

ОТНОСНО ВРЪЗКАТА МЕЖДУ ОРАЗМЕРИТЕЛНОТО НАТОВАРВАНЕ НА ПЪТНАТА КОНСТРУКЦИЯ И ОСНОВНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ОРАЗМЕРИТЕЛНАТА ОС

ON THE RELATION BETWEEN DIMENSIONING LOAD ON ROAD STRUCTURE AND MAIN FEATURES OF DIMENSIONING AXIS

Доц. д-р инж. Николов В.

Факултет „ТСТТ” – Висше транспортно училище „Годор Каблешков”, София, България

Abstract: The paper analysis the connection between the main features of dimensioning axis used to dimensioning of bitumen road structures and dimensioning load. The problem of the four dimensioning methods used in Bulgaria has been examined: the methods of the Bitumen Institute of the USA, AASHTO, the British Road Research Laboratory (TRRL) and of Prof. Ivanov (Russia).

Keywords: DIMENSIONING AXIS, DIMENSIONING LOAD, ROAD STRUCTURE

1. Увод

Съществуват голям брой оразмерителни методи за конструиране и оразмеряване на пътните конструкции – емпирични, теоретични за твърди и полутвърди пътни конструкции и др.

За най-масовите пътни конструкции, полутвърдите с типичен представител асфалтовите конструкции в нашата страна са сертифицирани 4 оразмерителни метода. Два от тях са аналитични – методът на Асфалтовия институт на САЩ и на проф. Иванов (Русия) и два емпирични – на AASHTO и Британската пътно-изследователска лаборатория (TRRL). При тези методи има различия както при определяне на натоварването от транспортния поток, така и при основните характеристики на оразмерителната ос.

2. Анализ на определяне на натоварването от транспортния поток

В три от методите - на Асфалтовия институт на САЩ на AASHTO и Британската пътно-изследователска лаборатория (TRRL) се работи с оразмерително натоварване (ОН) изразено в брой оразмерителни оси за целия срок на експлоатация на пътя (ОО/год.), а на проф. Иванов с оразмерителна интензивност (ОИ) изразена в брой оразмерителни автомобили за денонощие (ОА/ден) и при последния вариант на този метод, който все още не е сертифициран за нашата страна с оразмерителни автомобили за срока на експлоатация на пътя (ОА/год).

Вариантът оразмерително натоварване да се измерва с брой оси за срок на експлоатация на пътя (ОО/год.) принципно е поточен, защото в известна степен се отчита спецификата на ходовата част на оразмерителния автомобил. В първите три метода се използва коефициент К, който дава връзката между оразмерително натоварване (ОН) и оразмерителната ос с тегло 100 kN или 115 kN.

В тази връзка заслужава да се отбележи, че метода AASHTO е разработен за оразмерителна ос с тегло от 80 kN и когато се изчислява оразмерителното натоварване се използва преводен коефициент М със стойност 2.2 за оразмерителна ос от 100 kN и 40 за 115 kN. Наличието на допълнителен преводен коефициент в известна степен влошава точността при определяне на ОН.

3. Технически характеристики на оразмерителната ос

За метода на Асфалтовия институт на САЩ и на Британската пътно-изследователска лаборатория (TRRL) се

работи с оразмерителни оси с тегло 100 kN и 115 kN, без да се дават допълнителни характеристики.

За метода AASHTO се използва ос с тегло 80 kN без допълнителни характеристики, което се обяснява с периода на провеждане на експеримента през 50-те години на XX век.

При метода на проф. Иванов сертифициран в България освен теглото на оразмерителната ос се използва и диаметъра на кръга на сдвоеното колело на оразмерителната ос D [cm] и налягането в контактната площ между колелото и пътната повърхност p [MPa], което се приема равно на налягането в гумите.

- за оразмерителна ос с тегло 100 kN – $D = 32.04$ [cm] и $p = 0.620$ [MPa]

- за оразмерителна ос с тегло 105 kN – $D = 34.00$ [cm] и $p = 0.633$ [MPa]

В оригиналната версия на метода се работи с три оси и съответните стойности за D и p, който до известна степен се различават от българската версия.

