

## ИЗИСКВАНИЯ КЪМ КОНСТРУКЦИИТЕ НА СЪВРЕМЕННИ ТОВАРНИ ТАЛИГИ, ИЗПОЛЗВАНИ В БЪЛГАРИЯ

Венелин Павлов

[vpavlov@vtu.vg](mailto:vpavlov@vtu.vg)

Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”,  
София 1574, ул. „Гео Милев” № 158,  
БЪЛГАРИЯ

**Резюме:** В статията са представени съвременните изисквания към конструкциите на талигите на товарните вагони. Предвид международния характер на железопътния транспорт конструкциите на товарните вагони, използвани в България, трябва стриктно да отговарят на стандартите на UIC и на разпоредбите на ЕС. Това е задължително, за да се осигури плавност на хода, безопасност и намаляване на вредното въздействие върху железопътните линии.

Конструкцията на талигата съчетава няколко елемента от ходовата част на вагона, основните от които са колела, букси и ресорно окачване. Те осигуряват увеличена товароносимост и дължина на вагоните, улесняват вписването в криви, подобряват качеството на движение чрез прилагане на усъвършенствани видове пружинно окачване, виброгасители и устройства за стабилност.

Изискванията за якост към талигите на товарните вагони са съчетани с необходимостта от простота и лекота на конструкцията, осигуряващи удобство при проверка, инспекция и ремонт. Талигите трябва да имат минимален момент на свобода спрямо вертикалната ос, за да се намалят хоризонталните сили на взаимодействие колело-релса. Достатъчната величина на силите на триене в опорите на коша на вагона върху талигата намалява интензивността на ротационните трептения, а еластичните плъзгалки с амортизорни устройства осигуряват напречна стабилност и предотвратяват странично люлеене.

Анализът на изискванията, представен в тази статия, може да се използва като основа и ориентир за разработване на практически приложим дизайн на талиги за товарни вагони в България чрез адекватни решения и инструменти в съответствие с политиката на ЕС в железопътния сектор. Той ще бъде от полза при определяне на етапите в модернизацията на съществуващия парк от товарни вагони, за да бъде приведен в съответствие със съвременните стандарти за железопътни возила.

**Ключови думи:** железопътни возила, улеснено вписване, колооси, букси

### 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Усъвършенстването все по бързото технологично развитие и енергийноефективността на железопътния транспорт, наложено от нарастващата нужда от срочно и качествени превози на пътници и товари го превръща в основен транспортна система за страната. Релсите образуват много гладка и твърда повърхност, по която колелата на вагоните се движат с минимално триене.

Съвременният вагонен парк се характеризира с многообразие в типове и конструкциите на вагоните и с тяхната масовост. Това се обуславя от необходимостта товарните вагони да удовлетворяват различни изисквания към превозите, обезпечаване на комплексна механизация и автоматизация на товаро-разтоварните операции и др.

Възел обединяващ ходовите части на вагона – колооси, букси, ресорно окачване чрез рама и други елементи се нарича талига. Талигите са съоръжения, с които се увеличава товароносимостта и дължината на вагоните, улеснява се вписването им в криви, подобряват се ходовите качества, чрез приложение на по-съвършен тип ресорно окачване, гасители на

колебания и устройства за устойчивост. Повишава се сигурността на движението и скоростта на влаковете.

Талигите трябва да отговарят на изискванията за якост [9, 10], да позволяват високи скорости при здравина на конструкцията, да бъдат удобни за преглед, ревизии и ремонт.

Изплуването на талиги дава преимущество, че вагонът има по-спокоен ход, тъй като всеки удар от релсите се предава намален наполовина върху вагонната рама и коша вследствие действието на лостовата система.

Преимущество на талигите за вагони се състои в това, че при тях има по-голяма възможност да се използва последователност на ресорни системи, всяка от които има способността да омекотява ударите.

В зависимост от изискванията, които се предявяват към вагона, талигите се различават по тяхната конструкция, броя на колоосите, устройството на ресорното окачване, начина за предаване тежестта от коша на вагона върху рамата на талигата и към колоосите.

## 2. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ И ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ТАЛИГИТЕ ЗА ТОВАРНИ ВАГОНИ

Конструкцията на талигите за товарни вагони трябва да осигурят необходимата плавност на хода, безопасността на движението и намаляване на вредната въздействие върху пътя. Талигата трябва да има малка маса особено на необресорените части.

Независимо от голямото многообразие, всички талиги включват в конструкцията си: колооси, букси, рама, ресорно окачване и спирачно оборудване [1, 2].

Според предназначението талигите са за товарни и пътнически вагони.

