

УВАЖАЕМИ КОЛЕГИ ОТ КСС

Във връзка с наложилата се проектантска практика за използване на профилирана ламарина в покривните конструкции на сгради от сглобяем стоманобетон като хоризонтална закоравяваща диафрагма без вграждане на допълнителни хоризонтални стоманени връзки в НПС „КСС”, бе свикан Технически експертен съвет за изготвяне на мнение и препоръки по темата. В изготвеното експертно становище задълбочено е разгледан проблемът с избора на необходим коефициент на реагиране или на поведение за такъв тип конструкции, както и на вариантите за тяхното моделиране при изследване на сеизмичното им поведение чрез пространствени изчислителни модели. Дадени са съответните препоръки и мнения, с които да се запознаят колегите от секция „КСС” от всички регионални колегии в КИИП.

Председател на НПС „КСС” към КИИП:
инж. Емил Крумов

ЕКСПЕРТНО СТАНОВИЩЕ от Технически Експертен Съвет

Относно: Осигуряване на диафрагмено поведение на покривни, скелетни, сглобяеми стоманобетонни конструкции посредством профилирана ламарина

Състав на Техническия експертен съвет (ТЕС):

Председател: инж. Васил Кърджиев, проф. д-р

Членове:

1. инж. Здравко Бонев, проф. д-р
2. инж. Петър Христов, доц. д-р
3. инж. Димитър Куманов
4. инж. Емил Бойчев

Много често у нас в последните години се налага от Възложителите използването на готови конструктивни проекти за сглобяеми стоманобетонни конструкции, изготвени в страни от Европейския съюз, където не е меродавно натоварването от сеизмични въздействия. В тези проекти обикновено покривното покритие е профилирана ламарина и липсват закоравяващи хоризонтални стоманени връзки. Така за обединяване на хоризонталните премества-

ния на носещата стоманобетонна конструкция се разчита главно на покривната профилирана ламарина, като тя се залага в пространствените изчислителни модели като хоризонтална покривна диафрагма. Най-често това решение се предлага без необходимите доказателства за коректност и сигурност на приемането. Осигуряването на диафрагмено действие на покривната конструкция се изисква както от националната нормативна уредба, така и от БДС EN 1998-1. Тук е необходимо да се отбележи, че съгласно Норми за проектиране на стоманени конструкции от тънкостенни профили от 1986 г. в чл.2 е записано, че: *Не се допуска употребата на тънкостенни стоманени профили при непосредствено приложени върху конструкцията динамични товари.* А сеизмичното въздействие има изцяло динамичен характер.

В това становище проблематиката е разгледана в светлината на взаимовръзката между ролята на покривната ламарина за осигуряване на диафрагмено действие и избора на коефициент на реагиране при конструкциите от сглобяем стоманобетон, проектирани по националната нормативна уредба, респективно на коефициент на поведение при проектиране по системата Еврокод.

1. Коефициенти на реагиране на скелетни конструкции от сглобяем стоманобетон по Наредба №РД-02-20-2 от 2012г. за проектиране на конструкции и съоръжения в сеизмични райони и коефициенти на поведение по БДС EN 1998-1.

Въпросът е разгледан общо и за двете норми, защото Наредба №-02-20-2 от 2012 г. препраща към Еврокод в голямата част от случаите. Има разлики в разглежданите коефициенти – те са пояснени накрая на тази точка. Тук ще бъдат разгледани само случаи на сглобяеми скелетни конструкции, при които сеизмичните въздействия се поемат само от колоните, тоест е налице относително равномерно разпределение на множество елементи с подобно поведение и коравина. Случаи, когато между колоните са вложени вертикални връзки или случаи на стенни системи не се разглеждат изрично, но всичко, казано по отношение на скелетните конструкции, важи по принцип и за тях.

