

ОСНОВНИ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИ КОНСТРУИРАНЕ НА ПЪТНИЧЕСКИ ВАГОН ОТНОСНО ОСИГУРЯВАНЕ НА ПАСИВНАТА БЕЗОПАСНОСТ

Венелин Павлов

vpavlov1718@gmail.com

**ВТУ „Тодор Каблешков“, София 1574, ул. „Гео Милев“ №158
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи – регламенти, изисквания, технически решения, жп произшествия, пасивна безопасност.

Резюме: Основните направления на пасивната безопасност при пътнически вагон е се залага да бъдат заложен при проектирането, изграждането, пускането в експлоатация и самата експлоатацията от железници чрез единни регламенти и изисквания по безопасност.

В публикацията са разгледани регламенти и изисквания по безопасността в международния и вътрешния жп транспорт, както и процеси на разследвания и причини за възникването на жп произшествия.

Анализират се технически решения за осигуряване на пасивната безопасност на пътнически вагон и предпоставките за възникване на железопътни произшествия. Направени препоръки са адресира до компетентни органи и до всички заинтересовани участници в събитието.

1. Въведение

Така например проблемите за пасивна безопасност на пътнически вагони се третира при съблюдаване на нормативните документи на ЕС, на първо място Техническата спецификация за оперативна съвместимост (ТСОС) по отношение на подсистемата „Подвижен състав“ — „Локомотиви и пътнически подвижен състав“ на трансевропейската конвенционална железопътна система (нотифицирано под номер С(2011) 2737) [23]. Тази ТСОС е приложима за всички единици с изключение на единиците, които не са предназначени за превоз на пътници или персонал по време на експлоатация, и с изключение на „Движещите се по релси железопътни машини“ — ДРЖМ (On track machines — OTMs) са возила, специално проектирани за изграждане и поддържане на линиите и инфраструктурата. Освен това единици, които не могат да развият скоростите на сблъсък, посочени в някой от сценариите на сблъсък по-долу, са изключени от разпоредбите, свързани с въпросния сценарий на сблъсък.

Пасивните мерки за безопасност са предназначени да допълнят активните мерки за безопасност, когато всички други мерки са изчерпани.

За тази цел механичната конструкция на возилата трябва да отговаря на изискванията към конструкцията на кошовете за железопътно превозно средство [24] и

да осигурява предпазване на намиращите се в него лица в случай на сблъсък, като осигурява средства за:

- ограничаване на отрицателното ускорение,
- запазване на пространството за оцеляване и конструкционната цялост на обитаемите помещения,
- намаляване на риска от качване на вагоните един върху друг,
- намаляване на риска от дерайлиране,
- ограничаване на последствията от удар в препятствие по релсите.

С цел изпълнение на тези функционални изисквания, единиците трябва да съответстват на подробните изисквания, посочени в стандарт EN15227:2008+A1:2010 [14] за проектна категория за удароустойчивост C-I (съгласно таблица 1 от EN15227:2008, раздел 4), освен ако по-долу е посочено друго.

Ще бъдат разгледани следните четири базови сценария на сблъсък:

- сценарий 1: челен сблъсък между две еднакви единици.
- сценарий 2: челен сблъсък с товарен вагон,
- сценарий 3: сблъсък на железопътен прелез на единица с голямо моторно превозно средство,
- сценарий 4: сблъсък на единицата с ниско препятствие (например кола на железопътен прелез, животно, скала и т.н.).

Тези сценарии са описани в таблица 2 в раздел 5 от стандарт EN15227:2008.

В рамките на обхвата на настоящата ТСОС, правилата за прилагане са допълнени от следното:

- прилагането на изискванията, свързани със сценарии 1 и 2, за тежкотоварни теглещи локомотиви, използвани само за товарни операции и снабдени с централни спрягове, които съответстват на принципа на Уилсън (e.g. SA3) или на Джени (стандарт AAR), предназначени за експлоатация по линиите на CR TEN, е открит въпрос,
- оценката на съответствието на локомотиви с централни кабинни с изискванията, свързани със сценарий 3, е открит въпрос.

Елементите които възприемат първи ударите на железопътното возило при съударяне са буферите. Това е и една от причините много учени да се занимават с проектиране и изпитване на буферни конструкции и техните характеристики [1,2,3,4,5,6,7,8,9].

Crash технологиите, използвани в локомотиви, товарни и пътнически вагони са насочени към повишаване на безопасността. Употребата на такива технологии в някои видове релсови превозни средства се изисква от фишове на UIC [17]. Буфера с „crash” технология поглъща голяма част от енергията на удара в необратим процес, като по този начин увеличава безопасността на хората, товара и превозното средство [14,15].