Според броя на осите биват: двуосни, треосни, четириосни и многоосни. У нас най-голямо разпространение имат двуосните талиги, докато в други страни напоследък има тенденция към използването на четириосни талиги. В товарният парк на БДЖ се среща и триосни талиги за шестостните платформени вагони и многоосни при транспортъорите.

Според устройството на ресорното окачване:

- с единично – централно или буксоно ресорно окачване, при което има само една степен ресори, чрез които се предава натоварването от вагона на колоосите. Този начин се използва изключително при талигите за товарни вагони;

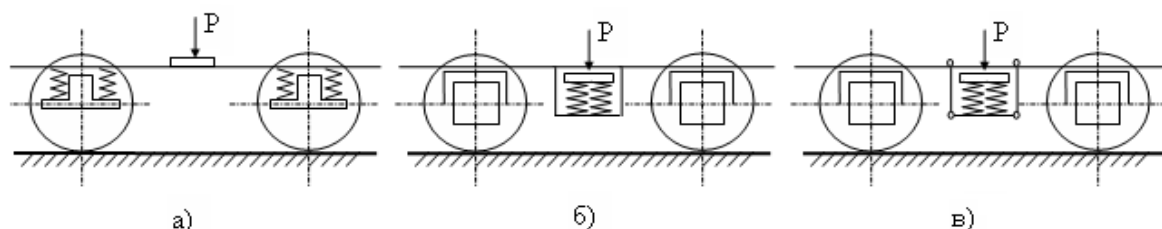
- при пътническите вагони обикновено все използва двустепенно ресорно окачване – буксово и централно.

Предаване на натоварването от коша на вагона върху рамата на талигата се осъществява:

- твърдо, когато централната напречна греда е неподвижно свързана за страничните надлъжни греди от рамата на талигата (фиг.1.2.а). Този начин се използва при талиги с буксово ресорно скачване;

- чрез греда, лежаща на ресори, разположени на рамата на талигата (фиг.1.2.б). Използва се при товарни талиги с централно ресорно окачване;

- люлково – чрез греда, лежаща на ресори, окачени шарнирно за рамата на талигата (фиг.1.2.в). Този начин намира най-широко приложение при пътническите талиги.

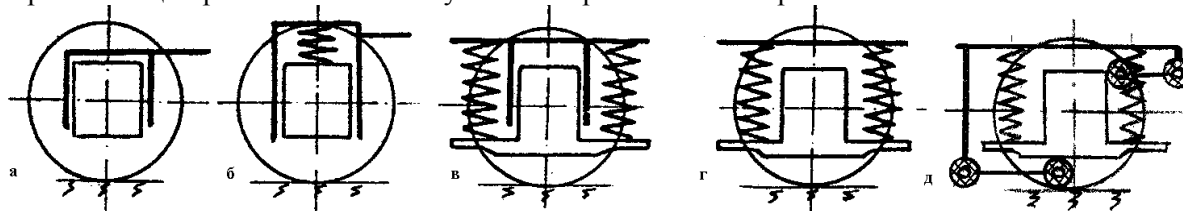


**Фиг. 1.2. Натоварвания от коша върху рамата на талигата:**  
а/ твърдо; б/ чрез греда, лежаща на ресори; в/ люлково

Натоварването от коша на вагона към надресорната греда може да се предава централно чрез централен лагер, чрез странични опори – плъзгалки или съвместно. При използване на централен лаген значително се облекчава преминаването на вагона в криви участъци на пътя.

При предаване на натоварването чрез плъзгалки, се подобрява плавността на хода на вагона, вследствие на триещите сили, които погасяват част от колебателните движения.

Според връзката на рамата с колоосите различаваме директна връзка (фиг. 2.а) и чрез еластични елементи (фиг. 2.2.б). последната е реализирана при наличие на направляващи – челюстни букси с единично и двойно водене (фиг. 2.2. в) и без направляващи при безчелюстни конструкции (фиг. 2.2. г.). Тук функциите на направляващите се изпълняват от самите еластични елементи, най-често пружини, имащи достатъчна твърдост в хоризонтална посока. Отличават се с простота на конструкцията, но изискват гасители на колебания и устройства, ограничаващи преместванията на буксата в хоризонтално направление.



Фиг. 2. 2. Връзки на рамата с буксовия възел

а/ директна; б/ еластична; в/ еластична с направляващи; г/ еластична без направляващи; д/ еластична с водещи пръти.

Според конструкцията на рамата различаваме талиги със затворена и Н-образна рама.

Според технологията на изработване на рамите – затворени и лети. Летите рами изискват в експлоатацията незначителен ремонт, но имат по-голяма маса. Разпространени са предимно в талигите за товарни вагони. заварените конструкции използват шамповани или прокатни профили, като се изработват затворени кутиеобразни сечения на греди с еднаква якост, които имат най-малка маса и най-добре се съпротивляват на огъване и усукване.