По българската нормативна уредба, за избора на стойност на коефициент на реагиране при скелетни сглобяеми стоманобетонни рамкови конструкции, съгласно чл.15(1) и таблица 3 на Наредба №-02-20-2 от 2012 г., се разглеждат два възможни случая:

1. Скелетни конструкции, при които се осигурява интегритетът на съединенията на колоните с всички останали елементи – тогава за многоотворни скелетни конструкции се възприема коефициент на реагиране $R = 0,35$, а за едноотворни – $R = 0,40$.

2. Едноетажни скелетни конструкции с дисипативни зони в основата на колоните и съединения, неосигурени срещу деинтеграция или разположени в

критичните зони, когато не удовлетворяват изискванията на т.5.11.2 от БДС EN 1998-1 – възприема се коефициент на реагиране $R = 0,67$.

Забележка: Като относимо и най-важно изискване на т.5.11.2 от БДС EN 1998-1 се отбелязва: *5.11.2.2 (4) За стоманените елементи (профили или пръти), закрепени върху стоманобетонни елементи и предвидени да допринасят за сеизмичната носимоспособност, трябва да се докаже по аналитичен и експериментален начин, че се съпротивляват на зададените деформации по време на натоварването, при прието ниво на дуктилност, както е зададено в 5.11.2.1.3.(2) – тоест, когато съединенията дисипират енергия.*

ТЕС счита, че Наредба №-02-20-2/2012 г. не дава еднозначен и ясен отговор за правилен избор на стойност на коефициента на реагиране, най-вече защото случаи на деинтеграция на съединения в сгради и съоръжения у нас не би следвало да се допускат въобще.

Обръща се внимание и че детайлите на присъединяване на покривните греди и столици към колоните при сгради от сглобяеми скелетни конструкции се очаква да допринасят за сеизмичната носимоспособност на сградата, защото е предвидено те да участват в изравняването на деформациите в горния край на колоните, но обикновено в конструктивната практиката у нас не се предвижда дуктилно поведение на тези съединения в сеизмична ситуация. По принцип е възможно за тези съединения да се предвиди дуктилно поведение, но то трябва да се докаже със съответните проверки съгласно БДС EN 1998-1.

Изисквания за изравняване на деформациите в обхвата на всяко етажно ниво /включително покрива/ и реагиране на конструкцията като единна пространствена система посредством диафрагменото поведение на всяко ниво има в Наредба №-02-20-2/2012 г. – чл.8, ал.1, т.5, чл.24, ал.2 и приложение 2, т.1.3. Подобни на описаните изисквания и препоръки са налице и в БДС EN 1998-1.

Нещо повече, но и много по-важно – при коефициентите на реагиране на скелетните конструкции, цитирани по-горе, в скоби изрично е подчертано, че става дума за покривни конструкции от 2Т панели, виренделови греди /при тях се прилагат оребрени стоманобетонни промишлени покривни панели (ППП)/ и пр. Тоест са създадени условия за закоравяване на покривния диск и изравняване на деформациите посредством второстепенните покривни елементи.

От всичко гореизложено може да се направи извод, че осигуряването на диафрагмено действие на покривното ниво е много важно и не по-малко важни са детайлите на връзка на покривните сглобяеми елементи с колоните и един към друг, защото това има пряко отношение към поведението на конструкцията в сеизмична ситуация и към възприетия коефициент на реагиране /поведение/ в моделите за анализ.

Когато покритието се реализира само с профилирана ламарина, без да се използват допълнителни покривни прътови хоризонтални връзки между отделните сглобяеми елементи, се очаква, че за осигуряването на диафрагмено поведение на покривното ниво се разчита само на коравината на профилираната покривна ламарина. Напоследък в масовата практика при моделирането ламарината се симулира с крайни елементи от типа Area (Shell/Deck), които много лесно изравняват деформациите за покривното ниво в самия модел, и така значително се надценява способността на ламарината да играе подобна роля на практика /виж т.2/.

