



Получена: 09.12.2022 г.

Приета: 21.12.2022 г.

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА АЕРОДИНАМИЧНИТЕ КОЕФИЦИЕНТИ ПРИ НАТОВАРВАНЕ ОТ ВЯТЪР ПО ГРЕДОВИ МОСТОВЕ

Л. Здравков¹

Ключови думи: вятър, натоварване, мост, надлъжна греда, аеродинамичен коефициент, CFD анализ

РЕЗЮМЕ

При мостовите често вятърът е меродавният хоризонтален товар в напречно направление. Поради тази причина в стандартите за ветрово натоварване на тях е обърнато специално внимание. За съжаление, във всички достъпни стандарти за натоварване е посочена по една, обобщена, стойност на аеродинамичния коефициент. Тя се отнася за цялото сечение на съоръжението. Няма разделение по отделните греди и/или пътното платно. А информация за конкретното ветрово налягане по всяка от гредите е необходима за коректно оразмеряване на укрепващите ги системи. За да запълни тази празнина, авторът е създал множество модели на мостове с надлъжни греди, използвайки програма за компютърна симулация на флуиди (CFD). По първоначална идея върху мостовите няма превозни средства. След това обаче, с цел разширяване на представителността на изследването, върху мостовите са поставени возила. Чрез тези компютърни модели авторът е определил стойностите на статичните аеродинамични коефициенти за всяка една от мостовите греди под пътното платно и за сечението на моста като цяло. Резултатите ясно показват, че стойностите на аеродинамичните коефициенти за цялото сечение на моста са доста по-ниски от отчетените за наветрената греда.

¹ Любомир Здравков, доц. д-р инж., кат. „Метални, дървени и пластмасови конструкции“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: zdravkov_fce@uacg.bg

1. Въведение

Мостовете са строителни съоръжения, които се експлоатират на открито. Често вятърът е водещото хоризонтално въздействие в напречно направление. Затова в стандартите за натоварване по мостове AS/NZS 1170.2:2011 [1], BS 5400-2:2006 [2], EN 1991-1-4:2005 [3], IRC: 6-2017:2017 [4], Наредба за проектиране на пътни и железопътни мостове и водостоци от 1989 [5] и СП 35.13330.2011 [6], на ветровото въздействие е обърнато подобаващо внимание. За повишаване на сигурността посочените в тези стандарти стойности на аеродинамичните коефициенти са завишени в пъти в сравнение с тези за сгради. За съжаление обаче, представените аеродинамични коефициенти в документите по-горе се отнасят за цялото сечение на мостовата конструкция. Няма разделение и допълнителна информация по елементи. Единствено в стандарт BS 5400-2:2006 [2] е записано, че аеродинамичният коефициент за съставени греди е 2,2, без да се отчита при тях някакво заслоняване. А информация за ветровото натоварване по всяка една от гредите е необходима за коректно оразмеряване на укрепващите ги системи. Един от възможните подходи е да се определи аеродинамичният коефициент за цялото сечение на моста и той да се прилага отделно за всеки един от своите елементи. Друго възможно решение е да се търси някаква аналогия с известни съоръжения. Но дали някой от тези подходи дават достоверни резултати? За да си отговори на тези въпроси, чрез програма за компютърно симулиране на флуиди (CFD), авторът е построил и изследвал множество модели на гредови мостове. Чрез тях той е определил стойностите на статичните аеродинамични коефициенти за всяка една надлъжна греда под пътната плоча и за сечението на моста като цяло.

2. Описание на изчислителния модел

В настоящото изследване е избрано поведението на флуидите и породеното от тях натоварване да бъде анализирано чрез компютърна симулация. Използвайки графичния интерфейс Workbench на ANSYS (2020) [7] и неговия модул Fluid Flow (CFX), са създадени два основни пространствени модела на мостово съоръжение. В единия модел надлъжните греди са правоъгълни, стоманобетонни, във втория – от стоманени листове. Височината на всички греди е 1 000 mm. Стоманобетонните греди са 400 mm широки, а стоманените, както е показано на фиг. 1б. Над гредите е изпълнена стоманобетонна пътна плоча с дебелина 200 mm, вж. фиг. 1.