### 3. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СИЛИТЕ, ДЕЙСТВАЩИ ВЪРХУ КОША НА ВАГОНА СЪОРЪЖЕНИЯ [3,4,5,6,7] ТАЛИГАТА

#### 3.1. Сили, действащи върху коша на вагона

##### 1. Вертикални сили

а) статично натоварване ( $P_{ст}$ )

$$(3.1) \quad P_{ст} = P_{бр} - 2 Q_T, \quad \text{kN},$$

където:

$P_{бр} = 882,9 \text{ kN}$  - брутно натоварване на вагона;

$Q_T = 45 \text{ kN}$  - тегло на една талига.

Замествам в (3.1) и получавам:

$$P_{ст} = 882,9 - 2 \cdot 45 = 792,9 \text{ kN} \quad \Rightarrow P_{ст} = 792,9 \text{ kN}$$

б) динамично натоварване ( $P_d$ )

$$(3.2) \quad P_d = P_{ст} \cdot k_{вд}, \text{ kN},$$

където:  $P_{ст} = 792,9 \text{ kN}$  - вертикално статично натоварване върху коша на вагона;

$k_{вд}$  - коефициент на вертикална динамика, определен от зависимостта:

$$(3.3) \quad k_{вд} = \lambda \left( A + \frac{B \cdot V}{f_{ст}} \right),$$

като:  $\lambda$  - параметър, зависещ от броя на колоосите на талигата, за избрания вагон  $\lambda = 1$ ;

$f_{ст}$  – статично провисване на ресорното окачване, за избрания вагон  $f_{ст} = 0,05 \text{ m}$ ;

$A$  - параметър, зависещ от провисването на ресорното окачване, за чериосен вагон определян по зависимостта:  $A = 8,125 \cdot (f_{ст} - 0,0463) = 8,125 \cdot (0,05 - 0,0463) = 0,03 \text{ m}$ ;

$B$  - параметър, зависещ от типа на вагона, за избрания вагон  $B = 5,94 \cdot 10^{-4}$ .

$$k_{вд} = 1 \left( 0,03 + \frac{5,94 \cdot 10^{-4} \cdot 27,77}{0,05} \right) = 0,36$$

Замествам (3.2) и получавам:

$$P_d = 792,9 \cdot 0,36 = 285,444 \approx 285,4 \text{ kN} \quad \Rightarrow P_d = 285,4 \text{ kN}$$

в) сумарно натоварване (P)

$$(3.4) \quad P = P_{ст} + P_{д} = P_{ст} (1 + k_{д}), \text{ kN},$$

където:  $P_{ст} = 792,9 \text{ kN}$  - статично натоварване;

$P_{д} = 285,4 \text{ kN}$  - динамично натоварване;

$k_{вд} = 0,36$  - коефициент на вертикална динамика на коша на вагона.

$$P = 792,9 + 285,4 = 792,9(1 + 0,36) = 1078,3 \text{ kN} \Rightarrow P = 1078,3 \text{ kN}$$

г) центробежна сила ( $H_{ц}$ ), действаща хоризонтално

$$(3.5) \quad H_{ц} = P_{брk} \left( \frac{V^2}{g \cdot R} - \frac{h}{2s} \right), \text{ kN},$$

където:  $P_{брk}$  - бруто тегло на коша на вагона, получено по (3.1):

$$P_{брk} = P_{бр} - 2 Q_r \equiv P_{ст} = 792,9 \text{ kN};$$

$$V \equiv V_{max}^{R_{min}} = 70 \text{ km} \quad V = 19,444 \text{ m/s} - \text{максимално допустима скорост на движение в}$$

разчетната крива по табл. 4.1 [1];

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$  - земно ускорение;

$R = R_{min} = 250 \text{ m}$  - зададен радиус на разчетна крива;

$h = 0,15 \text{ m}$  - надвишение на външната спрямо вътрешната релса;

$2s = 1,5 \text{ m}$  - разстояние между кръговете на търкаляне на колелата в колооста.

Замествам в (3.7) и получавам:

$$H_{ц} = 792,9 \cdot \left( \frac{19,444^2}{9,81 \cdot 250} - \frac{0,15}{1,5} \right) = 42,94079223 \approx 42,94 \text{ kN} \Rightarrow H_{ц} = 42,94 \text{ kN}$$

д) ветрова сила ( $H_{в}$ ), действа хоризонтално напречно

$$(3.6) \quad H_{в} = w \cdot F, \text{ kN},$$

където:  $w$  - налягане на вятъра, действащо перпендикулярно на страничната стена на вагона, което за нашите географски условия се приема  $w = 0,5 \text{ kN/m}^2$ ;

$F$  - площ на надлъжната проекция на вагона, определена от зависимостта:

$$(3.7) \quad F = 2L \cdot H_{кош}, \text{ kN},$$

като:  $2L = 18,5 \text{ m}$  - дължина на рамата на вагона;

$H_{кош}$  - височина на коша на вагона, определена от израза:

$$(3.8) \quad H_{кош} = H - h_0', \text{ m},$$

като:  $H = 4 \text{ m}$  - височина на вагона от глава релса;

$h_0' = 1,065 \text{ m}$  - височина от оста на буфера до глава релса при празен вагон (съгласно проспекта на избрания вагон).