Имайки предвид че съгласно Наредба №02-20-2/2012 г. коефициент на реагиране $R = 0,67$ се прилага за системи от тип „Обърнато махало“ и приравнени към нея, се налага позоваване на определенията, дадени в БДС EN 1998-1, където е посочено, че:

5.1.2 (1) система обърнато махало е система, при която 50% или повече от масата е в горната третина от височината на конструкцията или при която дисипацията на енергията се осъществява главно в основата на един конструктивен елемент.

ЗАБЕЛЕЖКА: Едноетажни рамки с колони, свързани в горния си край в двете основни направления на сградата и със стойност на нормализираната осова сила v_d , която никъде не надвишава 0,3, не принадлежат към тази категория.

По принцип ТЕС счита, че представеното изключение важи само в случай, в който е гарантирано диафрагменото поведение на покривната конструкция, тоест всички колони са свързани и работят заедно в кое да е направление, а не само по глобалните оси. Като пример може да се използва случаят, при който сеизмичното въздействие е насочено по диагонала на глобалните оси – тогава всяка колона ще работи при по-малко взаимодействие с останалите колони, ако връзката на горния ѝ край с гредите и столиците е ставна. Но все пак, ако горният текст се чете буквално, ортогоналните скелетни конструкции от сглобяем стоманобетон формално отговарят на това изискване и системата не следва да се счита за обърнато махало.

Следователно може да се направи извод, че при системи, при които горните краища на колоните са свързани посредством греди и/или столици в главните направления, коефициентът на реагиране може да се допусне по-малък от 0,67, защото системата не следва да се разглежда като обърнато махало, стига да е спазено изискването за v_d .

Обаче, ако не е осигурена достатъчна коравина на покривната диафрагма, за да преразпределя инерционните сили равномерно към всички колони, ще бъде допусната груба грешка. Тогава всеки ред колони ще поема инерционните сили от приспадащите се на него маси и няма да има възможност силите да се преразпределят към съседните редове колони. Например – при двуетворна рамка средният ред колони ще бъде значително претоварен

по направление перпендикулярно на рамката, ако няма преразпределяне към крайните редове, на които се приспадат по-малко маси.

Възможното диафрагменото поведение на покривната ламарина не може да се разглежда в светлината на изискванията на нито една от цитираните норми, като основанията са изложени в т.2. В тези случаи буквално трябва да се спази чл.24, т. 2 от Наредба №-02-20-2/2012 г., тоест в изчислителния модел масите да се разполагат в горния край на колоните по такъв начин, че да отговарят на приспадащите им се товарни площи и локални товари. И моделът да се изследва без въвеждане на хоризонтална покривна мембрана, във всяко възможно направление на сеизмичното въздействие, а не само по направление на глобалните оси на сградата.

Може да се направи и изводът че, ако детайлите на присъединяване на покривните елементи /греди и столици/ към колоните не гарантират изравняване на деформациите във всяко от глобалните направления, тоест съединенията към колоните не са осигурени срещу деинтеграция в сеизмична ситуация, коефициентът на поведение е необходимо да се приеме $R = 0,67$, като системата се приравнява към тип „Обърнато махало”.

И като допълнително утежняващо обстоятелство следва да се отчитат случаите, когато в конструкциите има частично вградени междинни етажни нива, които пряко водят до значителна нерегулярност както в план, така и по височина на конструкцията. Конструираното междинно етажно ниво в една част от сградата често я превръща и в усукващо-деформируема конструктивна система, което усложнява още повече разглежданата ситуация. За такива системи е изключително важно да се гарантира преразпределяне на усилията, за да не работи всеки елемент сам за себе си при поемането на сеизмичните въздействия – тази необходимост е най-добре обяснена в БДС EN 1998-1, т. 4.2.1.5.

