

Получена: 15.09.2017 г.

Приета: 21.11.2017 г.

НАЦИОНАЛНИТЕ НИ ПРИЛОЖЕНИЯ ЗА МОСТОВЕ – КОМЕНТАРИ

Л. Георгиев¹, Ст. Иванов²

Ключови думи: Еврокод, национални приложения, мостове

РЕЗЮМЕ

Националните приложения служат за допълване и определяне на условията за прилагане на Еврокодовете у нас. Те се разработват с участието на БИС/ТК-56 „Проектиране на строителни конструкции” на базата на националния практически опит натрупан при проектирането на сгради и строителни съоръжения и са съобразени с климатичните условия на нашата страна. В последните години бе извършена значителна по обем работа, като бяха изготвени национални приложения към всички части на Еврокодовете. В статията са представени коментари върху някои от националните ни приложения, основно свързани с частите за мостове. Тези коментари имат за цел да подобрят и/или допълнят следващите им издания.

1. Въведение

Въвеждането на системата Еврокод (за краткост системата от европейските нормативни документи за проектиране на строителни конструкции ще наричаме Еврокод) у нас позволява да бъдат проектирани много широк кръг от строителни конструкции, сериозна част от които не се разглеждат в по-старите нормативни документи, използвани в нашата практиката. Предимството на стремежа към всеобхватност и задълбоченост на системата Еврокод води и до основния недостатък от практическа гледна точка – сложността и трудностите при приложение на редица процедури. Системата Еврокод дава възможност на проектанта за избор на различни по прецизност методи за анализ, определяне на усилия и носещи способности, както и редица специфични проверки. Сериоз-

¹ Лазар Димитров Георгиев, доц. д-р инж., кат. „Транспортни съоръжения”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: ldg_77@abv.bg

² Стоян Денков Иванов, гл. ас. д-р инж., кат. „Метални, дървени и пластмасови конструкции”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: stoyan_denkov@yahoo.com

но предимство на Еурокод е това, че се предоставя възможност за отразяване на националния практически опит и специфични особености в т.нар. национални приложения – NA (National Annex). Качествените, добре обмислени и пълни NA, са задължителна предпоставка за ефективното приложение на системата Еурокод в една страна.

Като основа за създаване на конструктивните Еурокодове в началото са послужили DIN и BS (British Standard). Немалко части, процедури и уточняващи клаузи от тези документи, след съответни модификации, са намерили своето място в NA на Германия и Великобритания, като по този начин сериозно е разширен обхватът на приложение на съответните части от системата Еурокод. Въпреки че количественият показател не винаги е обективен, следва да отбележим, че нашият национален анекс за стоманени мостове БДС EN 1993-2:2007/NA:2011 е в обем 9 стр., докато британският PD 6695-2: 2008+A1-2012 е в обем 94 страници.

Като всички нормативни документи, системата Еурокод е в процес на непрекъснато развитие и доусъвършенстване. Важна функция на NA е да осигурят възможност за приложение на конструктивни технологии, детайли и/или процедури, които не са ясно или въобще дефинирани в основния Еурокод. Например в DD ENV 1994-2:2001 са нормирани методи за определяне на носещата способност на различни видове механични съединителни средства, докато в съвременния БДС EN 1994-2:2006 се разглеждат само болтови дюбели. На авторите не е известно дали това решение е продиктувано от доказаната след проведени натурни изпитвания нормирана дуктиленост на болтовите дюбели (за други видове дюбели следва да се реализират допълнителни изпитвания) или включва определена доза лобизъм. В това отношение в EN 1994-2/NA:2012 не се нормира процедура за определяне на носещата способност на друг вид дюбели и ако такива се прилагат при даден комбиниран мост (което е прилагано у нас), то – за да се направи изчисление по Еурокод – следва да се извършат допълнителни натурни изпитвания (това е свързано с разход на време и средства и води до намалена конкурентност на алтернативни конструктивни решения в полза на болтовите дюбели). В британската практика този проблем частично е решен в PD 6696-2:2007+A1:2012.

2. Коментари

БДС EN 1990:2003/A1:2006/NA:2015

NA.2.14 Точка A2.4.1 Експлоатационни и други специфични гранични състояния, общи положения, алинея (2)

а) Ограничаване на провисванията.

С оглед комфорта на движение граничните стойности на провисванията (от проектните нивелетни коти) на елементи в експлоатация, по които минава автомобилен трафик, се ограничават, както следва:

За постоянни и подвижни товари (с отчитане на дълготрайните ефекти) провисванията не могат да бъдат по-големи от:

- за пътни мостове по АМ, първи и втори клас - $\pm 1/500$ от отвора;
- За пътни мостове от по-нисък клас - $\pm 1/400$ от отвора.

