

СЪСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМИ В КОНСТРУКТИВНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ

Руско Вълков, Тони Грозданов

rvalkov@vtu.bg, t_grozdanov@rail-infra.bg

*ВТУ „Т.Каблешков” София, ул. "Гео Милев" №158
БЪЛГАРИЯ*

***Резюме:** В доклада са посочени основните данни за железопътната мрежа на Р България. Описани са видовете траверси, които се използват у нас със съответните характеристики. Разгледана е статическата схема на траверс на еластична основа и е дадена зависимостта между параметрите на баластовото легло и сечението на траверса. Направен е анализ на съответствието между нарастващата маса и скорости на железопътните возила и масата на железния път.*

Посочени са основните проблеми и частично начини (пътища) за решаването им с цел подобряване на техническото състояние на железния път.

***Ключови думи:** железен път, горно строене, траверси, скрепление, сигурност, безопасност.*

Достигането на високи скорости в съвременния железопътен транспорт е възможно с усъвършенстване на всички негови елементи, но основно на подвижния железопътен състав и железния път. Железният път е основното, фундамента и от неговите качества и състояния зависят скоростта на движение на возилата, допустимото натоварване, безопасност и безаварийност на движението, пропускателната и в значителна степен превозната способност на железопътния транспорт.

Горното строене на железния път, като единна инженерна конструкция от няколко основни елемента (релси, траверси, релсови скрепления и баластово легло) поема въздействията от подвижния железопътен състав и ги предава на земното платно. Горното строене на железния път работи в изключително сложни и тежки условия. Върху него действат както вертикалните натоварвания от преминаващите локомотиви и вагони, а така също и допълнителните натоварвания от колебанията на подвижния състав, хоризонтални сили, възникващи при спиране и ускорение, триене между реборда

на колелата и релсите за направляване на движението, особено в криви; подложено е на въздействието на атмосферните условия: дъжд, сняг, слънце, вятър, колебание на температурите, висока влажност и киселинност в тунелите и др. При всичко това горното строене трябва да отговаря на условия, като здравина, устойчивост, еластичност, икономичност, сведено до минимум текущо поддържане, механизирани и бърз ремонт и др.

От появата на железния път, всички негови елементи непрекъснато се развиват и усъвършенстват. И днес стотици научно изследователски институти и лаборатории в света работят в това направление, търсейки по-висока надеждност, еластичност, дълготрайност и икономичност на конструктивните елементи и на железния път като цяло, за осигуряване на по-високи скорости и по-малко шум при движение, комфорт и сигурност при пътуване.

Железните пътища у нас със съответните направления и пресичания във възловите гари, формират железопътната мрежа на Р

България. Основните технически данни за железопътната мрежа у нас, са както следва:

- ♦ 4 760 km обща разгъната дължина, в т.ч.: 3 688 km са главни и 1 072 km второстепенни жп линии;
- ♦ 271 km криви с радиус по-малък от 300 m;
- ♦ 347 km криви с радиус от 300 m до 500 m;
- ♦ 1 900 km гарови коловози, в това число с междурелсие 1435 mm - 1 863 km; 19 km с междурелсие 760 mm и 30 km с междурелсие 1520 mm;
- ♦ стрелки – 7 700 бр., в т.ч.: 7 520 бр. обикновени стрелки и 250 бр.- специални;
- ♦ 1 694 km безнаставов релсов път или 35,6 % от общата разгъната дължина;
- ♦ 427 km с безподложно еластично релсово скрепление или 9 % от общата разгъната дължина;
- ♦ 185,876 km участъци с релси UIC 60 или 3,9 % от общата разгъната дължина.
- ♦ 1 247 km се експлоатират с проектна скорост, което представлява 34 % от общата разгъната дължина;

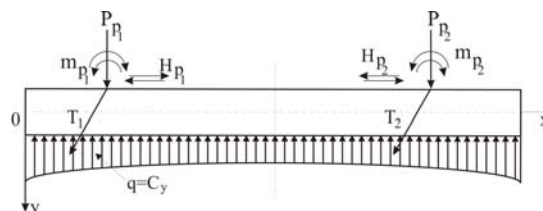
Състояние на железопътната мрежа у нас.

В по-голямата си част, железопътните линии у нас са построени преди повече от 100 год. с геометрични параметри, долно строене и съоръжения за скорости до 100 km/h. Удвоените през последните 20–30 год. участъци също са с ограничени скорости поради геометричните им параметри, състоянието на долното строене (земно платно, насипи, изкопи), съоръженията и коловозното развитие в гарите. Ограничените средства за ремонт на железния път и съоръженията през последните 15 год., доведе до нарушаване на междуремонтните цикли, а оттам и до значително влошаване на техническото им състояние. Изпълнената оздравителна програма за подновяване на 414 km железен път, се реализира за девет години вместо за три, както беше планирана, отново поради ограничени финансови възможности.