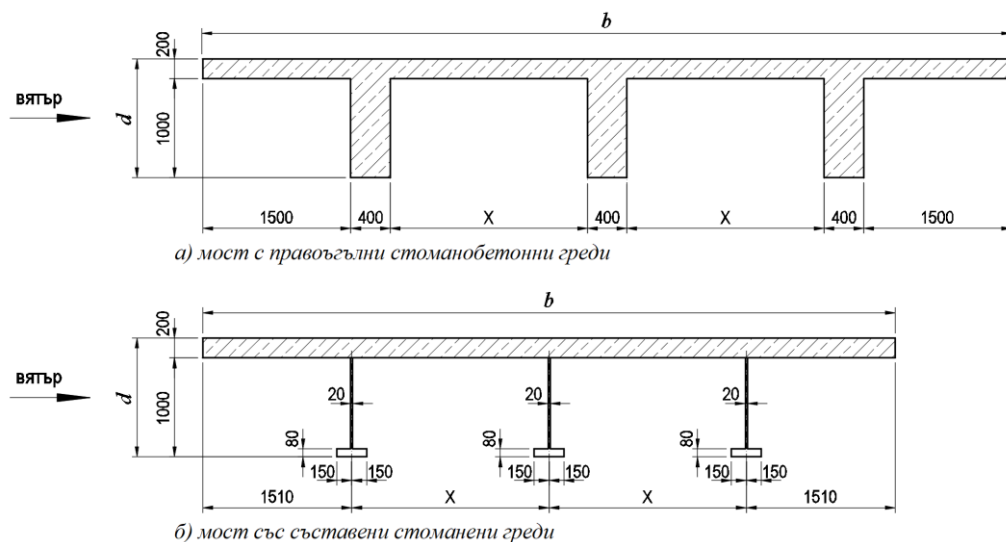
С цел повишаване на обхвата на изследването в допълнително създадените подмодел е варирано с:

- а) броя на гредите под плочата $n = 2, 3$ и 4 ;
- б) разстоянието между гредите $x = 1, 2, 3, 4$ и 5 m.

В настоящото изследване е използван пространствен анализ. Типичните напречни сечения на мостовата конструкция са начертани равнинно, а след това са екструдирани симетрично на обща дължина 6 m. Около мостовите конструкции са създадени аеродинамични тунели с форма на паралелепипед, вж. фиг. 3. Стените на симулираните около всеки мост аеродинамични тунели се намират на следните разстояния от него:

- а) при мостове с 2 или 3 греди:
 - вход на флуида – на 5 m;
 - изход на флуида – на 20 m, т.е. тялото на моста е разположено по-близо до входа на аеродинамичния тунел, отколкото до изхода, вж. фиг. 2;

- вертикални странични стени – тъй като е използвана опцията „Симетрия“, няма разстояние между стените и напречното сечение на моста;
 - хоризонтални стени (дъно и покрив) – на 10 m.
- б) при мостове с 4 греди:
- вход на флуида – на 8 m;
 - изход на флуида – на 32 m;
 - вертикални странични стени – тъй като е използвана опцията „Симетрия“, няма разстояние между тях и напречното сечение на моста;
 - хоризонтални стени (дъно и покрив) – на 16 m.



Фиг. 1. Напречно сечение на изследваните мостове

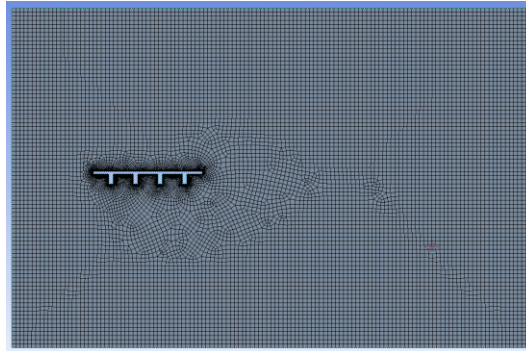
При определяне на посочените по-горе разстояния е изходено от принципа, че стените на виртуалния аеродинамичен тунел не трябва да влияят на въздушния поток непосредствено до моста, вж. *Rusev et al.* [8]. Приетите разстояния са по-големи от изискванията на *Tominaga et al.* [9], които са както следва:

- горната/долната стена трябва да се постави на $5H$ или повече от препятствието, където H е височината на сечението на моста в настоящото изследване ($H = d = 1200$ mm, вж. фиг. 1);
- изходът на флуида трябва да бъде поставен най-малко на $10H$ зад препятствието.

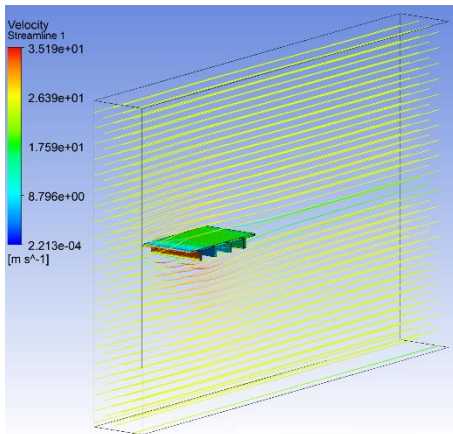
В същото време, с цел избягване на тежки компютърни решения и спестяване на изчислително време, се държи сметка за максималния брой на крайните елементи. За да се оптимизира мрежата им, тя е значително сгъстена в зоната около моста, вж. фиг. 2, и е разреждана към периферията, както е направено в *Rusev et al.* [10]. Максималният размер на крайните елементи на въздуха е ограничен до:

- а) елементи в непосредствен контакт с плочата и гредите – 20 mm;
- б) всички останали елементи – 400 mm.