- за оразмерителна ос с тегло 100 kN – $D = 37$ [cm] за задвижвани колела и $D = 33$ [cm] за останалите и $p = 0.60$ [MPa]

- за оразмерителна ос с тегло 110 kN – $D = 39$ [cm] за задвижвани колела и $D = 34$ [cm] за останалите и $p = 0.60$ [MPa]

- за оразмерителна ос с тегло 130 kN – $D = 42$ [cm] за задвижвани колела и $D = 37$ [cm] за останалите и $p = 0.60$ [MPa]

За определяне на D в последната версия на метода може да се използва и формулата:

$$(1) \quad D = \sqrt{\frac{40 \cdot Q_{расч}}{\eta \cdot p}} \quad [cm]$$

където $Q_{расч}$ е оразмерителния товар на сдвоеното колело на оразмерителната ос, kN, p – налягането в гумите, MPa

При оразмерителна ос с тегло 100 kN по формула (1) се изчислява $D = 32.58$ [cm]. Считаме, че е по-коректно тази стойност да се използва и в приложението на метода в България, като по този начин ще се получи известно завишаване на необходимия модул на еластичност на пътната конструкция (Ен) и малко по-голяма дебелина на долния основен пласт, или това приемане ще бъде в полза на сигурността.

4. Резултати дискусия - обвързване на преводните коефициенти с типа на меродавните автомобили и геометрията на ходовата им част.

В България въпроса с преводните коефициенти е разгледан в БДС 16 578-87 „Пътища автомобилни. Определяне на интензивността на движението”. (табл.1)

Таблица 1: Преводни коефициенти по БДС 16 578-87

Вид превозни средства	Клас	Преводен коефициент за класа
Лекотоварни автомобили с осов товар от 30 до 50 kN, полезен товар от 15 до 35 kN и пълна маса от 35 до 60 kN (ЛТА)	I	0.03
Среднотоварни автомобили с осов товар от 51 до 70 kN, полезен товар от 35 до 60 kN и пълна маса от 60 до 120 kN (СТА)	II	0.20
Тежкотоварни автомобили с осов товар над 70 kN, полезен товар над 60 kN и пълна маса над 120 kN (ТТА)	III	1.00
Товарни автомобили от всички марки и модели с едно или повече ремаркета или с прицеп (ТТР)	IV	1.00
Автобуси	V	0.80

В Ръководство за оразмеряване на асфалтови настилки 2004 г. се работи с данните в табл.2.

Таблица 2: Вид на превозни средства и преводни коефициенти съгласно Ръководство 2004

Вид превозни средства	Клас	Преводен коефициент за класа
Лекотоварни автомобили с максимално осово натоварване 25 kN	I	0
Товарни автомобили с полезен товар над 60 kN	II	0.03
Тежкотоварни автомобили с полезен товар над 60 kN	III	0.20
Тежкотоварни автомобили с прицеп или с ремарке	IV	1
Автобуси	V	0.80

В практиката на Централната лаборатория по пътища и мостове (от 2009 г. Централен институт на пътните технологии, национални и европейски норми и стандарти) се работи и със стойностите за оразмерителна ос с тегло 115 kN по табл.3.

Таблица 3: Преводни коефициенти съгласно ЦЛПМ

Клас	Преводен коефициент за класа	
	100 kN/ос	115 kN/ос
I	0.03	0.0050
II	0.20	0.0570
III	1.00	0.7705
IV	1.00	1.7150
V	0.80	0.541

От сравнението между трите таблици се вижда, че няма нормативен документ, който да регламентира преводните коефициенти за оразмерителна ос с тегло 115 kN. От друга

страна с нея се оразмеряват най-натоварените пътища в страната – автомагистрала и пътища I и II клас. Прецизното им определяне е от решаващо значение за правилното оразмеряване на пътната конструкция, а оттам и нормалната експлоатация на пътя.

Също така не по-малко важно е, че при дефиниране на класовете меродавни автомобили за оразмеряване на пътната конструкция се използва като единствена характеристика натоварването (на ос, полезен товар и пълна маса). Тази характеристика е много обща и не е съобразена с геометрията на ходовата част на ППС, особено към днешна дата.