Под отвор се разбира дължината между две нулеви точки от моментната диаграма от постоянни товари.

Възложителят е в правото си да изисква и по-строги критерии.

Трябва да оценим положително факта, че националното ни приложение дава ограничения за провисванията на пътни мостове. Все пак авторите имат някои забележки по така изложения текст. Първо, не става ясно коя комбинация на натоварванията се има предвид под постоянни и подвижни товари. Обикновено, когато се разглежда външният вид на конструкцията, би следвало да се използва квазипостоянната комбинация, докато за комфорта на ползвателя се използва честата комбинация на въздействията. Честата комбинация на въздействията се препоръчва при оценка на деформациите за пътни мостове и в Анекс А2, към БДС EN 1990:2003/A1:2006.

За пример ще дадем ограничаването на деформациите при пътни мостове, съгласно швейцарските нормативни документи SIA, където:

От квази-постоянна комбинация (проверка свързана с външния вид на конструкцията), провисванията се ограничават до $L/700$, докато комфортът на пътуване се гарантира с лимитиране на провисванията от честата стойност само на полезния товар от трафика до $L/500$.

Подобен е случаят и в нашите „Норми за проектиране на пътни и железопътни мостове и водостоци“, Част 1, Общи положения, където плавността на движението на транспортните средства (комфортът) се осигурява чрез ограничаване на провисванията от подвижните товари до $L/400$. Необходимото очертание на връхната конструкция (външният вид) се предвижда за сметка на сторително надвишение, изчислено за постоянните товари плюс 40% от полезния товар. Допуска се да не се предвижда строително надвишение, когато общото провисване от постоянни и полезни товари е по-малко от $L/1600$.

Подобна е практиката и в много други нормативни документи, които дават ограничение за деформациите при пътни мостове.

Второ, не става ясно защо за отвор се приема разстоянието между нулевите точки в моментната диаграма. Навсякъде в цитираните по-горе документи под L се разбира подпорното разстояние. В случая на непрекъснатата греда, където разстоянието между нулевите точки на моментната диаграма за среден отвор е от порядъка на $0,60L$, така записаното ограничение се преобразува на $L/830$ от отвора, което го прави доста по-строго от цитираните други нормативи.

Поради изложените по-горе примери считаме, че така записаният текст е неясен и непълен.

БДС EN 1991-2:2006/NA

NA.2.14 Точка 4.3.3 Товарен модел LM 2, алинея (2)

Стойността на коефициента β_Q се приема равна на 0,5 за проверка на местно натоварване.

Товарният модел LM 2 се състои от единичен осов товар и се прилага при проверки за локално натоварване, обикновено е меродавен при проверките на стоманени орто-тропни плочи. Препоръчването на коефициент β_Q , равен на 0,50, на практика намалява интензитета му до такава степен, че този товар става по-малък от осовия товар на товарен модел LM 1, с което приложението му се обезсмисля. Не ни е известно такава е причината за избор на толкова ниска стойност на коефициента β_Q , след като дори в основния документ се препоръчва неговата стойност да е равна на α_{Q1} , с която се умножава осовия товар на LM 1. За сравнение ще кажем, че стойността, предписана за α_{Q1} в националното ни приложение е 1,0, за мостове по автомагистрала и пътища с международен трафик, и 0,80 за всички останали.

NA.2.46 Точка 5.7 Динамични модели за натоварвания от пешеходци, алинея (3)

Ускоренията във връхните конструкции на пешеходните мостове не трябва да надвишават стойностите, дадени за точка A2.4.3.2 в националното приложение към БДС EN 1990:2003. Възложителите на конкретните проекти могат да определят и други критерии за комфорт, както и съответните им динамични модели.

Задаването на динамични товарни модели с цел проверка на комфорта на пешеходните мостове е задача, която изисква добра теоретична подготовка в една доста тясна област. Освен това в последната редакция на основния документ липсват насоки и препоръки за избора на такива динамични модели, каквито фигурираха в по-стари версии на стандарта. Прехвърлянето на отговорността в този случай към възложителя не е много коректно, тъй като в случая на пешеходни мостове това най-често е общинската администрация, която едва ли разполага със съответните компетенции за определянето на динамични товарни модели. Считаме, че мястото за тяхното дефиниране е именно националното ни приложение, още повече такава е и препоръката в основния документ.