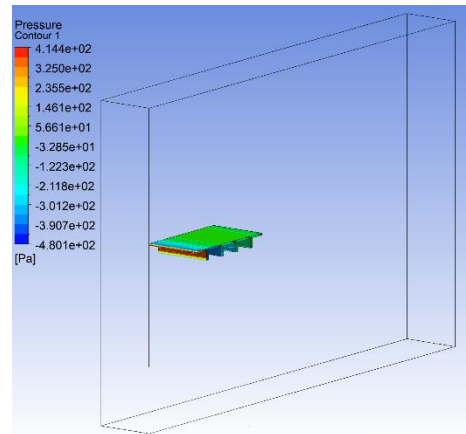
При създаване на мрежата от крайни елементи е използвана опцията „Quadratic“, в резултат на което възлите в средата на страните им са запазени. Такъв тип елементи се характеризират с нелинейното си поведение при деформация.



Фиг. 2. Сгъстяване на мрежата около елементите на моста



а) скорост на ветровия поток, обтичащ моста



б) налягане по повърхностите на елементите на моста

Фиг. 3. Обтичане на моста от ветровия поток и резултатно налягане по елементите му

В модула Fluid Flow (CFX) на ANSYS е използван стационарен анализ (Steady state). За симулиране на турбулентността на флуида около мостовите е приложен стандартен k-ε модел, част от семейството на *Reynolds-averaged Navier Stokes* (RANS) уравнения. Те имат вида [11]:

$$\frac{\partial u_i \bar{u}_i}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{u}_i \bar{u}_j)}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 \bar{u}_i}{\partial^2 x_j} - \frac{\partial (\bar{u}'_i \bar{u}'_j)}{\partial x_j}, \quad (1)$$

където \bar{u}_i е основната скорост на потока;

\bar{u}'_i – изменението в скоростта;

ρ – плътността на флуида;
 ν – кинематичният вискозитет;
 t – времето;
 \bar{p} – налягането на флуида;
 $\overline{u'_i u'_j} = \tau_{ij}$ – тензор на напреженията на *Reynolds*.

В аналогия с молекулярните вискозни напрежения, напреженията на *Reynolds* могат да бъдат представени като [12]:

$$\tau_{ij} = \overline{u'_i u'_j} = \frac{2}{3} k \delta_{ij} - \nu_t \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right), \quad (2)$$

където k е кинетичната турбулентна енергия;

$\nu_t = \mu_t / \rho$ – турбулентността или вихровият (кинематичен) вискозитет;

В моделите с едно уравнение ν_t се определя чрез израза [11]:

$$\nu_t = C_{v1} \sqrt{kL}, \quad (3)$$

в който C_{v1} е безразмерна константа.

Моделът с две уравнения, какъвто е използвания тук – стандартен k - ε модел, използва диференциални уравнения за изчисляване на характерната скорост, на скалата на дължината L , и след това оценяват стойността на ν_t чрез следното уравнение [13]:

$$\nu_t = C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon}, \quad (4)$$

където $C_\mu = 0,09$;

ε – скорост на разсейване на турбулентността.

Въпросните RANS уравнения не отчитат изменение на потока във времето, което според *Baklanov et al.* [14] адекватно представя реалността в аеродинамичните тунели. Приетата в изследването турбулентност има средна (5 %) интензивност. Няма горене и топлинно излъчване. Използваният флуид е идеален газ с температура 25 °C. Скоростта му при входа на ограждането е постоянна по височина и е със стойност $v = 25$ m/s. Режимите на потока в областите на входа и изхода са дозвукови, с относително налягане 0 Pa. Посоката на потока е нормална към граничните стени. Областта на мостовата секция е неподвижна стена с грапавини. Моделите на моста с правоъгълни стоманобетонни греди, вж. фиг. 1а, имат грапавини с височина 0,5 mm по всички повърхности. Моделите със стоманени греди, вж. фиг. 1б, имат грапавини с височина 0,1 mm по всички повърхности. Повърхността на терена под моста е идеално гладка.

За разлика от изследванията на *Mei Yu et al.* [15], тук основният ветрови поток е хоризонтален, т.е. ъгълът на атака е 0°. Направлението на атакуващия вятър е перпендикулярно на надлъжните оси на мостовите греди и плочата.

При движението си ветровият поток обтича моста, вж. фиг. 3а, което води до появата на налягане по неговите елементи, вж. фиг. 3б. В резултат в гредите на моста се породжат сили, които могат да бъдат отчетени. Знаейки силата и площта на гредата, може

да бъде определена стойността на сумарното (общото) налягане на вятъра по гредите, по формулата:

$$q_{cp,x} = \frac{F_{x,i}}{A_g}, \quad (5)$$

където $q_{cp,x}$ е общото налягане по i -та греда на моста. То е равно на сумата от условно положителното (натиск) и отрицателното (смучене) налягане по гредата;

$F_{x,i}$ – отчетената по направлението на хоризонталния ветрови поток стойност на силата в i -та греда;

A_g – напречната на ветровия поток площ на гредата.