След заместване в (3.10) се получава:

$$H_{кош} = 4 - 1,065 = 2,935 \text{ m} \Rightarrow H_{кош} = 2,935 \text{ m}$$

След заместване в (3.9) се получава:

$$F = 18,5 \cdot 2,935 = 54,298 \text{ m}^2 \Rightarrow F = 54,298 \text{ m}^2$$

Замествам в (3.8) и получавам:

$$H_{в} = 0,5 \cdot 54,298 = 27,14875 \approx 27,149 \text{ kN} \Rightarrow H_{в} = 27,149 \text{ kN}$$

## 2. Хоризонтални сили

Това са надлъжни сили съгласно фиш 530-1 на UIC

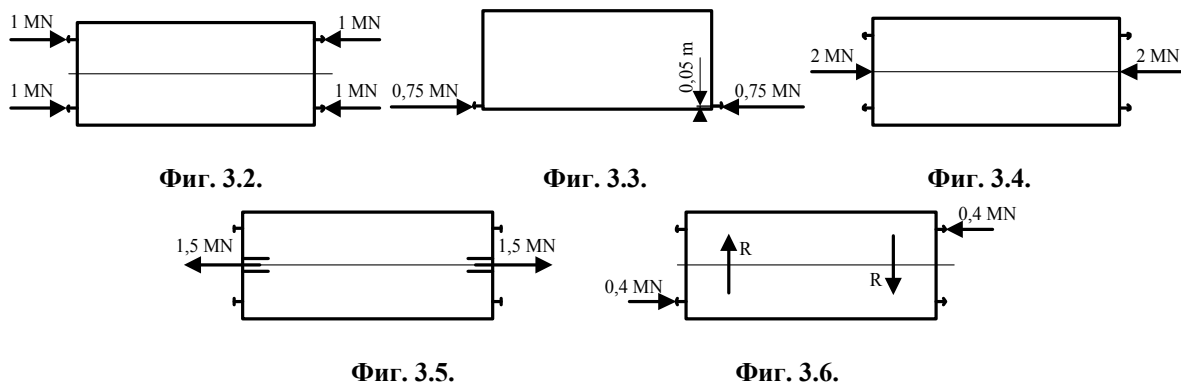
а) двустранен натиск по буферите - по **1 MN** на всеки буфер (фиг. 3.2.);

б) двустранен натиск със сила **0,75 MN** на разстояние **0,05 m** под оста на всеки буфер, т. н. ексцентрично натоварване между два съседни ТВ (фиг. 3.3.);

в) двустранен натиск по оста на автосцепката - по **2 MN** към всяка опора на автосцепката (фиг. 3.4.);

г) двустранен опън по оста на автосцепката - по **1,5 MN** в задния край или **1 MN** в предния край на опората на автосцепката (фиг. 3.5.);

д) диагонален натиск - двойца сили по **0,4 MN**, чийто момент се поема от ходовата част, а реакциите **R** са в областта на централните лагери на талигите (фиг. 3.6.)



Хоризонталното натоварване за вагони, непредвидени за маневрена работа в гърбица е намалено до:  
- **0,6 MN** за двустранен натиск по буферите;  
- **0,45 MN** за ексцентричен натиск в буферите.

### 3.2. Сили, действащи на вагонна колоос

Колооста изпитва въздействието на почти всички натоварвания, действащи върху вагона. Определянето на основните сили се прави при най-неблагоприятни възможни експлоатационни условия

#### Вертикално статично натоварване

Натоварването на една шийка от колооста от брутното тегло на вагона се разпределя по следната зависимост:

$$P_{CT_{III}} = (P_{БР} - n \cdot q_k) / 2n, \text{ kN},$$

където  $P_{CT_{III}}$  е вертикалното статично натоварване, действащо върху една шийка. Прилага се в средата на осната шийка, kN;  $P_{БР}$  - брутно тегло на вагона, равно на сумата от тарата  $T$  и максималната товароносимост  $Q$  ( $P_{БР} = T + Q$ ), kN;  $n$  - брой на осите на вагона;  $q_k$  - тегло на една колоос. В зависимост от конструкцията на колооста  $q_k = 10,89 \div 12,4$  kN, за раздвижни колооси  $q_k = 15$  kN.

