a tiny fraction, which is formed as a result of friction of ballast grains. The construction of the superstructure of the track may be conditionally called floating. If the parameters of the elements of the track including rails, sleepers and fastenings are selected and invested properly, the ballast is the weakest link in this structure.*