Базовият скоростен напор (налягане) q_b на ветровия поток може да се определи чрез посочения в EN 1991-1-4:2005 израз:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390 \text{ N/m}^2, \quad (6)$$

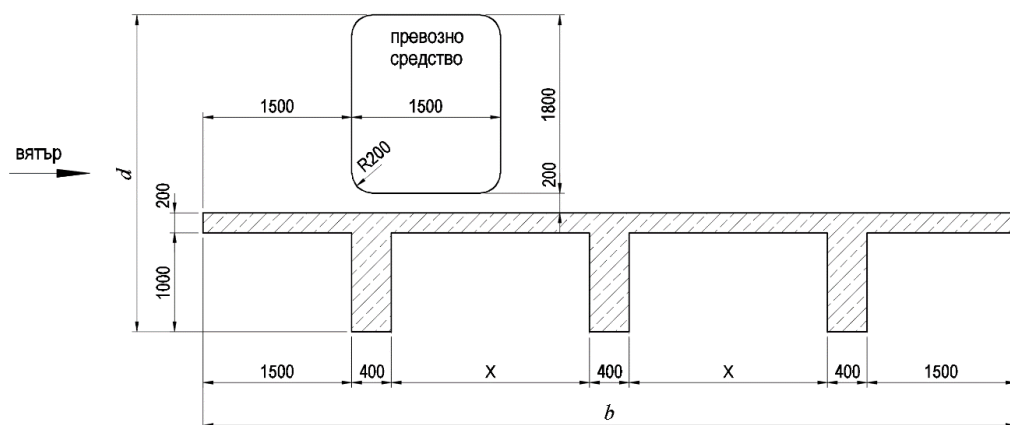
където $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ е плътността на въздуха;

$v_b = 25 \text{ m/s}$ – приетата при изследването базова скорост на ветровия поток.

Отношението на общото налягане $q_{cp,x}$ по гредите и базовото налягане q_b ни дават информация за стойността на общия аеродинамичен коефициент $C_{cp,x}$ на гредите, т.е.

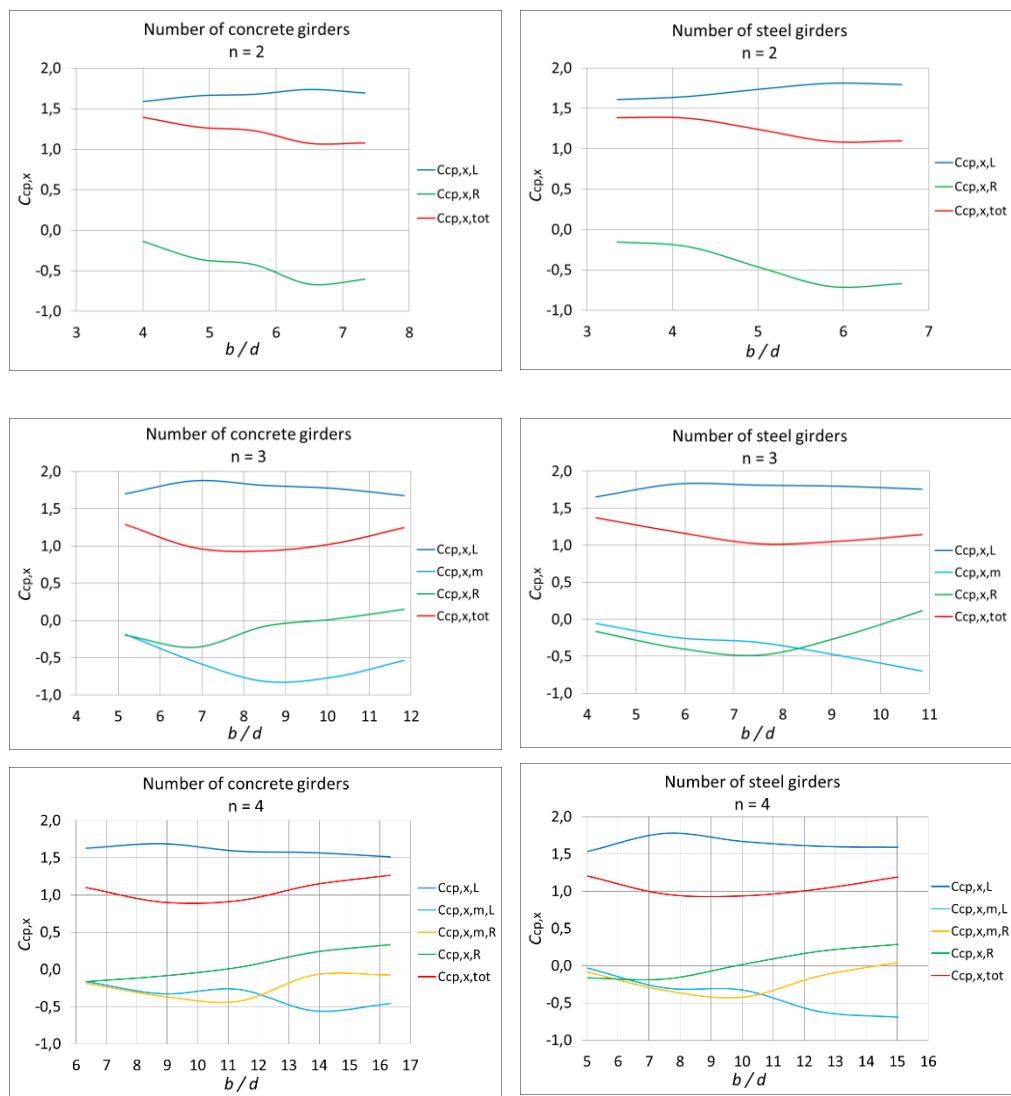
$$C_{cp,x} = \frac{q_{cp,x}}{q_b}. \quad (7)$$

За отчитане на влиянието върху ветровото въздействие от превозно средство върху моста, в модела с правоъгълни стоманобетонни греди е симулирано возило. Неговите размери и разположението му са показани на фиг. 4. Всички останали параметри са както вече описаните по-горе.