Извън България заслужава интерес начина, по който се определят преводните коефициенти в Русия при последната версия на метода на проф. Иванов (метода на еквивалентните модули с използване на коефициент на сигурност) за оразмеряване на пътни конструкции.

Използват се два подхода: приблизителен чрез таблично приети коефициенти (табл. 4) и чрез изчисляване на точните стойности в зависимост от паспортните данни за автомобилите създаващи оразмерително натоварване.

Таблица 4: Преводни коефициенти съгласно метода на проф. Иванов

Клас на автомобилите	Преводни коефициенти за оразмерителна ос с тегло 100 kN ($S_{T_{\text{сум}}}$)
Лекотоварни автомобили с товароподемност 1-2 t	0.005
Среднотоварни автомобили с товароподемност 2-5 t	0.02
Тежкотоварни автомобили с товароподемност 5-8 t	0.7
Много тежки товарни автомобили с товароподемност над 8 t	1.25
Автобуси	0.70
Влекачи с прицепи	1.50

При прецизното определяне се използва формулата:

$$(2) \quad S_{T_{\text{сум}}} = \sum_{i=1}^n S_n$$

където n – брой на осите на меродавния автомобил; S_n – преводен коефициент на гумите от всяка ос към оразмерителното динамично натоварване.

$$(3) \quad S_n = \left(\frac{Q_{\text{дн}}}{Q_{\text{орасч}}} \right)^{\beta}$$

където $Q_{\text{дн}}$ – динамичното натоварване от колелото върху покритието; $Q_{\text{орасч}}$ – оразмерителното динамично натоварване от колелото върху покритието; β – степенен показател = 4.4 за капитални пътища, 3.0 за облекчени пътни конструкции и 2.0 за временни пътища.

$Q_{\text{дн}}$ се определя по паспортни данни за транспортното средство с отчитане разпределението на статическото натоварване на всяка ос.

$$(4) \quad Q_{\text{дн}} = K_{\text{дин}} \cdot Q_n$$

където $K_{\text{дин}}$ – динамичен коефициент равен на 1.3; Q_n – статичния товар на колелото от разглежданата ос.

При определяне на оразмерителната стойност на Q_n при многоосните автомобили (които все по-масово се използват в страната) стойността определена по паспортни данни се умножава с коефициента K_c изчислен по формулата:

$$(5) \quad K_c = a - b\sqrt{B_m - c}$$

където B_m – разстоянието между крайните оси на ходовата част а, b и с – параметри, които зависят от вида на пътната конструкция и броя на осите на ходовата част и се отчитат от табл. 5.

Таблица 5: Стойности на параметрите а, b и с

Ходова част	а	b	с
двуосни	1.7/1.52	0.43/0.36	0.5/0.5
триосни	2.0/1.60	0.46/0.28	1.0/1.0

Забележка: В числителя са стойности за капитални и облекчени пътни конструкции, а в знаменателя за временни.

5. Заключение

Въпроса за връзката между основните характеристики на оразмерителната ос и изчисляването на оразмерителното натоварване на пътните конструкции е открит и не може да има еднозначно решение, и то периодично се нуждае от актуализация. Също така е важна и обратната връзка за конструкторите на ППС, особено на товарните автомобили, да намерят такова решение за ходовата част на автомобила, което натоварва най-малко пътната конструкция.

В оперативен план не търпи отлагане актуализацията на БДС 16 578-87 „Пътища автомобилни. Определяне на интензивността на движението” с цел по-точно изчисляване на преводните коефициенти на базата на техническите характеристики на актуалните меродавни автомобили. Също така да се изчислят преводни коефициенти за оразмерителна ос с тегло 115 кN.

В последната версия на метода на проф. Иванов е залегнал един рационален алгоритъм за определяне на преводните коефициенти с отчитане паспортните данни на меродавните автомобили (включително разпределение на статичното натоварване на всяка ос и разстоянието между крайните оси). Този алгоритъм би могъл да се приложи и в нашата страна.

6. Литература

1. Ръководство за оразмеряване на асфалтови настилки, 2004, София, Централна лаборатория по пътища и мостове, ИАП
2. Справочная энциклопедия дорожника том V, 2007, Москва, Министерство транспорта российской федерации
3. БДС 16 578-87 „Пътища автомобилни. Определяне на интензивността на движението”