До 1990 г. се изпълняваха 250–300 km „подновяване” и по 450–600 km „среден ремонт” на железния път годишно, като сега обемите са значително по-малки. Общата дължина на участъците с просрочени междуремонтни срокове е 2 435 km, т.е. 67 % от дължината на главните железопътни линии, които попадат в транс-европейските коридори. Постоянните намаления за цялата жп мрежа са над 600 бр. с обща дължина около 400 km или 9,7% от общата разгъната дължина, в т.ч. над 450 бр. постоянни

намаления с дължина около 350 km по главните жп линии или 9,8% от общата разгъната дължина на главните жп линии и над 160 бр. постоянни намаления с дължина 100 km или 9,2 % от общата разгъната дължина на второстепенните жп линии. Освен трудностите по своевременното извършване на основните ремонти по железния път и съоръженията, много сериозни проблеми съществуват и при неговото текущо поддържане. Влошаването на техническото състояние на всички елементи на горното строене на железния път – траверси, скрепителни елементи и др., прогресивно нараства. Тревожната тенденция от недостиг на финансиране, прави поддържа-нето на железния път изключително трудно. Разбира се, най-лесният, дългоочакван и невъзможен /в близките няколко години/ вариант е: с наличието на „достатъчно” финансови средства да се извърши подновяване на железния път по нови проекти за оптимизирането му в план и профил, с увеличаване на носещата способност на земното платно, с осигуряване на надеждно отводняване, със заздравяване на насипи и изкопи и при пълна смяна на горното строене с нова конструкция железен път /релси тип UIC60 на стоманобетонени траверси тип „СТ-6” с еластично безподложно скрепление/, а там където условията позволяват да бъде положен безнаставов релсов път.

Траверсите са основен и сравнително скъп елемент на горното строене, като се има предвид тяхната гъстота–1400 до 1800 бр./km железен път и факта, че те са с най-кратък срок на използване. Траверсите, като конструктивен елемент на горното строене на железния път, поемат натоварването от релсите и чрез баластовото легло ги предават на земната основа. В най-общия случай силите действащи на траверса могат да бъдат представени във вида показан на фиг.1.



Фиг.1

Основната характеристика при огъване на траверса като греда с постоянно сечение на еластична основа е величината m ,

$$m = \sqrt[4]{\frac{b \cdot c}{4EI}}$$

където: **b** – широчина (ширина) на траверса;
c – коефициент на основата (на баластовото легло) върху която лежи траверса;
E – модул на еластичност на материала от който е изработен траверса;
I – инерционен момент на сечението на траверса.

В историята на железните пътища са известни различни конструкции релсови опори и разнообразни материали за тяхното изготвяне. В началото за релсови опори са използвани отделни подпори, надлъжни трупи, напречници (получили най-широко разпространение) и цялостни подпори, материалите за тях – дърво, камък, метал, стоманобетон. Надлъжните подпори (опори) са използвани на първите железни пътища, но не са намерили широко приложение, поради недостатъчната устойчивост на пътя. И сега като изключение се използват в метрополитена и железопътната мрежа на Франция на метални мостове, където надлъжните опори са закрепени към конструкцията на моста.

Най-широко разпространение са получили дървените траверси, които и в настоящия момент са между 80-90 % от всички вложени в железния път траверси в световен мащаб. Повсеместното им използване е благодарение на ценните качества, които те притежават: висока еластичност на материала, смекчаващ ударно-динамичното въздействие от вертикалните и хоризонтални сили; достатъчно голямо триене с баласта, създаващо значителна устойчивост на пътя в надлъжна и напречна посока; възможност за използване на траверсите при различни междурелсия и разширения в криви; възможност за използване на сравнително прости начини за свързване с релсите; достатъчно електрическо съпротивление, поради което не се налага използване на специална допълнителна изолация при електрическите релсови вериги; възможност за извършване на малки ремонти и подмяна на отделни траверси при текущо поддържане на пътя; сравнително бързо и лесно производство; най-малко тегло в сравнение с всички останали видове, което улеснява транспортирането и товароразтоварните процеси; сравнително ниска стойност.