Фиг. 4. Стоманобетонен мост с возило върху него – разположение и размери

3. Резултати



а) при правоъгълни греди от бетон

б) при съставени стоманени греди

Фиг. 5. Стойности на $C_{сп,х}$ при мостове без возило върху тях

Получените чрез уравнения (5 – 7) стойности на аеродинамичните коефициенти $C_{сп,х}$ за ветрово натоварване върху мост без возило върху него, в хоризонталната равнина, са показани графично на фиг. 5, където:

x е „светлото“ разстояние между правоъгълните греди, вж. фиг. 1а;

b – цялата ширина на сечението на моста;

$d = 1,2 \text{ m}$ – цялата височина на сечението на моста, когато върху него няма возило;

$C_{cp,x,L}$ – общият аеродинамичен коефициент за наветрената (лявата в случая) греда;
 $C_{cp,x,R}$ – общият аеродинамичен коефициент за подветрената (дясната тук) греда;
 $C_{cp,x,tot}$ – общият аеродинамичен коефициент за цялото сечение на моста;
 $C_{cp,x,m}$ – общият аеродинамичен коефициент за средната греда;
 $C_{cp,x,m,L}$ – общият аеродинамичен коефициент за лявата вътрешна греда, по направление на ветровия поток;
 $C_{cp,x,m,R}$ – общият аеродинамичен коефициент за дясната вътрешна греда.

Когато стойността на аеродинамичния коефициент $C_{cp,x}$ е положителна, това означава, че равнодействащата сила $F_{x,i}$ по съответната греда има същата посока на действие като на ветровия поток. Когато $C_{cp,x}$ е с отрицателна стойност, това означава, че равнодействащата сила $F_{x,i}$ има посока на действие, обратна на ветровия поток.

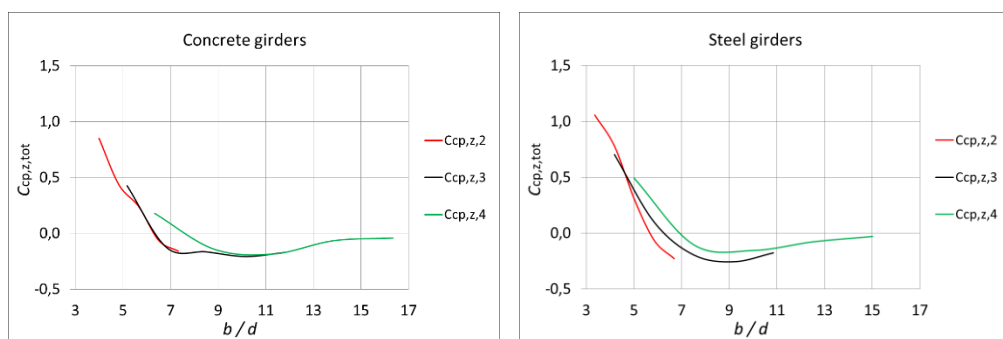
Тук прави впечатление, че равнодействащата сила по наветрената греда (лявата в тези модели), винаги има посока, съпадаща с тази на ветровия поток. В резултат са отчетени само положителни стойности на аеродинамичния коефициент, които са в границите $C_{cp,x,L} = 1,51 \div 1,88$. Те са по-малки от посочената в стандарт BS 5400-2:2006 стойност на коефициента $C_{cp,x} = 2,2$, но са по-големи от посочената от Wassef [16] стойност $C_{cp,x} = 1,3$.

Равнодействащата сила по подветрената (дясната в случая) греда може да има направление, което да е еднакво или да е обратно с това на ветровия поток. Отчетените стойности на аеродинамичния коефициент са в границите $C_{cp,x,R} = -0,71 \div 0,33$.

Силите по вътрешните греди винаги са с направление, противоположно на ветровия поток. Отчетените стойности на аеродинамичния коефициент са $C_{cp,x,m} = -0,82 \div 0$.

Отчетените стойности на аеродинамичния коефициент за цялото сечение на моста са само положителни и са в границите $C_{cp,x,tot} = 0,9 \div 1,39$, т.е. те са по-малки от отчетените за наветрената греда.

При направеното изследване е отчитана и вертикалната сила $F_{z,tot}$, която действа на цялото сечение на моста. Чрез използване на адаптираните за вертикалната проекция на моста формули (5 – 7) са определени стойностите на обобщените аеродинамични коефициенти $C_{cp,z,tot}$ за ветровото натоварване във вертикалната равнина за цялото сечение на моста. Те са показани графично на фиг. 6.