Препоръки:

На основата на гореизложеното ТЕС счита, че при проектирането на скелетни конструкции от сглобяем стоманобетон, при които сеизмичните сили се поемат от колоните, трябва да се приемат коефициентите на реагиране или на поведение по следните начини:

А. По Наредба №-02-20-2/2012 г. за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони:

При наличие на диафрагмено поведение на покрива /постигнато или с корави покривни ст.б. панели, или посредством хоризонтални покривни връзки/ и когато съединенията между всички елементи от конструкцията са конструирани и оразмерени да поемат сеизмичните сили, възникващи в тях от преразпределяне на усилията между колоните, коефициентът на реагиране се приема:

– за многоотворни скелетни конструкции $R = 0,35$

- за едноотворни скелетни конструкции $R = 0,40$
- за усукващо деформируеми системи $R = 0,50$

Това са базовите коефициенти на поведение и ако се налага, те се коригират съответно с 1,25 при нерегулярност по височина или съгласно изискванията на чл.16 на Наредба №-02-20-2/2012 г..

Ако горните условия за диафрагмено поведение на покрива с цел изравняване на деформациите в горния край на колоните не са удовлетворени, се приема $R = 0,67$.

Б. По БДС EN 1998-1

При наличие на диафрагмено поведение на покрива се работи с коефициент на поведение по т. 5.11.1.4 (1), във връзка с т.5.2.2.2 и първия или третия ред от таблица 5.1, тоест:

- за рамкови или еквивалентни на рамкови смесени системи:
 - за едноетажни сгради $q_p = 3,3k_p$ (за DCM) и $q_p = 4,95k_p$ (за DCH);
 - за многоетажни, едноотворни рамки $q_p = 3,6k_p$ (за DCM) и $q_p = 5,4k_p$ (за DCH);
 - за многоетажни, многоотворни рамки или еквивалентни на рамкови смесени системи $q_p = 3,9k_p$ (за DCM) и $q_p = 5,85k_p$ (за DCH);
- за усукващо деформируеми системи: $q_p = 2,0k_p$ (за DCM) и $q_p = 3,0k_p$ (за DCH);

При липса на диафрагмено поведение на покрива се работи с коефициент на поведение по т. 5.11.1.4 (1), във връзка с т.5.2.2.2 и четвъртия ред от таблица 5.1, тоест:

- за системи тип обърнато махало: $q_p = 1,5k_p$ (за DCM) и $q_p = 2,0k_p$ (за DCH);

където k_p е редукиционен коефициент, зависещ от капацитета на сглобяемата конструкция да дисипира енергия, като неговите стойности се приемат $k_p = 1,0$ за конструкции със съединения съгласно т. 5.11.2.1.1, 5.11.2.1.2 или 5.11.2.1.3, т.е. проектирани като дуктилни или $k_p = 0,5$ за конструкции с други видове съединения.

При всички положения се спазват изискванията на БДС EN 1998-1 т.5.11.3.5, като се обръща особено внимание на т.5.11.3.5(2).

Забележка:

За покривни конструкции само с профилирана ламарина, без стоманени хоризонтални връзки между греди и столици, се счита, че условието за диафрагмено поведение в сеизмична ситуация не е изпълнено. Това се доказва като принцип от БДС EN 1998-1 т. 5.10.(2) и т.5.11.3.5. Нещо повече - при неспазване на условията на т. 5.11 от БДС EN 1998-1, коефициентът на поведение трябва да се приеме по-малък или най-много равен на 1,5 /виж 5.11.1.4 (2)/

2. Диафрагмено действие на покривна профилирана ламарина

По въпроса доколко покривната ламарина спомага за изравняване на деформациите в горния край на колоните, ТЕС счита, че в това отношение трябва да се акцентира върху четири основни аспекта:

2.1.1. Подходящи приемания в изчислителните модели за статичен и динамичен анализ

В изчислителните модели за анализ обикновено се използват Area/Shell елементи, които имитират профилираната покривна ламарина. В някои софтуерни продукти, например един от най-използваните в проектантската практика у нас – ETABS, покривната профилирана ламарина може да се въведе и с Area елементи от типа Deck. Отбелязват се следните важни проблеми:

– при моделирането с AREA елементи, без значение какви, програмата отчита в равнината на покрива непрекъснатата връзка на тези елементи както един към друг, така и към гредите и столниците от покривната конструкция. Такова приемане е невярно, защото крепежните елементи – винтове или пирони – се разполагат на определени разстояния един от друг и освен това връзката е поддаваема поради възможността за локално смачкване на ламарината при крепежите, като поддаваемостта би трябвало да се докаже и тогава съответно да се отчете в модела. Трябва да се има предвид, че ламарините се коват за столниците само в долна вълна, тоест горните им вълни изобщо не са свързани с носещата конструкция. При идеализирана в модела непрекъснатата връзка между отделните Area елементи, се получава значително надценена коравина на хоризонталната диафрагма, каквато на практика не съществува, а това води до неверни резултати;

– програмите не отчитат, че обикновените гладки мембранни елементи не могат да поемат натискови сили в равнината си и че е възможно да работят само опънните диагонали за осигуряване на главните напрежения. Ако се моделира профилирана ламарина с истинската си форма и коравина в различните направления и с истинското си закрепване към столниците – само в долна вълна, то трябва да се има предвид, че тя има известна носеща способност на натиск и опън по направление успоредно на ребрата, а напречно на тези ребра носещата ѝ способност на натиск и опън е много малка, почти равна на нула. По направление на ребрата носещата способност на ламарината за натискови сили не е еднозначно равна на носимоспособността на сечението поради възможностите за загуба на местна устойчивост на отделните части от полетата и на огъвно-усуквателна форма на загуба на устойчивост на ребрата, тоест поведението на мембранните елементи не е изотропно;

– при моделирането е необходимо да се въведат и всички отвори по покрива, които нарушават интегритета на покривната мембрана. При тях се очакват значителни концентрации на напрежения. Трябва да се отчетат и носачите за машини и инсталации, които укрепват отворите в ламарината, за-

щото те предизвикват локални закоравявания и локални допълнителни сили в столиците. Обикновено по времето, когато се извършва анализ на конструкцията, не се знае точното разположение на тези отвори – те се доуточняват в края на проектирането, и тогава е необходимо да се направи повторна проверка, на прекалено късен етап от проекта;

– когато се използват мембранни елементи, известна част от инерционните сили, които се предават в горния край на колоните, идват чрез тези елементи, тъй като мембраната е свързана с колоната в общ възел в модела. На практика такова усилие не се предава директно към колоните – то преминава през елементите, към които е закрепена ламарината.

– когато се използва програмният продукт ETABS, в самото ръководство за ползвателя от съставителите му са дадени следните указания: Ако ламарината е специфицирана като Unfilled Deck (незапълнена с бетон ламарина) характеристиките на стоманата трябва да се укажат за материала на ламарината и трябва да се укаже еквивалентна дебелина при работата на ламарината на срязване. Тези данни се използват от програмата за определяне на мембранната коравина на срязване на ламарината, тоест случаят отново се привежда до равнинни мембранни елементи. Проблемът в ETABS е, че няма дадени подробни указания за определянето на еквивалентната дебелина на профилираната ламарина при работата ѝ на срязване, още повече че съпротивлението ѝ срещу нормални и/или срязващи сили по направление на ребрата е различно от същото съпротивление перпендикулярно на ребрата, като всяко от тях се различава значително от съпротивлението на гладкия лист със същата номинална дебелина. Затова при никакви обстоятелства за въпросната еквивалентна дебелина на срязване на профилираната ламарина не може да се използва дебелината на гладкия лист. По въпроса за еквивалентната дебелина на срязване не дават указания и доставчиците на профилирана ламарина у нас. Както бе изяснено по-горе, тя има различно поведение при поемане на срязващи и нормални сили в различните направления, тоест поведението не е изотропно.