2. Преглед на "crash" елементи на буферни конструкции

Разработени са много буфери, оборудвани с модули "crash". Тези модули използват ефекта на постоянно пластично деформиране:

- чупещи елементи от корпуса на буфера;
- разширяване (пластично) или форсиране на тръби (тръба в тръба система);
- рязане на тръби (пилинг технология) и
- деформация на допълнителни елементи като кутия.
-

2.1 . "Crash" елементи - чупещи елементи от корпуса на буфера

Тази система е известна в две разновидности – чупещи една и две области на външната втулка от корпуса на буфера, което трябва да се съобрази при проектирането на подвижния състав с цел по добри технически решения в областта на пасивната безопасност .

Crash EST буфер съчетава стандартен буфер на железопътните превозни средства и „crash” елемент за поглъщане на енергията - елемент за деформация в един-единствен компонент. Елемента с допълнителната функция за деформация, е интегриран в корпуса на буфера, така че не се изисква допълнително пространство, дори и след деформация. Външните размери и размерите на опорните фланци са идентични с тези на стандартен буфер по фиш UIC 526-1. С планираната деформация на корпуса на буфера, 10 до 20 пъти повече енергия се абсорбира отколкото в стандартния конвенционален буфер. Това съответства на максимални скорости на удар между железопътните возила на около 30 km/h. При сходни условия, максималната скорост на удар с традиционни, конвенционални буфери е около 10 km/h.

2.2."Crash" елементи - разширяване (пластично) или форсиране на тръби (тръба в тръба система)

Принципът на TSB технология използва явлението на пластично разширяване (или подвижен в някои конструкции) от метална тръба със специален инструмент за разширяване.

Основните елементи на този тип буфери са TSB поглъщаш апарат и деформационна област (област с пластична деформация). Ефективността на описания метод за абсорбиране на енергия дава възможност за вграждане в буфера допълнителен модул, като обща дължина на буфера не се различава значително от дължината на стандартен буфер. Освен това, по време на удар е възможно хода да достигне 275 mm.

В изискванията на OTIF се прави разлика между нивото на абсорбираната енергия за новопостроени вагони (400 kJ) и нивото за вагони, които в момента са в употреба (250 kJ).

2.3."Crash" елементи – система с рязане на тръби (пилинг технология)

Разработеният „crash” модул от AXTONE използва уникална техника за поглъщане на енергия въз основа на рязане на метал. Тази технология позволява проектирането на буфер, при който степента на абсорбираната енергия може да се контролира в широк спектър. Енергията на удара се абсорбира чрез остатъчна деформация на лента от стомана, отрязана от буферното тяло, чрез промяна на механичната енергия в топлинна енергия. Нивото на абсорбираната енергия зависи от размера на крайната лента, широка гама от корекция в зависимост от нуждите на конкретното приложение. Ефективността на тази иновативна технология дава възможност за усвояване на над 1 MJ енергия, като същевременно се запази габарита на типични буфери категория C, в съответствие с UIC 526-1.

2.4."Crash" елементи – деформация на допълнителни елементи като кутия

"Crash" елементите, основаващи се на деформация на допълнителни елементи като кутия са буфери са EST с деформационна система Duplex G1.A1.

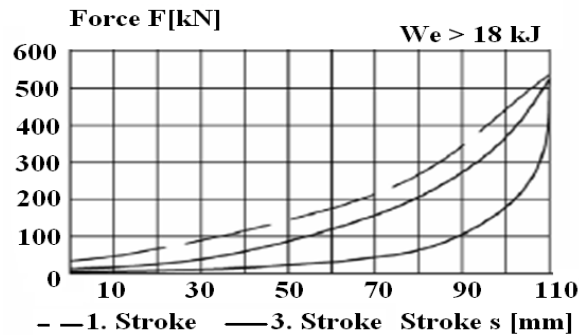
2.5.Конструкция буфер с "Crash" елементи – в експлоатация на Българските Държавни Железници

От април месец 2013 г. В експлоатация се намират буфери с "Crash" елементи монтирани на спални вагони, производство на TUVASAS, Турция., ТИП R1-200 M/S/ST (фиг.1). На фиг.2 е показана статичната характеристика на посочения по-горе буфер, а

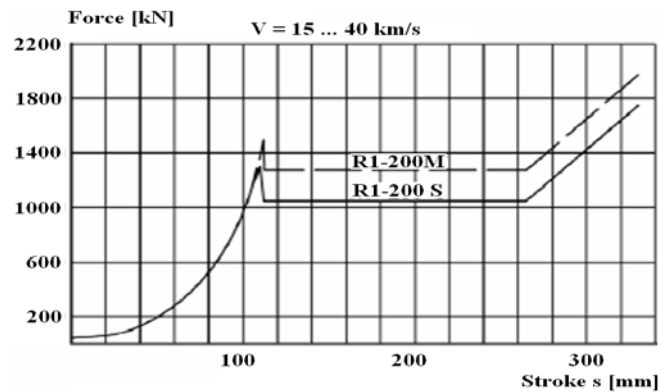
на фиг.3 е показано динамичното натоварване по време на стълкновението на EST ударния буфер.