За настоящите изчисления  $P_{БР} = 882,9$  kN;  $q_k = 15$  kN и  $n = 4$

$$P_{CT_{III}} = (P_{БР} - n \cdot q_k) / 2n = (882,9 - 4 \cdot 15) / 2 \cdot 4 = 102,86 \text{ kN}$$

#### Вертикално динамично натоварване:

При движение на вагона по реален железен път се получават динамични сили, които зависят от конструкцията на вагона и преди всичко от неговото ресорно окачване, скоростта на движение, както и техническото състояние на железния път и вагона.

Определя се по следната формула:  $P_D = k_{ВД} \cdot P_{CT_{III}}, \text{ kN},$

където  $k_{ВД}$  или  $k_D$  е коефициентът на вертикална динамика.

За приближени изчисления коефициентът на вертикална динамика  $k_{ВД}$  може да се приеме в определени граници, за определена конструкция може да се определи емпирично, но най-често се изчислява по формули, получени от статическа обработка на опитни данни и теоретичен анализ. При изчисляване на вагонни колооси се препоръчва формулата на ЦНИИ МПС:

$$k_{ВД} = \lambda_B \cdot (A + B \cdot v / f_{CT}),$$

където  $\lambda_B$  е параметър, зависещ от броя на колоосите в талигата;  $A$  - параметър, зависещ от провисването на ресорното окачване;  $B$  - параметър, зависещ от типа на вагона;  $v$  - скорост на вагона, m/s;  $f_{CT}$  - статичен провис на ресорното окачване; за товарни вагони с едностепенно ресорно окачване  $f_{CT} = 0,018 \div 0,05$  m, за пътнически вагони с двустепенно ресорно окачване  $f_{CT} \geq 0,1$  m ( $f_{CT} = 0,15 \div 0,35$  m).

Стойностите на  $A$ ,  $B$  и  $\lambda_B$  са дадени в таблица 3.1.

Таблица 3.1

| №  | Тип на вагона    | v, m/s | A                               | B.10 <sup>-4</sup> | D    | λ <sub>v</sub> | λ <sub>x</sub> | δ    |
|----|------------------|--------|---------------------------------|--------------------|------|----------------|----------------|------|
| 1. | Товарни 4 - осни | 15÷33  | 8,125.(f <sub>CT</sub> -0,0463) | 5,94               | 13,2 | 1,0            | 1,0            | 1,00 |
| 2. | Товарни 6 - осни | 15÷33  | 8,125.(f <sub>CT</sub> -0,0463) | 5,94               | 13,2 | 0,9            | 0,9            | 1,00 |
| 3. | Товарни 8 - осни | 15÷33  | 8,125.(f <sub>CT</sub> -0,0463) | 5,94               | 13,2 | 0,8            | 0,8            | 1,00 |
| 4. | Хладилни         | 15÷40  | 0,06                            | 4,14               | 13,2 | 1,0            | 1,0            | 0,94 |
| 5. | Пътнически       | 15÷33  | 0,06                            | 5,94               | 13,2 | 1,0            | 1,0            | 0,94 |
| 6. | Пътнически       | 33÷45  | 0,06                            | 5,94               | 11,5 | 1,0            | 1,0            | 0,94 |

Коефициентът на вертикална динамика  $k_{вд}$  е определен в т.3.1.1.2

$$k_{вд} = 0,36 \text{ то } P_{д} = k_{вд} \cdot P_{CT_{ш}} = 0,36 \cdot 102,86 = 37,03 \text{ kN}$$

Поради несиметричност на трептенията, действащи при движение на вагона, вертикалното динамично натоварване се прилага на едната шийка, а на другата се приема равно на нула.

Вертикално натоварване на осните шийки, предизвикано от действието на центробежната сила.

Центробежната сила  $H_C$  е хоризонтална сила, появяваща се при движение на вагона в крива, насочена в противоположна посока на центъра на кривата. Тя действа върху целия вагон. Като съсредоточена сила се прилага в масовия център на вагона. Определя се при минимален радиус на кривата и максимално допустимата скорост за този радиус.