БДС EN 1998-2/NA:2012**NA.2.5 Точка 2.2.2 Неразрушаване (крайно гранично състояние), алинея (5)**

Когато има малка вероятност изчислителното сеизмично въздействие да бъде превишено през проектния експлоатационен период на моста, сеизмичното въздействие може да се приема като особено въздействие съгласно 1.5.3.5 и 4.1.1(2) на EN 1990:2002. В този случай изискванията в (3) и (4) могат да бъдат облекчени.

Дадено сеизмично събитие трябва да се счита за «особено въздействие», при което да е приложима точка 2.2.2 (5), когато коефициентът на значимост за този мост е по-голям от единица.

За мостове, които са от особено значение за комуникацията и за осигуряване на безопасността на населението след земетресението, Еврокод не предвижда промяна в критерия за КГС (чрез завишаване на изискванията към състоянието им след земетресението, например чрез недопускане на повреди или допускане на трафик, различен от аварийния), а запазва един и същ критерий за неразрушение, и вместо това променя нивото на риска, като увеличава средния период на повтаряемост на изчислителното сеизмично въздействие с коефициент на значимост $\gamma_1 = 1,4 > 1,0$.

В националното ни приложение това завишаване на периода на повтаряемост е тълкувано погрешно, като пример за мостове, при които има малка вероятност изчислителното сеизмично въздействие да се превиши през проектния експлоатационен период на моста. Като се позволява за тези значими мостове сеизмичното въздействие да се приеме като особено въздействие, с което да се занижат изискванията, поставени към критерия за неразрушение, се допускат повреди и нееластично поведение на връхната конструкция. Това на практика обезсмисля приетия коефициент на значимост 1,4 за мостовете с клас на значимост III. БДС EN 1998-2, наистина предвижда възможност за приемане на сеизмичното въздействие като особено, но се имат предвид случаите на ниска сеизмичност, когато вероятността за превишаване на изчислителното сеизмично въздействие през проектния живот на моста може да бъде далеч под 10% и е трудно да бъде оценена. Според същото национално приложение в България не се предвиждат райони с ниска сеизмичност, което означава, че приемането на сеизмичното въздействие като особено за нашата страна е недопустимо!!!

NA.2.12 Точка 4.1.2 Маса, алинея (4)Р

Квазипостоянните стойности на променливите въздействия се приемат, както следва:

- За мостове в градски условия и на автомагистрала със стоманобетонни връхни конструкции $\psi_{2,1} = 0,2$, а за такива с метална или комбинирана връхна конструкция $\psi_{2,1} = 0,3$;
- За мостове по всички останали пътища със стоманобетонни връхни конструкции $\psi_{2,1} = 0$, а за такива с метална или комбинирана връхна конструкция $\psi_{2,1} = 0,2$;

- За железопътни мостове със стоманобетонни връхни конструкции $\psi_{2,1} = 0,3$, а за такива с метална или комбинирана връхна конструкция $\psi_{2,1} = 0,4$;
- За пешеходни мостове $\psi_{2,1} = 0,2$.

На авторите не им е известна логиката за приемането на квазипостоянните стойности на променливите въздействия в нашето национално приложение, но определено те бъдат смущение. Интересно е, че коефициентът за определяне на квазипостоянната стойност на въздействията от трафик варира в зависимост от материала на връхната конструкция. В основния документ БДС EN 1998-2:2006 такава зависимост няма, като там логично коефициентът зависи само от интензитета на трафика (класа на пътя). По мнение на авторите няма логика за завишаване на товара върху един мост в зависимост от материала, от който е неговата връхна конструкция. Вероятно такава разграничаване е продиктувано от желанието за компенсиране на разликата в собственото тегло на различните връхни конструкции, като по този начин се цели неутрализиране на основното предимство на леките връхни конструкции от стомана. Освен това по този начин се отблъскват проектантите от прилагането на стоманени и комбинирани мостове извън магистралните пътища, чрез усложнения при проектирането за сеизмична комбинация, докато удобно се дефинира коефициент $\psi_{2,1} = 0$ за стоманобетонни връхни конструкции. Прави впечатление, че за пешеходните мостове обаче не е от значение типът на материала за връхна конструкция.

В кипърския CYS NA CYS EN 1998-2:2005, NA 2.9 Clause 4.1.2 (4)Р се нормира стойност на $\psi_{2,1} = 0$ за мостове с нормален трафик и пешеходни мостове, $\psi_{2,1} = 0,2$ за пътни мостове с интензивен трафик и $\psi_{2,1} = 0,3$ за жп мостове с интензивен трафик. В NA to BS EN 1998-2:2005, BSI 2009, 4.1.2(4)Р се предписва $\psi_{2,1} = 0,2$ за пътни мостове и $\psi_{2,1} = 0,3$ за жп мостове.

