



Получена: 03.01.2023 г.

Приета: 03.03.2023 г.

ТЕХНОЛОГИЧНИ АСПЕКТИ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРИ ИЗПЪЛНЕНИЕТО НА КОМБИНИРАНИ СТОМАНО- СТОМАНОБЕТОННИ ПОДОВИ КОНСТРУКЦИИ

К. Белева¹

Ключови думи: комбинирани стомано-стоманобетонни конструкции, технология на изграждане, контрол на качеството

РЕЗЮМЕ

Комбинираните стомано-стоманобетонни подови конструкции намират приложение в жилищни, обществени и промишлени сгради със стоманена носеща конструкция. В статията се разглеждат по-важните нормативни документи, свързани с тяхното проектиране и изграждане и основните етапи при изпълнението им. Направен е преглед на специфичните технологични особености при монтажа на профилираните ламарини, заваряването на болтовите дюбели, армирането и бетонирането на плочите и контрола на качеството. Обобщени са основните проблеми, възникващи при изпълнението на комбинирани подови конструкции в сгради.

1. Въведение

През годините в резултат на стремежа към олекотяване на подовите конструкции и преодоляване на по-големи подпорни разстояния, комбинираните стомано-стоманобетонни подови конструкции намират все по-често приложение.

В строителната практика комбинираните стомано-стоманобетонни подови конструкции се срещат при изпълнение на жилищни многоетажни сгради със стоманена носеща конструкция, обществени едно- и многоетажни сгради и при сгради с промишлено предназначение.

¹ Катя Белева, гл. ас. д-р инж., кат. „Технология и механизация на строителството“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: katia_beleva@abv.bg

При комбинираните конструкции или елементи имаме съчетание на три различни компонента – стоманобетонен и стоманен или стоманобетонен и дървен и дюбелно съединение между тях. Ролята на дюбелното съединение е да осигури съвместната работа на два материала с различни характеристики в комбинирания елемент. Комбинираното действие на елемента/конструкцията настъпва след втвърдяване на бетона.

Елементите в комбинираните стомано-стоманобетонни подови конструкции могат да бъдат: стоманобетонни плочи с ламарина за оставащ кофраж, комбинирани стомано-стоманобетонни плочи, комбинирани стомано-стоманобетонни греди и други (Slim-floor плочи, подови конструкции с Delta-греди).

В статията са разгледани и анализирани по-важните технологични проблеми, които възникват при изпълнението на комбинирани подови конструкции в сгради у нас. Основно внимание е отделено на констатираните в строителната практика трудности и дефекти при полагане на болтовите дюбели на обекта.

2. Приложение на комбинираните подови конструкции

2.1. Предимства и недостатъци на комбинираните подови конструкции

Предимствата при изпълнението на комбинирани стомано-стоманобетонни подови конструкции са:

- успешно съчетание на силните страни на двата материала – висока носимоспособност на натиск при бетона и на опън, срязване и огъване при стоманата;
- по-икономични решения по отношение на вложената стомана;
- увеличаване на коравината на подовата конструкция (сградата);
- реализиране на по-ниски конструктивни височини;
- намаляване на натоварването от собствено тегло;
- възможност за преодоляване на по-големи конструктивни отвори;
- отпадане на необходимостта от кофраж;
- съкращаване на сроковете на строителство.

Недостатъците са свързани с:

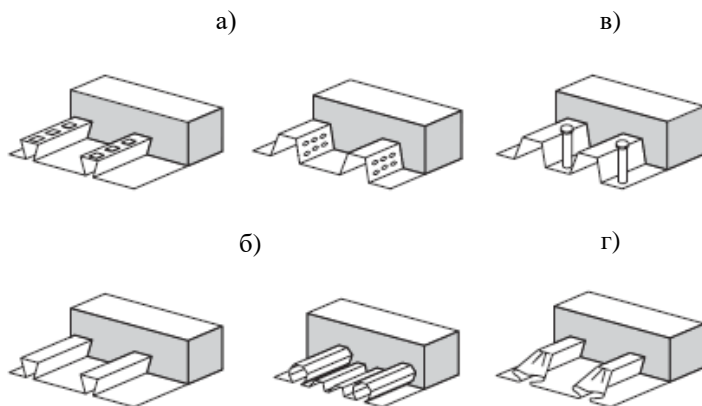
- допълнителни технологични процеси при изпълнение на подовата конструкция;
- необходимост от антикорозионна защита на стоманените елементи;
- чувствителност на вибрации и по-лоши показатели по отношение на звукоизолацията.