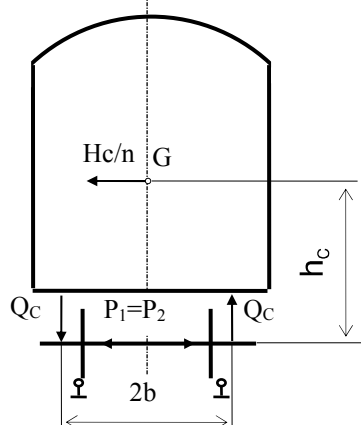
$$H_C = P_{БРк} \cdot \left( \frac{v^2}{R \cdot g} - \frac{h}{2s} \right),$$

където  $P_{БРк}$  е брутното натоварване на коша, kN;  $v$  - скорост на вагона, m/s; радиуса на кривата,  $m$ ;  $g$  – земното ускорение;  $h$  – надвишението на външната релса,  $m$ ;  $2s$  – разстоянието между кръговете на търкаляне на колелата от една колоос,  $m$ .

Центробежната сила  $H_C$ .

$$H_C = H_{ш} = 42,94 \text{ kN}$$

Ако по оста на колооста се приложат две взаимно уравновесяващи се сили  $P_1 = P_2 = H_C / n$ , съгласно фиг. 3.7, успоредни на  $H_C / n$ , равновесието на системата не се изменя. Силите  $H_C / n$  и  $P_2$  образуват двоица, която може да се замени с двоицата  $Q_C$   $Q_C$ .



Фиг. 3.7. Привеждане центробежната сила като вертикално натоварване на шийките

Двоиците са еквивалентни ако лежат в една равнина, имат еднаква посока на въртене и равни моменти, т.е.:

$$(H_C / n) \cdot h_C = Q_C \cdot 2b, \text{ откъдето } Q_C = H_C \cdot h_C / (n \cdot 2b),$$

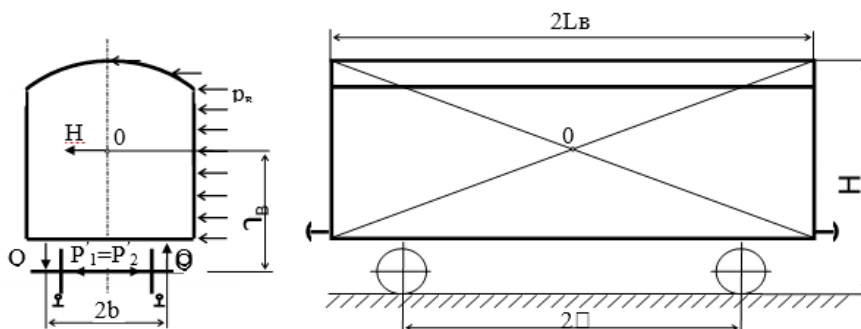
kN; където  $h_C$  е разстоянието от масовия център до оста на колооста, като за избрания прототип  $h_C = 1,4$   $m$ ;  $n$  - брой на осите на вагона;  $2b$  - разстояние между средите на осните шийки,  $2b = 2m$ .

$$Q_C = \frac{H_C \cdot h_C}{n \cdot 2b} = \frac{42,94 \cdot 1,4}{4 \cdot 2} = 7,515 \text{ kN}$$

В системата остава и хоризонталната сила  $P_1 = H_C / n$ , действаща по оста на колооста, предизвикваща допиране на реборда на външното колело към релсата.

Вертикално натоварване на осните шийки, предизвикано от ветровата сила.

При изчисление на вагонна колоос се приема, че наред с центробежната сила, действа и ветрова сила  $H_B$ , която се определя от налягането на вятъра при съответните климатични условия и изчислената страничната площ на вагона. Ветровата сила се представя като съсредоточена сила с приложна точка в геометричния център на вертикалната надлъжна проекция на вагона - фиг. 3.8.



Фиг. 3.8 Привеждане на ветровата сила като вертикално натоварване на осните шийки

По аналогия с горното доказателство:  $Q_B = H_B \cdot h_B / (n \cdot 2b)$ , kN;  
където  $h_B$  е разстоянието от геометричния център на вертикалната надлъжна проекция на вагона до оста на колооса, като за избрания прототип  $h_B = 1,5275$  m.

$H_B = 27,149$  kN, определена в т.3.1.1.2.

$$Q_B = \frac{H_B \cdot h_B}{n \cdot 2b} = \frac{27,149 \cdot 1,5275}{4 \cdot 2} = 8,577 \text{ kN}$$

В системата остава и още една хоризонтална сила  $H_B / n$ , действаща по оста на колооса и способстваща за допирането на реборда на външното колело към релсата.

Действието на центробежната и ветрова сили може да се обедини съгласно формулите:

$Q_{CB} = (H_C \cdot h_C + H_B \cdot h_B) / (n \cdot 2b)$  и  $H = (H_C + H_B) / n$ , kN, където  $H$  е хоризонтална сила, действаща на една колоос, kN.

$$Q_{CB} = \frac{H_C \cdot h_C + H_B \cdot h_B}{n \cdot 2b} = \frac{42,94 \cdot 1,4 + 27,149 \cdot 1,5275}{4 \cdot 2} = 16,092 \text{ kN}$$

$$H = \frac{H_C + H_B}{n} = \frac{42,94 + 27,149}{4} = 17,522 \text{ kN}$$

Както се вижда от фиг. 3.7 и 3.8, външната шийка е допълнително натоварена, а вътрешната - разтоварена със сила  $Q_{CB}$ .