Фиг.1. Снимки на буфер ТИП R1-200 M/S/ST.



Фиг.2. Статична характеристика EST ударен буфер R1 в нормален режим (буферна функция) [12]



Фигура 3: Свойствата на силата и пътя използвани от високото динамично натоварване по време на стълкновението на EST ударния буфер.

EST Ударен буфер R1 се характеризират с:

- Прогресираща характеристика, ниска мощност, съвместимост с различни превозни средства.
- Буферната глава е изработена от висок износоустойчив сферо гранитен чугун с ниско износване и нисък коефициент на триене.
- Полимерната пружина не се нуждае от поддръжка/обслужване.
- Плъзгащите повърхности от вътрешната страна са нечувствителни към замърсяването.
- Динамичната стабилизация на буферната пружина е с висок капацитет на поглъщане на енергия при минимално изисквания 25 kJ по UIC.

Използва се пружинна система DUREL ®DR 20 на фирмата DUREL GmbH , Ingelbach (Германия)

Пружината е еластичен материал на основата на полиетилен или полиестера (ТЕЕЕ) от семейството на термично пластичния еластомер. Долу указаните преимущества правят удобна пружината да се използва като EST Ударен буфер R1:

- Висока енергийна плътност, компактни монтажни размери;
- Висок енергиен резерв по абсорбиране, минимум 18 kJ срещу изискването на UIC (10kJ) или 25 kJ (din.), което е експериментално доказано;
- Висока товароносимост;
- Дълъг срок на използване (обикновения срок на типичното използване: 20 години);
- Не се нуждае от поддръжка;
- 100 % рециклиране;
- Пълно съответствие с изискванията на UIC 528.

Общо всеки ударен буфер може да консумира около 300 kJ енергия (версия R1-200 S), т.е. 30 пъти по-вече, отколкото се изисква по абсорбирането на обратната енергия по условията на UIC 528 и 10 пъти по-вече от изискваната от пътнически вагон по условията на UIC 526-1.

Ако EST ударният буфер не е достигнал блоковото състояние, освен измененията в ударния буфер няма възможност за щети, както в собственото превозно средство така и в противоположното превозно средство.

В повечето част на ударната скорост (15 ... 40 km/h) типичните характеристики на силата и пътя на EST ударния буфер остават неизменени без значителна скоростна зависимост. EST ударният буфер е проектиран за сценарии с по-високи скоростни стълкновения на многостепенчатите деформираните системи, подходящ е и като предварителен и като резервен (например в кормилните средства EST деформационната система е DUPLEX).

3. Проектиране на "Crash" елемент – съобразно изискванията на UIC

3.1.Описание на предлагания буфер с повишено енергопоглъщане и "crash" елемент

Предметът на настоящата разработка е проектирането на буфер с повишено енергопоглъщане и "crash" елемент, който може да бъде монтиран на товарни вагони.

Предложената конструкция на корпуса се състои втулка външна и втулка вътрешна, които са "crash" елемента, поглъщаш апарат, състоящ се от 7 пакета DURAL, ос и талер.

При удар в буфера еластичния ход се реализира от свиването на 7-те пакета DURAL, като хода е 105 mm. Подходящата обработка на вътрешните повърхности на втулка външна и втулка вътрешна регламентира отслабване на сечението на корпуса и поява на пластична деформация. При изчерпване на еластичния ход от 105 mm отслабените сечения на двете втулки съвпадат.

4. Заключение:

При конструиране, строителство и експлоатация на пътнически вагони в рамките действащите нормативи на ЕС и на световни достижения, както и на всеобщата тенденция за повишаване скоростта на движение, се утвърждава изводът, че понастоящем приоритет на направление за пътническите превози е повишаване на пасивната им безопасност чрез изграждане на краш системи най-малко в 2 степени при отчитане на утвърдени допустими надлъжни натоварвания за намиращите се в експлоатация съвременни конструкции пътнически вагони и за новостроящите се такива. Обосновани са основните параметри (сила и приблизителна енергопоглъщаемост) на 1-та и 2-та краш системи на пътнически вагони. Набелязани са

някои „висящи” за сега въпроси подлежащи на уточняване на базата на консенсус и/или изследвания.

Основната цел при извършване на разследвания и причини за възникването на жп произшествия е установяване на причините при възникнали произшествия и инциденти, идентифициране и издаване на ефективни препоръки за повишаване нивото на безопасността в железопътния транспорт. Процеси при разследвания и причини за възникването на жп произшествия следва да се обобщават в доклади съгласно различни регламенти и изисквания. В окончателния доклад се формулират хронологията на събитията, действията на персонала, материални щети, убити и ранени (пътници и/или персонал), анализ на събитието, обстоятелствата и причините за възникване на събитието и при необходимост се дават препоръки за взимане на мерки за повишаване нивото на безопасността и недопускане на други събития от подобен характер. Докладът с препоръките се адресира до компетентни органи и до всички заинтересовани участници в събитието.