2.2. Основни изисквания към комбинираните плочи съгласно Еврокод 4 [1]

Профилираната стоманена ламарина трябва да е в състояние да поема усилията от надлъжно хлъзгане по контактната повърхност с бетона. Съвместната работа на профилираната ламарина и бетона трябва да се осигури чрез:

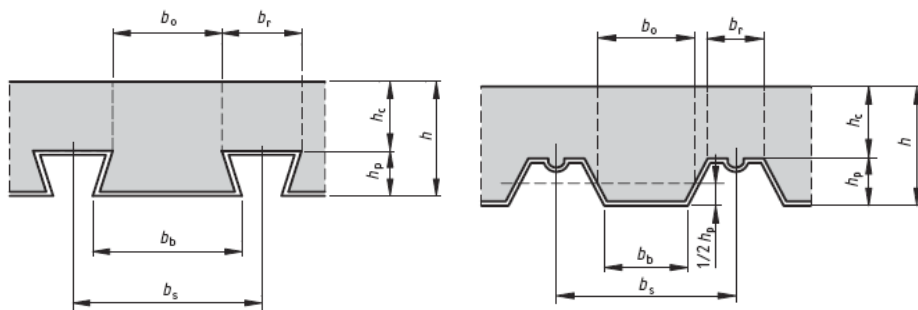
- а) механично взаимодействие, осигурено чрез деформиране на профила (изпъкналости или вдлъбнатини);
- б) взаимодействие чрез триене за профили тип „лястовича опашка“;

- в) анкериране в краищата, осигурено чрез заварени болтови дюбели или друго местно съединение между бетона и стоманения лист, само в комбинация с (а) или (б);
- г) анкериране в краищата чрез сплескване на ребрата в края на стоманения лист, само в комбинация с (б).



Фиг. 1. Начини за осигуряване на взаимодействие в комбинирани плочи: а) чрез механично взаимодействие, б) взаимодействие чрез триене, в) анкериране в краищата чрез заваряване на болтови дюбели през ламарината, г) анкериране в краищата чрез сплескване на ребрата

Използват се ламарини с близко разположени ребра, при които $b_n/b_s \leq 0,6$. Общата дебелина на плочата h трябва да е $\min 80$ mm. Дебелината на бетона над горната повърхност на ребрата на профилираната ламарина $h_c \geq 40$ mm, а за осигуряване на диафрагмено действие съответно $h \geq 90$ mm и $h_c \geq 50$ mm (фиг. 2). В рамките на дебелината на бетона h_c трябва да се осигури напречна и надлъжна армировка. Количеството армировка в двете направления трябва да е ≥ 80 mm²/m. Разстоянието между армировъчните пръти не трябва да надвишава $2h$ или 350 mm. Размерът на едрия добавъчен материал в бетона $d_g \leq \min(0,4h_c, b_0/3$ или 31,5 mm).

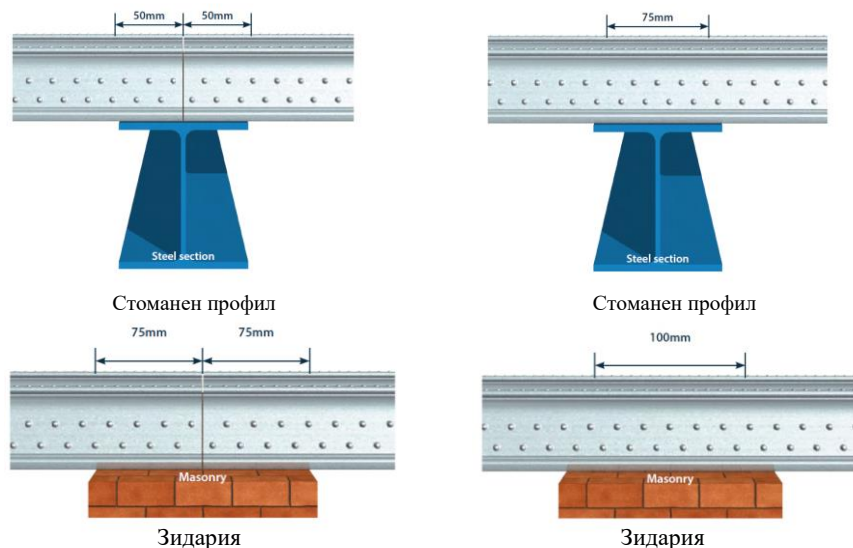


Фиг. 2. Изисквания към профилните ламарини (тип „лястовича опашка“ и отворен профил), използвани за комбинирани подови конструкции [1]

Дължината на подпирание на ламарината трябва да е такава, че да се предотврати повреда на плочата или на опората, да се осъществи закрепване на листа към опората без повреда и да не настъпи разрушаване вследствие от случайно разместване по време на изпълнение [1].