а) при правоъгълни греди от бетон

б) при съставени стоманени греди

Фиг. 6. Стойности на $C_{cp,z,tot}$ при мостове без возило върху тях

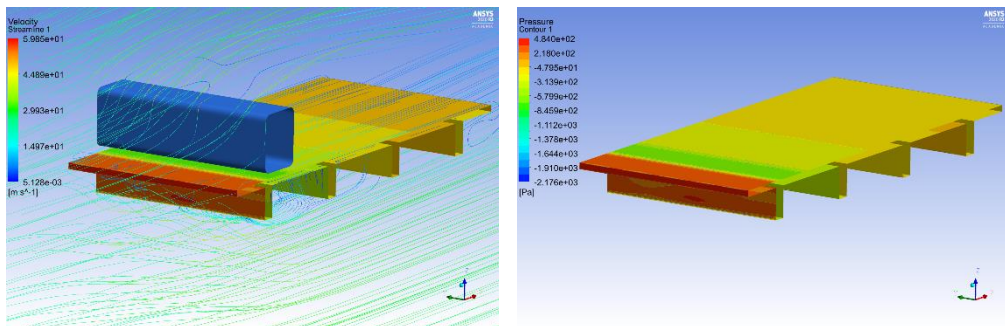
Показаните на фиг. 5 и фиг. 6 стойности на аеродинамичните коефициенти при мостове без возило върху тях с малко се различават от получените при предишно изследване на автора [17]. Това се дължи на различната гъста на мрежата от крайни елементи, които са в непосредствен контакт с елементите на моста. Тук те са по-малки, с максимален размер 20 mm, т.е. мрежата е по-гъста.

Когато стойността на аеродинамичния коефициент $C_{cp,z,tot}$ е положителна, това означава, че равнодействащата сила $F_{z,total}$ по моста има посока на действие отдолу нагоре. Когато $C_{cp,z,tot}$ е с отрицателна стойност, това означава, че равнодействащата сила $F_{z,total}$ има посока на действие отгоре надолу, т.е. съвпадащо с гравитацията.

Тук прави впечатление, че при малки стойности на отношението b/d , равнодействащата вертикална сила $F_{z,total}$ действа отдолу нагоре. Отчетената максимална стойност на общия аеродинамичен коефициент е $C_{cp,z,tot} = 1,06$. При по-големи стойности на отношението b/d , равнодействащата вертикална сила $F_{z,total}$ действа отгоре надолу, т.е. ветровете товари имат същата посока, както и гравитационните. Тук са отчетени стойности на общия аеродинамичен коефициент от порядъка на $C_{cp,z,tot} = -0,26$. Видно е, че има разлика с препоръчаната в EN 1991-1-4:2005 [3] стойност $C_{cp,z,tot} = \pm 0,9$.

Ветровото обтичане на мост с возило върху него е показано на фиг. 7а, а породеното от това налягане по повърхностите му – на фиг. 7б.

Стойностите на аеродинамичните коефициенти $C_{cp,x}$ за ветрово натоварване върху мост с возило върху него са показани на фиг. 8.



а) скорост на ветровия поток, обтичащ моста

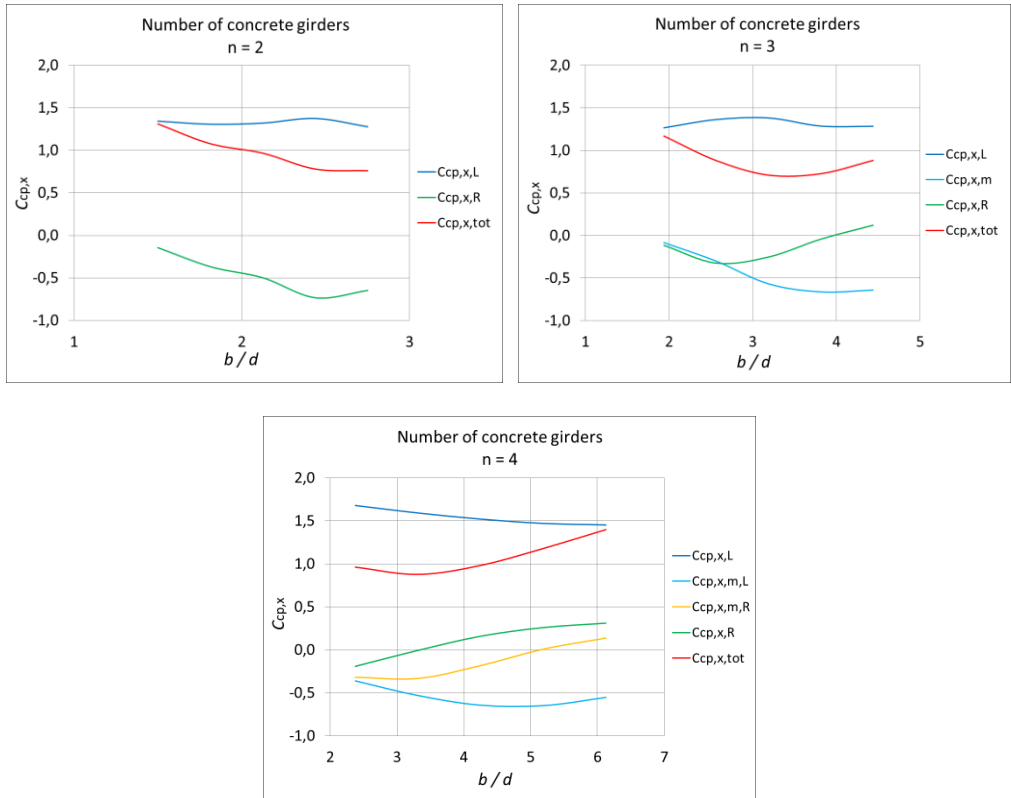
б) налягане по повърхностите на елементите на моста