– фактът че крайните вълни на листовите от ламарина се презастъпват по надлъжно направление още по-малко може да бъде отчетено в модела. Поведението на презастъпените вълни зависи до голяма степен от крепежните средства (резбонарезните винтове) и от разстоянията между тях. При презастъпването върху гредите или столиците винаги се натрупват четири стоманени листа един върху друг – това може да се намали до три листа един върху друг чрез разместване, обаче такова разместване на практика не се прави. Там поведението на крепежите към главната конструкция още по-малко подлежи на подходящо моделиране.

2.1.2. Доказване на носещата способност на ламарината и нейните крепежи към покривните елементи и на отделните листове един към друг.

Дори да се постигне пълно и точно моделиране, което е невъзможно

понастоящем, покривната ламарина и нейните връзки към гредите, и на отделните листове един към друг, трябва да се проверят за доказване на носеща им способност с отчитане на всички възможни въздействия.

Това значи, че при избора на вида ламарина трябва да бъде отчетено, че в нея се появяват нормални и срязващи усилия при работата ѝ за постигане на диафрагмено действие на покривното ниво за преразпределяне на усилията в колоните. Нещо повече, в зоните на крепежните средства се очаква значителна концентрация на напрежения, които също трябва да се отчетат при проверките. Очаква се и да има стремеж към локална загуба на местна устойчивост на отделните полета на профилираната ламарина от допълнителните нормални и тангенциални напрежения. Очаква се и неравномерно предаване на всички усилия към столиците, защото само долните вълни се коват към тях, а горните вълни остават свободни.

Почти винаги в проектите изборът на вида ламарина се базира на представени изчисления на доставчика, в които са отчетени само въздействията от вертикални товари. Но ако се разчита на диафрагмено действие в сеизмична ситуация, приетите крепежни средства трябва да са многократно повече, отколкото препоръчват производителите, когато ламарината работи само за вертикални товари и дебелината на листовите ламарина също трябва да е по-голяма. Съобразно получените усилия от сеизмичния анализ, се очаква да са определени и зони за допълнително сгъстяване на крепежите, а така също и зони с увеличена дебелина на листовите профилирана ламарина. Поради невъзможността да се извърши коректно и точно моделиране, не може да се разчита и че каквито и да са резултатите от модела, те са коректни, за да може да се използват за проверки на носещата способност на ламарината и на крепежните средства.

Когато ламарината се кове върху стоманобетонни елементи, трябва да се има предвид и че повърхността на бетона може да не е съвсем равна, каквато е при стоманени елементи. До известна степен са възможни и частични разслоявания или други локални дефекти в повърхността на бетона.

2.1.3. Какъв е натрупаният досега многогодишен опит?

По отношение на използването на профилирани покривни ламарини у нас и по света има натрупан огромен, многогодишен опит. Има и изследвания по въпроса доколко ламарината може да има диафрагмено действие от гледна точка на коментирания тук проблем, включително и от български автори. Всички известни на ТЕС такива изследвания са свързани със случаите, когато са приложени стоманени елементи в покривната конструкция. Доказана е и необходимостта от сгъстяване на крепежите, пак при стоманена покривна конструкция. Доказани са и проблемите, най-сериозният от които при стоманените конструкции е монтажното състояние, преди полагането на ламарината, когато покривният диск не е закоравен.

Някои от по-големите производители на профилирани ламарини имат и ръководства по въпроса. В известните на ТЕС ръководства се разглеждат случаи само на ветрово натоварване, само на регулярни сгради и не се препоръчва да се разчита на диафрагменото действие на профилираната ламарина при значителни концентрирани хоризонтални товари за преразпределяне, включително динамични и/или знакопроменливи – например от мостови кранове. В тези ръководства не се разглеждат сеизмични въздействия, особено в случая на нерегулярни в план и/или по височина сгради, когато диафрагменото действие на покривната конструкция е ключово и са налице значителни усилия за преразпределяне при земетръс.