Успоредно с тези качества дървените траверси имат и сериозни недостатъци. Основният от тях е, че те имат относително кратък срок на използване, определен от гниенето на дървесината под въздействие на неблагоприятните атмосферни условия. Този недостатък не бива да се счита като абсолютен, поради възможностите за увеличаване на срока на използване чрез обработка на траверсите преди влагането им в пътя с антисептични средства. В Европейските страни срока на използване на дървените траверси достига 25-27 години, а в САЩ, в следствие на прилагането на нови технологии при сушене и импрегнация, срокът на годността надхвърля 30 г. Опитът показва, че възможностите за увеличаване на този срок съвсем не са изчерпани. В процеса на експлоатация дървените траверси съществено изменят физическите си качества, които обуславят еластичността и здравината им. При износването си те променят първоначалната си геометрична форма и размери (в подрелсовото сечение), а с това и твърдостта, издръжливостта и съпротивлението на огъване. В междуремонтните периоди се налага усилване и смяната на единични траверси, при това често от различен тип. Всичко това обуславя разлика в еластичните характеристики на подрелсовата основа. При износени и изгнили дървени траверси по-трудно се поддържа междурелсието и връзката с релсите. Към тези недостатъци се прибавят и почти изчерпвания ресурс от дървесина в повечето Европейски страни, както и използването ѝ за други цели и производства, където се оказва незаменима – производство на хартия, мебели, химическа промишленост и др. Всичко това насочва специалистите по железен път към търсенето на нов вид траверси, изработени от друг материал. Дори и след създаването и използването на най-ефективни антисептични средства за обработка, които удължават „живота“ на дървените траверси 4-5 пъти, в сравнение с обикновените импрегниращи вещества, търсенето на нов вид траверси не се преустановява.

Във втората половина на XVIII в. (1870-1880г.) почти едновременно в редица страни, предимно Европейски, започват опити за използване на метални траверси. Голямо количество метални траверси са произведени в Русия в началото на XIX в. (1900г.), при възникналата тогава криза в металургичната

промишленост. Целта обаче се оказва не в интерес на правилното решение на проблема с траверсите, а се изхожда основно от стремежа да се осигури производство и поддържане на нормално ниво на този отрасъл на промишлеността. В същото време цената на дървените траверси е доста по-приемлива, поради което и по икономически причини металните траверси не намират широко приложение в Русия. Това е свързано и със значителния горски ресурс в тази страна.

Най-широко разпространение, металните траверси са получили в Германските железници. В края на втората световна война 35% от железния път в Германия е на метални траверси. Срокът им на използване е бил над 40 г. Причините за подмяната им са корозията на метала и деформирането им в мястото на прикрепване към релсите.

Освен по-дълъг срок на използване, металните траверси в сравнение с дървените притежават и други предимства. Благодарение на коритообразното си сечение, обхващат голям обем баласт, в следствие на което имат значително по-голямо триене с баласта и осигуряват по-добра устойчивост на пътя, както по ниво, така и по ос. Свързването с релсите е по-здраво, което осигурява стабилно междурелсие на железния път. Металните траверси дори „излизайки от строя“ запазват около 30-40% от стойността си. Многогодишният практически опит показва и редица сериозни експлоатационни недостатъци на металните траверси: уплътняването на баласта под траверсите е значително по-трудно и по-скъпо; при преминаване на пътнически вагони с по-висока скорост, движението е съпроводено със силен и неприятен шум, в следствие на твърдото закрепване на релсите към металните траверси и разполагането на баласта само на няколко милиметра под тях, същия се раздробява и износва по-интензивно. Това изисква по-голям обем и дебелина на баластовия слой, по-изчистен и сух баласт, извършването на частични ремонти при повреда на метални траверси е по-сложно и трудно, в сравнение с дървените. Като добри проводници на електрическия ток, на участъци с автоблокировка и при изолирани релсови вериги, изискват специална и скъпоструваща изолация, поради което за такива участъци не се препоръчват.

Значителна част от горепосочените недостатъци са избегнати с конструирането и

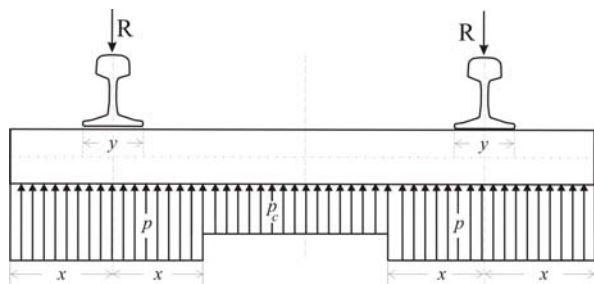
прилагането на ново поколение метални траверси - Y траверси, при които е променена формата и напречното сечение. Този тип траверси са обект на специално изследване.