#### Вертикално натоварване от инерционната сила

При опростени изчисления се изхожда от максималната инерционна сила при екстрено задържане, определена по следната формула:  $P_{II} = m \cdot a$ , kN, където  $a$  е ускорението на вагона при екстремно задържане, което се определя съгласно израза  $a = (0,2 \div 0,3) \cdot g$ ,  $m/s^2$ ;  $m$  - масата на вагона, kg;  $g$  - земно ускорение,  $g = 9,81$   $m/s^2$ .

Инерционната сила на вагона се определя по следната зависимост:

$$P_{II} = 0,2 \cdot P_{БР}, \text{ kN},$$

където  $P_{БР}$  е брутното тегло на вагона, равно на сумата от тарата  $T$  и товароносимостта  $Q$  на вагона ( $P_{БР} = T + Q$ ).

$P_{БР} = 882,9$  kN, определена в т.3.1.1.2.

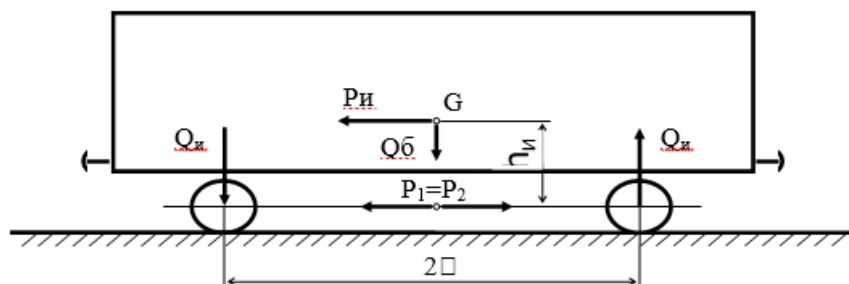
$$P_{II} = 0,2 \cdot 882,9 \cdot 0,2 = 176,58 \text{ kN}$$

По аналогия предната ос на вагона ще бъде допълнително натоварена със силата  $Q_{II}$ , а задната - разтоварена със същата сила съгласно фиг. 3.9. Силата  $Q_{II}$  се определя по следната формула:

$$Q_{II} = P_{II} \cdot h_{II} / 2\ell, \text{ kN};$$

където  $h_{II}$  е разстоянието от масовия център на вагона до оста на колоосите, m;  $2\ell$  - база на вагона, m.

$$Q_{II} = \frac{P_{II} \cdot h_{II}}{2\ell} = \frac{176,58 \cdot 1,4}{14,7} = 16,817 \text{ kN}$$



Фиг. 3.9. Натоварване от инерционната сила

От доказателството следва, че ще съществува и една надлъжна хоризонтална сила  $P_{И}$ , която ще действа по посока на инерционната сила и ще се поема от буксовите плъзгалки на двете колооси по  $\frac{P_{И}}{4}$  (2 оси, 2 шийки).

При талигов вагон разсъжденията са аналогични.

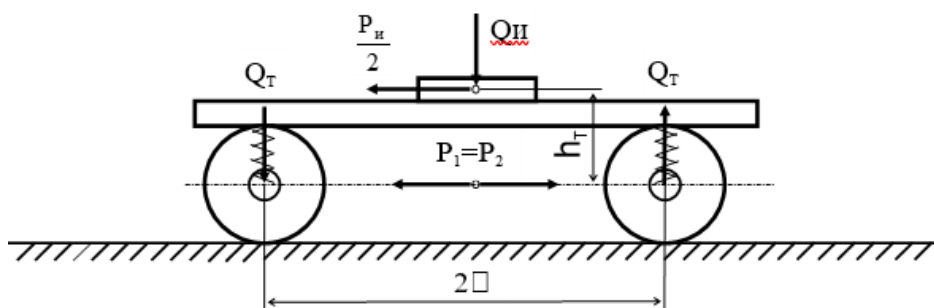
Върху централния лагер на предната талига ще действа допълнително вертикалната сила  $Q_{И}$ , а задната талига ще се разтоварва. Силата  $Q_{И}$  върху централния лагер може да се определи по предната формула, като в нея разстоянието  $h_{И}$  се вземе до централния лагер. Върху шийките на натоварената талига ще действа вертикално натоварване  $Q_{И}/4$ . Освен него от хоризонталната сила  $P_{И}/2$ , предната колоос ще се натовари допълнително със силата  $Q_{Т}$ .