Когато става дума за конструкции от сглобяем стоманобетон има съществена разлика в собственото тегло на елементите, които ламарината свързва. Затова се очаква и значителна разлика в локалните инерционни сили, които ламарината трябва да поеме от отделния елемент. Друга разлика е, че при стоманобетонните конструкции се очаква много по-малък принос на ламарината за укрепване срещу огъвно усуквателна форма на загуба на устойчивост на елементите, каквато роля често се очаква от нея при стоманените конструкции. Причината е, че при стоманобетонните конструкции тези проблеми са многократно по-малки, отколкото при стоманените.

Така или иначе, и независимо от материала на главните покривни елементи, на ТЕС не е известен публикуван официален източник във вид на нормативен документ, който да препоръчва да се разчита само на покривната ламарина, за да се гарантира диафрагмено действие на покривната конструкция в сеизмични райони. Самите производители също не разпространяват у нас подобни препоръки и причината е, че територията на нашата страна е с относително високи стойности на сеизмичния hazard, при които рискове или неясноти на поведението на който и да е елемент са недопустими.

Също така е важно да се отбележи, че когато ще се разчита на ламарината за диафрагмено действие, при никакви обстоятелства нейният избор не може да се базира само на носещата ѝ способност, необходима за поемане на вертикалните товари. Същото важи с особена сила и за крепежните средства.

2.1.4. Необходимо ли е да се приема такова конструктивно решение?

На фона на всичко гореописано, в райони с висок сеизмичен hazard икономисването на покривни връзки не се препоръчва при никакви обстоятелства! Както при конструкциите от сглобяем стоманобетон, така и при стоманените конструкции. Още повече че икономията от хоризонтални връзки трябва да се намали със стойността на увеличените крепежни средства и времето за монтажа им, а така също и с разликата в стойността на самата ламарина, тъй като тя трябва да е с по-голяма дебелина при варианта без връзки, за да поема и допълнителните усилия, породени от диафрагменото ѝ действие в сеизмична ситуация.

Не на последно място трябва да се отчетат и експлоатационните условия. Често се случва покривите да протекат и водите се събират в долните вълни на ламарината, които са заковани за столиците. При такова състояние се пораждат рискове от корозия, особено в зоната на разпробиването на ламарината от крепежните средства, които са заковани в долната вълна, защото точно оттам капе водата. А както бе изяснено по-горе, за осигуряване на диафрагменото действие се разчита на крепежните средства. Този проблем има пряко отношение към дълготрайната способност на профилираната ламарина и на крепежните средства да изпълняват ролята, която се очаква от тях.

2.1.5. Заключение:

На основата на гореизложеното ТЕС счита, че при скелетни конструкции от сглобяем стоманобетон, хоризонталните покривни връзки са задължителни, за да закоравяват покривния диск, гарантирайки дълготрайното му диафрагмено действие и изравняването на деформациите на горния край на колоните за експлоатационния срок на цялата конструкция. Само чрез подходяща система от такива връзки и отчитане на нейната реална коравина може да се постигне сигурно преразпределяне на усилията в колоните и да се защитят приетите коефициенти на реагиране или поведение, както са описани по-горе. Чрез включването на такива връзки, с отчитане на тяхната коравина и елиминиране на покривните диафрагмени елементи в модела, може да се получи много по-реален анализ на преразпределението на усилията в колоните. В тези случаи, коефициентът на реагиране или на поведение може да се приеме съгласно дадените Препоръки в т.1 (виж стр.5 и 6).

При положение, че не са предвидени покривни връзки, което ТЕС не препоръчва въобще, би могло конструкцията и всички детайли за връзка между отделните елементи да се изследват с коефициент на реагиране $R = 0,67$, като не се залага покривната ламарина в моделите за анализ, защото не може да се разчита на мембранното ѝ действие при сеизмични въздействия.

гр. София, 01.02.2018