Ограничената употреба на метални траверси и все по-нарастващия дефицит на дървесина и неефективното ѝ използване за траверси, доведе до търсенето на свършено нов вид траверси – стоманобетонните. Основна причина за тяхното използване е и необходимостта от определено съответствие между нарастващите маса и скорости на железопътните возила и масата на железния път.

Освен замяната на дефицитната дървесина, като предимства на стоманобетонните траверси могат да се посочат по-голямата им дълготрайност – до 40-50г., почти напълно изключената необходимост от единични смени, по-голяма устойчивост на железния път срещу странични и други премествания особено важно за безнаставовия релсов път, почти непроменящо се физическо състояние за целия срок на използване, предопределящо непроменящи се характеристики на пътя, стабилно междурелсие, възможност за придаване на форма, съответстваща на конкретните условия и действащи сили, икономия на метал, спестен от свързването с релсите, съществено снижение на разходите за текущо поддържане и ремонти. В сравнение с дървените траверси, стоманобетонните са по-тежки, с по-висока електропроводимост, железния път е с по-малка еластичност, износването на останалите елементи на горното строене е по-голямо, изискванията към баластовото легло са по-големи, значително по-трудна е смяната на единични траверси, когато това се налага.

Отчитайки значително по-голямото тегло на стоманобетонните траверси и от там на цялата конструкция на горното строене на железния път, някои специалисти по подвижен железопътен състав са предполагали, че движението на возилата с по-високи скорости по такъв път ще бъде по-плавно, отколкото при път с дървени траверси. Измерванията на колебанията на подвижния състав обаче не потвърждават тези предположения. Колебанията на подвижния състав и при двата вида път, практически са еднакви. Опитът показва, че няма отрицателно влияние върху возилата от използването на стоманобетонните траверси в железния път.

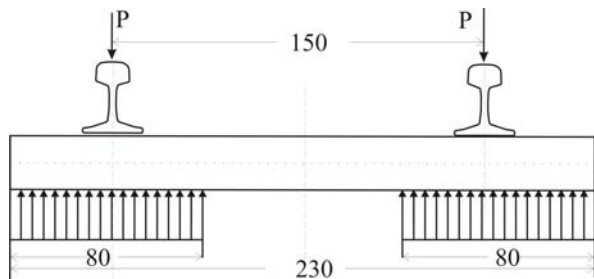
Статическата схема на траверсите е греда подпряна на еластична опора. Точното разпределение на силите въздействия върху траверсите и съответните опорни реакции е доста трудна задача. Затова практически се приема такава разчетна схема, която достатъчно точно и пълно отразява работата на траверса в пътя. Понякога с цел максимално улеснение се приема линейно разпределение на реактивното натоварване по цялата дължина на траверса. В Британския стандарт се използва схемата дадена на фиг.2.



Фиг.2

При тази схема реактивното натоварване в средната част на траверса условно се приема от $\frac{1}{2}$ до $\frac{1}{4}$ от това в подрелсовата част.

Разчетната схема на стоманобетоните траверси в Германските железници е посочена на фиг.3.



Фиг.3

У нас в железопътната мрежа се намират над 11 600 000 бр. различни по вид траверси, от които дървени са около 3 000 000 бр., стоманобетонени 7 600 000 бр. и стрелкови около 400 000 бр. За съжаление трябва да отбележим, че вложените стоманобетоните траверси които са в експлоатация, не се свързват с някакъв технологичен прогрес. Напротив в близо шестдесет годишното си съществуване във всички видове стоманобетоните траверси /без СТ6/, се повтаря един и същ технологичен недостатък, а именно връзката между траверса и подрелсовото скрепление. Този недостатък десетки години на ред е сериозен консуматор на значителни средства за текущо поддържане.