Напълно логично в NA във Великобритания (страна с ниска сеизмичност) и в Кипър (страна с висока сеизмичност) частта от полезния товар, която участва при сеизмичния анализ на мостове, да е обвързана с вида и интензивността на трафика, а не с материала на връхната конструкция. В това отношение се създава впечатлението, че предписанията в NA.2.12 Точка 4.1.2 Маса, алинея(4)Р на нашия национален анекс БДС EN 1998-2/NA:2012 се основават предимно върху лобизъм.

3. Заключение

В заключение следва да отбележим, че въвеждането на системата Еврокод за проектиране на строителни конструкции у нас е положително, въпреки че се реализира сравнително бавно в годините поради наличието на известна съпротива от страна на консервативна част от проектантската колегия. За да се повиши ефективността от приложението на системата Еврокод за мостове у нас е важно да бъдат непрекъснато разви-

вани и усъвършенствани съответните национални приложения. По тях е извършена и се извършва сериозна работа, но също така съществуват дискуссионни предписания, както и липса на конкретни предписания по определени въпроси. По мнение на авторите правилният път за развитие и усъвършенстване на нашите национални приложения към Еврокод за мостове е да се търсят разумни, национално отговорни и логични решения и предписания, базирани на националния практически и изследователски опит, като следва да се сведе до минималните възможни граници факторът лобизъм. Това може да бъде постигнато посредством активното участие в БИС/ТК-56 на по-широк кръг от проектантите и тесни специалисти в съответните области. Само по този начин ще бъде осигурена възможност на проектантската колегия за постигане на оптимални конструктивни решения за мостове, които да съчетават в себе си нормираната в Еврокод надеждност и дълготрайност при минимални ресурси за тяхното реализиране.

ЛИТЕРАТУРА

1. БДС EN 1990:2003/A1:2006 Еврокод 0. Основи на проектирането на строителни конструкции.
2. БДС EN 1990:2003/A1:2006/NA:2015 Еврокод 0. Основи на проектирането на строителни конструкции. Национално приложение.
3. Норми за проектиране на пътни и железопътни мостове и водостоци. Част 1: Общи положения. Министерство на транспорта, София, 1989.
4. БДС EN 1991-2:2006 Еврокод 1. Въздействия върху строителните конструкции. Част 2: подвижни натоварвания от трафик върху мостове.
5. БДС EN 1991-2:2006/NA:2015 Еврокод 1. Въздействия върху строителните конструкции. Част 2: подвижни натоварвания от трафик върху мостове. Национално приложение.
6. БДС EN 1993-2:2007/NA:2011 Еврокод 3. Проектиране на стоманени конструкции. Част 2: Стоманени мостове. Национално приложение.
7. БДС EN 1994-2:2007 Еврокод 4. Проектиране на комбинирани стомано-стоманобетонни конструкции. Част 2: Общи правила и правила за мостове.
8. БДС EN 1994-2:2007/NA:2012 Еврокод 4. Проектиране на комбинирани стомано-стоманобетонни конструкции. Част 2: Общи правила и правила за мостове. Национално приложение.
9. БДС EN 1998-2:2006 Еврокод 8. Проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия. Част 2: Мостове.
10. БДС EN 1998-2:2006/NA:2012 Еврокод 8. Проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия. Част 2: Мостове. Национално приложение.
11. CYS NA CYS EN 1998-2:2005 Eurocode 8. Design of structures for earthquake resistance. Part 2: Bridges.
12. PD 6695-2:2008+A1-2012 Recommendations for the design of bridges to BS EN 1993.
13. PD 6696-2:2007+A1-2012 Background paper to BS EN 1994-2 and the UK National Annex to BS EN 1994-2.

BULGARIAN NATIONAL ANNEXES FOR BRIDGES – COMMENTS

L. Georgiev¹, St. Ivanov²

Keywords: Eurocodes, national annexes, bridges

ABSTRACT

National annexes serve for supplement and definition of the circumstances for the application of Eurocodes in our country. They are developed with the participation of BIS/TC-56 “Design of Building Structures”, based on the national practical experience, accumulated in the design of buildings and structural constructions and are in accordance with the climatic conditions in our country. Work significant by its volume has been done in the last years and national annexes to all parts of the Eurocode have been developed. Comments on some of our national annexes basically connected with the parts for bridges are presented in this paper. These comments are aimed at improving and/or supplementing their next editions.

¹ Lazar Georgiev, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. “Transport Structural Facilities”, UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046, e-mail: ldg_77@abv.bg

² Stoyan Ivanov, Chief Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. “Steel, Timber and Plastic Structures”, UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046, e-mail: stoyan_denkov@yahoo.com