Силата  $Q_{Т}$  се определя от равенството на моментите (фиг. 3.10):

$$Q_{Т} = (P_{И}/2) \cdot h_{Т} / 2l_{Т} \text{ , kN,}$$

където  $h_{Т}$  е разстоянието от средата на централния лагер до средата на осите, m;  $2l_{Т}$  - база на талигата, m;

$$Q_{Т} = \frac{(P_{И}/2) \cdot h_{Т}}{2l_{Т}} = \frac{176,58 \cdot 0,5 \cdot 0,3}{1,8} = 14,715 \text{ kN}$$



Фиг. 3.10. Привеждане на силите, действащи върху талигата

При изправни спирачки на двете талиги, върху осите на талигата действат и хоризонталните сили  $P_{И}/2$  на една ос в посока на движението.

На една шийка действа хоризонтална сила  $H_{ш_{х}} = P_{И} / 8$ . Инерционната сила  $P_{И}$  се разделя на 8, защото се отчитат броя на осите и шийките на една ос.

$$H_{ш_{х}} = \frac{P_{И}}{8} = \frac{176,58}{8} = 22,07 \text{ kN}$$

При приближена методика на изчисление, други възможни сили, които действат върху колооста, се пренебрегват.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Железопътни талиги за товарни вагони конструктивно да отговарят на техническите изисквания и нормативната уредба според режимите на натоварване.

Да се извършва модели за якостно-деформационен анализ на железопътни талиги за товарни вагони както и доказателствен модел с различни конструкции сравнявани с наличната

информация - от проведени реални тестове на сходна конструкция.

В перспектива развитието на товарните талиги с радиално установяване на колоосите при движение на талигата в криви участъци. Това води до съществено намаляване износването на колелата и релсите поради снижаване на направляващите усилия. Да се работи главно в две направления:

- с принудително радиално установяване на колоосите чрез взаимното им кинематично свързване с щанги между диагонално разположените букси;
- с радиално самоустановяване на колоосите чрез използване на подходящи металогумени елементи в буксовите възли.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Караджов, Т. Д. Вагони, С. , Техника. 1988.
- [2] Ралев В., Атнаджова Д. Модел за прогнозиране ресурса на безопасна експлоатация на железопътна талига, ВТУ "Т. Каблешков", 2023
- [3] Павлов В. Дипломна Работа на тема: „Проектиране на раздвижна колоос за талигов вагон” - ВТУ Т. Каблешков, София
- [4] Атнаджова Д. Якостно-деформационен анализ на рама-конзолна част за товарни вагони, ВТУ "Т. Каблешков", 2020
- [5] Мазнички В. Автореферат по дисертация за придобиване на тема Симуляционно изследване на умората на материала при талиги за товарни вагони - Технически Университет – София
- [6] Николов В. Моделиране и якостно-деформационен анализ на дефекирала локомотивна колоос, ВТУ "Т. Каблешков", 2022.
- [7] Пенчев Ц., Атнаджова Д., Якост и дълготрайност на автомобилна и железопътна техника, ВТУ "Т. Каблешков", 2007

## REQUIREMENTS FOR THE DESIGN OF MODERN FREIGHT BOGIES USED IN BULGARIA

Venelin Pavlo

[vpavlov@vtu.vg](mailto:vpavlov@vtu.vg),

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

**Abstract:** *The article presents the modern requirements for the construction of freight wagon bogies. Given the international nature of rail transport, the construction of freight wagons used in Bulgaria must strictly comply with UIC standards and EU regulations. This is mandatory in order to ensure smooth running, safety and reduce the harmful impact on railway lines.*

*The design of the bogie combines several elements of the wagon running gear, the main of which are wheels, axle boxes and spring suspension. They provide increased load capacity and length of the wagons, facilitate entry into curves, improve the quality of movement by applying advanced types of spring suspension, vibration dampers and stability devices.*

*The strength requirements for freight wagon bogies are combined with the need for simplicity and ease of construction, ensuring convenience during testing, inspection and repair. The bogies should have a minimum moment of freedom about the vertical axis to reduce the horizontal forces of wheel-rail interaction. The sufficient magnitude of the friction forces in the supports of the wagon body on the bogie reduces the intensity of rotational vibrations, and the elastic slides with damping devices provide transverse stability and prevent lateral swaying.*

*The analysis of the requirements presented in this article can be used as a basis and a reference point for developing a practically applicable design of bogies for freight wagons in Bulgaria through adequate solutions and tools in accordance with the EU policy in the railway sector. It will be useful in determining the stages in the modernization of the existing fleet of freight wagons to bring it into line with modern standards for railway vehicles.*

**Key words:** *railway vehicles, facilitated registration, wheels, axles*