Подделенията отговарящи за техническата изправност на железопътната инфраструктура и експлоатацията ѝ в условията на безопасност, се сблъскват ежедневно с проблеми свързани с възела на скреплението, респективно с осигуряване на необходимото междурелсие. Поради постоянния недостиг на финансови средства необходим за подмяната на траверсите, масово се влагат различни варианти на „обтяжки“, които фактически не решават технологичния проблем допуснат в средата на миналия век. Разходите за „обтяжки“, които се заделят в тази насока единствено „крепят“ железния път на ръба на експлоатационната годност. Многогодишният експлоатационен опит доказва, че от съществуващите траверси от типа „СТ-4“, над 700 000 бр. със скрепление „ПАК-68И“ са напукани и с разбити гнезда на анкерния болт, което надвишава 9% от вложените в пътя. Значителни по дължина са участъците от железния път с масово компрометираното твърдо скрепление „ПАК-68И“ (изолационните и уплътнителни втулки са деформирани, анкерните болтовете са завъртени или скъсани, ребровите подложки са счупени, голям брой от здравите са с елипсовидни отвори и счупени пружинни пръстени, което от своя страна позволява напречно и надлъжно изместване на релсовите нишки). В такива участъци можем да кажем, че обтяжките дават минимален резултат. Но не така стои въпроса със сигурността в местата с вложени траверси от типа СТ4-Т и СТ4-Д. В криви с радиуси по-малки от 500 m се наблюдава масово скъсване на един и повече тирфони, с което неминуемо се създават предпоставки за увеличаване на междурелсието. Поставянето на „обтяжки“ в такива участъци може да въведе техническите лица по поддържане на железния път в заблуждение от гледна точка на безопасността, тъй като напреженията във все още „здравите“ тирфони нарастват пропорционално на скъсаните /неподлежащи на подмяна/.

Характерът на техническите проблеми /особено в междурелсието и възела на скреплението/, налага изпълнение на голям обем ремонти по горното строене на железния път, което изисква сериозни инвестиции в следващите години. Осигурените на този етап средства не позволяват това да бъде изпълнено, а икономическата криза в световен мащаб се очаква да се преодолее след 2012 год., което неминуемо води до констатацията, че е необходимо още днес да бъдат определени техническите мерки за безаварийна експлоатация в тези тежки условия. Сега когато товаронапрежението по железопътната инфраструк-

тура е достигнало исторически спад, е необходимо търсене и реализиране на технологични иновационни решения с минимални инвестиции, които не само да поддържат железния път в „границите на техническите норми”, но и да му дадат „конструктивен живот” за близките 10-15 год.. Множеството от типове траверси, могат да бъдат сравнително лесно адаптирани, с новите технически възможности с еластични системи. Към „днешна дата”, проявената остра нуждата за адаптиране на тези видове траверси ще позволи тяхното „възраждане”, ще им придаде еластичност и разбира се трайно ще реши проблема с междурелсието.

Железницата е една единна система, чиито елементи е необходимо да работят в сътрудничество, изменението на един компонент е в състояние да създаде дисбаланс в поведението на железния път. Ето защо, проучванията и проектите в това отношение от научни колективи и институции, търсещи решения за сигурността на железния път са повече от полезни, с надежда за появата и на съвършено нов тип български стоманобетонен траверс, който да доведе до технологично-иновационно развитие на железопътния транспорт в България с голям икономически

ефект, който не на последно място е особено важно в условията на икономическа криза.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Золотарский А.Ф., Балашов А.А., Исаев Н.М., Серебренников В.В., Федулов В.Ф., Железнодорожный путь на железобетонных шпалах, Транспорт, Москва, 1967.

[2] Золотарский А.Ф., Серебренников В.В., Берг О.Я., Шестоперов С.В., Вериго М.Ф., Железобетонные шпалы, Государственное Транспортное Железнодорожное Издательство, Москва, 1959.

[3] Събев М., Подържане и ремонт на железния път, Техника, София, 1985.

[4] Наредба № 55 от 29.01.2004 г. за проектиране и строителство на железопътни линии, железопътни гари, железопътни прелези и други елементи от железопътната инфраструктура /Обн.-ДВ,бр.18 от 05.03.2004 г.; попр., бр. 20 от 12.03.2004 г.; попр., бр. 42 от 21.05.2004 г./; Издадена от министъра на регионалното развитие и благоустройството и министъра на транспорта и съобщенията

STATUS AND PROBLEMS OF THE CONSTRUCTION ELEMENTS OF THE TRACK

Valkov Rusko, Grozdanov Tony

rvalkov@vtu.bg, t_grozdanov@rail-infra.bg

*Higher School of Transport T. Kableshkov, Sofia, 158, Geo Milev Str.,
BULGARIA*

Keywords: rail, superstructure, sleepers, sub-assembly, security, safety.

Abstract: The types of sleepers used by us in the endpoints are described. The static scheme of a sleeper on an elastic base is examined and the relation between the parameters of the ballast bed and the section of the sleeper is shown. An analysis of the correlation between the increasing weight and speed of the rail vehicles and the weight of the track is made.

Listed are the main problems and partially the ways to deal with them in order to improve the technical condition of the track.