Фиг. 7. Обтичане на моста с возило върху него от ветровия поток и резултатно налягане по елементите му

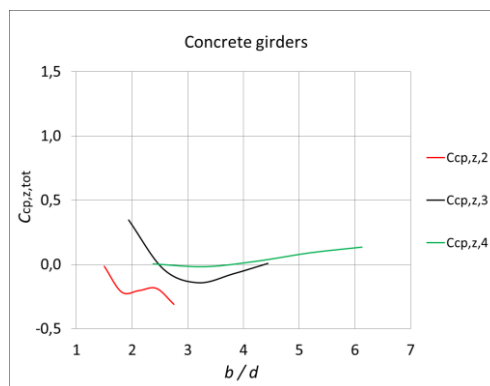
Тук отново прави впечатление, че равнодействащата сила по наветрената (лявата в тези модели) греда винаги има посока, съвпадаща с тази на ветровия поток. В резултат са отчетени само положителни стойности на аеродинамичния коефициент, които са в границите $C_{cp,x,L} = 1,27 \div 1,68$. Те са по-малки от посочените по-горе стойности за $C_{cp,x,L}$ при обдуване на мост без возило върху него. Равнодействащата сила по подветрената (дясната в случая) греда може да има направление, което да е еднакво или да е обратно с това на ветровия поток. Отчетените тук стойности на аеродинамичния коефициент са в границите $C_{cp,x,R} = -0,73 \div 0,31$.

Силите по вътрешните греди са с направление, което да е еднакво или да е обратно с това на ветровия поток. Отчетените стойности на аеродинамичния коефициент са $C_{cp,x,m} = -0,66 \div 0,137$.

Отчетените стойности на аеродинамичния коефициент за цялото сечение на моста са само положителни и са в границите $C_{cp,x,tot} = 0,71 \div 1,4$, т.е. те са по-малки от отчетените за наветрената греда.



Фиг. 8. Стойности на $C_{cp,x}$ при мостове с возило върху тях



Фиг. 9. Стойности на $C_{cp,z,tot}$ при мостове с возило върху тях

При направеното изследване е отчитана и вертикалната сила $F_{z,tot}$, която действа на цялото сечение на моста. Като са използвани адаптираните за вертикалната проекция на

моста формули (5 – 7), са определени стойностите на обобщените аеродинамични коефициенти $C_{cp,z,tot}$ за ветровото натоварване във вертикалната равнина за цялото сечение на моста. Те са показани графично на фиг. 9. Отчетените стойности на общия аеродинамичен коефициент е в границите $C_{cp,z,tot} = -0,31 \div 0,34$.

4. Заключение

В популярните стандарти за натоварване на мостове не съществува информация за ветровото натоварване върху отделните елементи. За неговото определяне, чрез графичния интерфейс Workbench на ANSYS и неговия модул за компютърна симулация на флуиди Fluid Flow (CFX), са изследвани няколко типични сечения на мостове с надлъжни греди. От направеното изследване на мостове без возило върху тях могат да се направят следните изводи:

- а) най-тежко натоварените от ветровия поток са наветрените греди;
- б) общото натоварване по подветрените греди може да има направление, което да съвпада или да е обратно с това на ветровия поток. Референтните аеродинамични коефициенти са с два – три пъти по-малки стойности от тези за наветрените греди;
- в) общото натоварване по вътрешните греди винаги е с направление, противоположно на ветровия поток;
- г) отчетените стойности на аеродинамичния коефициент за цялото сечение на моста са само положителни и са с 50 % ÷ 60 % по-малки от отчетените за наветрената греда. И ако те бъдат използвани за оразмеряване на стабилизиращите гредите елементи, това би било в посока на несигурността.
- д) освен усилия в своята равнина, хоризонталните ветрови потоци предизвикват усилия и във вертикалната. Тези усилия при тесни мостове са разтоварващи, а при широките се суперпонира с гравитачните товари.

От направеното изследване на мостове с возило върху тях могат да се направят следните заключения:

- а) в общия случай се повтарят изводите, посочени по-горе, за мостове без возило върху тях;
- б) ветровото натоварване по наветрените греди е по-малко, в сравнение с мостовете без возила върху тях. При подветрените греди на практика няма разлика дали върху мостовете има возило или няма;
- в) общото натоварване по вътрешните греди може да е с направление, съвпадащо или противоположно на ветровия поток.