Анализирането на различни жп произшествия причинени от ударите на железопътното возило при съудряне са важен елемент при разработване на технически решения относно осигуряване пасивната безопасност и избора на технически решения при конструирането на пътнически вагони.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Petrović D., Dynamic of impact of wagons, Zadu`bina Andrejević, Beograd, 2001
- [2] Petrović D, Rakanović R, Šoškić Z, Stress and strain waves at impacts of Waggon, XIII International Conference Transport, 13-14 novembar, Sofija, Bugarska, 2003, str. 143-148
- [3] Petrović D, Rakanović R, Šoškić Z, Waggon impact coefficient of restitution, XII International Conference Transport, 14-15 novembar, Sofija, Bugarska, 2002, str. 181-184
- [4] Petrović D., M. Bičić, M. Đelošević, R. Rakanović IDENTIFICATION OF WAVE PHENOMENA AT WAGONS IMPACT, НМ 2011, Kraljevo, 2011
- [5] Врангова В., Топалов С. Повишаване ефективността на буферите за подвижния железопътен състав, сп. Железопътен транспорт, кн. 3, с. 19-23, С. 1984
- [6] Караджов Т. Димитров Ж. Вагони, Техника, С., 1988
- [7] Стоилов В., М. Комитовски, И. Ангелов. Буфер за жп вагони с висока енергопоглъщаемост. Трета международна научна конференция по ДВГ, АТК и ПЖПС, МОТАУТО"96, Варна 26-28.09. 1996
- [8] Стоилов В., М. Комитовски, И. Ангелов. Възможности за производство на буфери за жп вагони с висока степен на енергопоглъщане. С., Железопътен транспорт, 3/1998
- [9] Стоилов В. М. Анализ на техническите изисквания и тенденции за развитие на буферите за жп вагони. С., Железопътен транспорт 2/1998
- [10] Ружеков Т. Г. Определяне на деформационната характеристика на гумени ресорни елементи, Годишник на НИИ по ЖПТ, с. 34-49, С., 1964
- [11] Ружеков Т. Г. Използване на металогумени пакети на теглично-отбивачни съоръжения за железопътни возила, сп. Железопътен транспорт, кн.4, с. 17-19, С. , 1967
- [12] Конструктивна документация на TUVASAS
- [13] Ружеков Т. Г. Пенчев Ц., Димитров Е. Теория и конструиране на железопътна техника, С. 2010
- [14] EN 15227:2008+A1:2010: Railway applications – Crashworthiness requirements for railway vehicle bodies [Required by Directive 2008/57/EC]
- [15] EN 15551:2009+A1:2010: Railway applications - Railway rolling stock-Buffers [Required by Directive 2008/57/EC]
- [16] Статични и динамични (ударни) изпитания в “НИИТ”, 1990-1995

- [17] UIC 526-1; 526-3; 528; 573
- [18] <http://www.railway-technology.com/contractors/brakes/durel/>
- [19] <http://www.durel.de/EN/>
- [20] <http://www.minerent.com/products>
- [21] Решение 2006/861/ео на комисията от 28 юли 2006 г.
- [22] www.INNOVA-SysTech.com
- [23] COMMISSION DECISION of 26 April 2011 concerning a technical specification for interoperability relating to the rolling stock subsystem — ‘Locomotives and passenger rolling stock’ of the trans-European conventional rail system (notified under document C(2011) 2737)
- [24] EN 12663-1:2010: Railway applications - Structural requirements of railway vehicle bodies - Part 1: Locomotives and passenger rolling stock (and alternative method for freight wagons) (Железопътна техника. Изисквания към конструкцията на кошовете на железопътното превозно средство. Част 1: Локомотиви и пътнически подвижен състав (алтернативен))
- [25] Национален статистически институт, РБългария <http://www.nsi.bg>.

MAIN DIRECTIONS IN THE CONSTRUCTION OF PASSENGER WAGON ON PROVIDING PASSIVE SAFETY

Venelin Pavlov
vpavlov1718@gmail.com

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

***Key words** - regulations, requirements, technical solutions train incidents, passive safety.*

***Abstract** - The main directions of passive safety in passenger wagon bet is to be set in the design, construction, commissioning and operation of railways itself through one regulation and safety requirements. The publication reviewed regulations and requirements for safety may in domestic and international railway transport, as well as processes of investigation and causes of train incidents. Analyze technical solutions to provide passive safety of passenger wagon and prerequisites for the emergence of rail proishestviya. Made recommendations addressed to competent authorities and all stakeholders in the event*