ЛИТЕРАТУРА

1. AS/NZS 1170.2:2011. Structural Design Actions. Part 2: Wind actions. Standards Australia Limited / Standards New Zealand. ISBN 978-0-7337-9805-4.
2. BS 5400-2:2006. Steel, Concrete and Composite Bridges – Part 2: Specifications for Loads. British Standards Institution, 2006.
3. EN 1991-1-4:2005+A1:2010. Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-4: General actions – Wind actions. European Committee for Standardization, Brussels, 2010.

4. IRC: 6-2017. Standard Specifications and Code of Practice for Road Bridges. Section: II – Loads and Load Combinations (Seventh Revision). Indian Road Congress, 2017.
5. Standards for Design of Road and Railway Bridges and Culverts. KTSU, Sofia, 1989.
6. CP 35.13330.2011. Bridges and culverts. Ministry of Regional Development, Russian Federation, Moscow, 2011.
7. ANSYS® v.2020 R2. Documentation. Ansys Inc., Canonsburg, PA, the USA, 2020.
8. *Rusev, I., Tanev, T., Dinev, D.* Numerical study of wind actions on tall buildings with ANSYS CFX and comparison with EN1991-1-4. XII International scientific conference VSU'2012, Sofia, vol. 1, pp. 83-88, 2012 (on Bulgarian).
9. *Tominaga, Y., Mochida, A., Yoshie, R., Kataoka, H., Nozu, T., Yoshikawa, M., Shirasawa, T.* AIJ guidelines for practical applications of CFD to pedestrian wind environment around buildings. // *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 2008, 96 (10 – 11): 1749 – 1761. DOI: [10.1016/j.jweia.2008.02.058](https://doi.org/10.1016/j.jweia.2008.02.058).
10. *Rusev, I., Dinev, D., Tanev, T.* Numerical study of wind actions on nearby tall buildings. International Jubilee Scientific Conference UACEG'2012, Sofia, pp. 15 – 17, 2012 (on Bulgarian).
11. *Agyropoulos, C., Markatos, N.* Recent advances on the numerical modelling of turbulent flows. // *Applied Mathematical Modeling*, 2015, 39: 693 – 732. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2014.07.001>.
12. *Markatos, N.* The mathematical modelling of turbulent flows. // *Applied Mathematical Modeling*, 1986, 10 (3): 190 – 220. DOI: [https://doi.org/10.1016/0307-904X\(86\)90045-4](https://doi.org/10.1016/0307-904X(86)90045-4).
13. *Launder, B., Sharma, B.* Application of the energy dissipation model of turbulence to the calculation of flow near a spinning disk. *Letters in Heat and Mass Transfer*, 1974, 1, pp. 131 – 138.
14. *Baklanov, A., Barmpas, P., Bartzis, J., Batchvarova, E. et al.* Best practice guideline for the CFD simulation of flows in the urban environment. COST Action 732, Brussels, Belgium, 2007.
15. *Yu, M., Liao, H., Li, M., Ma, C., Luo, N., Liu, M.* Study on Static Wind Loading Coefficients of Suspension Bridge, Based on CFD Simulation and Wind Tunnel Test. // *Applied Mechanics and Materials*, 2011, 66-68: 334-339, Switzerland. DOI: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.66-68.334>.
16. *Wassef, W.* Proposed Guide Specifications for Wind Loads on Bridges during Construction. AASHTO SCOBS T5 Meeting, Minneapolis, Minnesota. AECOM, 2016.
17. *Zdravkov, L.* Wind Loads on Girder Bridges. // *Challenge Journal of Structural Mechanics*, 2022, 8 (1): 9 – 16. DOI: <https://doi.org/10.20528/cjsmec.2022.01.002>.

DETERMINATION OF AERODYNAMIC COEFFICIENTS UNDER WIND LOADS ON BEAM BRIDGES

L. Zdravkov¹

Keywords: wind, load, bridge, longitudinal beam, aerodynamic coefficient, CFD analysis

ABSTRACT

Wind is often the authoritative horizontal load in the transverse direction for bridges. For this reason, special attention has been paid to them in wind load standards. Unfortunately, all available load standards indicate one, summarized value for aerodynamic coefficient. It corresponds to the entire section of the facility. There is no division on the individual beams and/or the roadway. Information about the specific wind pressure on each of the beams is needed for the correct design of the supporting systems. To fill this gap, the author has created multiple models of bridges with longitudinal beams, using a computerized fluid simulation (CFD) program. According to the basic idea, there are no vehicles on the bridges. However, in order to expand the representativeness of the study, vehicles were placed on the bridges. Using these computer models, the author determined the values of the static aerodynamic coefficients for each of the bridge beams under the roadway and for the cross section of the bridge as a whole. The results clearly show that the values of the aerodynamic coefficients for the entire section of the bridge are much lower than those accounted for the windward beam.

¹ Lyubomir Zdravkov, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. “Steel, Timber and Plastic Structures”, UACEG, 1 H. Smirnovski Blvd., Sofia 1046, e-mail: zdravkov_fce@uacg.bg