Минималните дължини на подпиране l_{bc} и l_{bs} , трябва да са:

- за комбинирани плочи, подпрени върху стомана или бетон: $l_{bc} = 75$ mm и $l_{bs} = 50$ mm;
- за комбинирани плочи, подпрени върху други материали: $l_{bc} = 100$ mm и $l_{bs} = 70$ mm (фиг. 3).



Фиг. 3. Изисквания към подпирането на ламарината [2]

Материалите, използвани в комбинирани стомано-стоманобетонни подови конструкции, трябва да са с характеристики съгласно Еврокод 3 [3] за профилирана ламарина и конструкционна стомана, Еврокод 2 [4] за бетони и армировъчни стомани и Еврокод 4 [1] за дюбелите.

2.3. Основни етапи на работа

Различават се два основни етапа в работата на комбинираната подова конструкция:

- Първи етап – профилираната ламарина работи като оставащ кофраж и трябва да поеме натоварването от собственото си тегло, натоварването от пресния бетон и технологичните товари по време на бетонирането. В случай на временно подпиране то трябва да се отчете в статическата схема.
- Втори етап – комбинирано действие, при което бетонът в плочата е втвърдил и е започнала съвместната работа на двата материала (бетон и стомана). Трябва да се отчетат реалните натоварвания в стадия на експлоатация (постоянни и временни).

За първия етап (стадий на бетониране) въздействията се определят съгласно БДС EN 1991-1-6: „Въздействия по време на изпълнение“ [5]. Те включват:

- собствено тегло на ламарината и на пресния бетон;

- строителни товари, включително и такива от неравномерно полагане на бетонната смес;
- товари от складирани материали, ако има такива;
- допълнително натоварване от увеличена дебелина на плочата вследствие на провисване на плочата (т.нар. „локвен ефект“).

Технологичните строителни товари включват теглото на работниците, инсталациите за бетониране и се определят съгласно таблица 4.2 на [5] и националното приложение към него. Товарите се разполагат така, че да предизвикат максимални огъващи моменти и/или напречни сили.

При втория етап (стадий на експлоатация) има комбинирано действие между плочата и стоманените елементи. Разглеждаме подовата конструкция с окончателната ѝ статическа схема. Въздействията са от:

- собствено тегло на ламарина, армировка и втвърден бетон, с.т. стоманени профили;
- натоварване от настилки, окачени тавани, преградни стени, инсталации;
- временни полезни товари, според категорията на помещенията.

При наличие на временни опори реакциите се вземат като акции (концентрирани сили или ивичен товар върху подовата плоча/гредите). За положителни моменти в полето профилираната ламарина работи като долна армировка на комбинираната плоча. Натисковите напрежения се поемат от бетона.

3. Нормативни документи, свързани с изпълнението на комбинирани подови конструкции

Приложимите стандарти за изпълнение на комбинирани подови конструкции са БДС EN 1090-2:2018 „Изпълнение на стоманени конструкции и конструкции от алуминиеви сплави. Част 2: Технически изисквания за стоманени конструкции“ [6], БДС EN 13670:2009+NA:2015 „Изпълнение на бетонни и стоманобетонни конструкции“ [7] и БДС EN ISO 14555:2017 „Заваряване. Електролъгово заваряване на шпилки на метални материали“ [8].

Болтовите дюбели и керамичните втулки трябва да отговарят на БДС EN ISO 13918:2018/A1:2021 „Заваряване. Шпилки и керамични втулки за електролъгово заваряване на шпилки“ [9].

4. Основни етапи при изпълнение на комбинирани подови конструкции

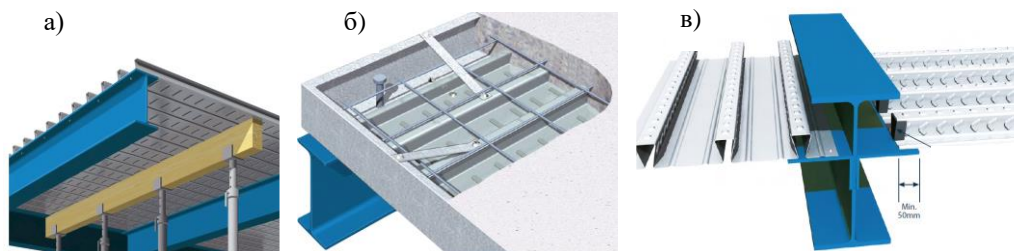
Основните етапи при изпълнението на комбинирана подова конструкция след монтажа на стоманения гредоред включват монтаж на профилираната ламарина, заваряване (монтаж) на дюбели, армиране и бетониране на плочата.

4.1. Монтаж на профилирана ламарина и аксесоари

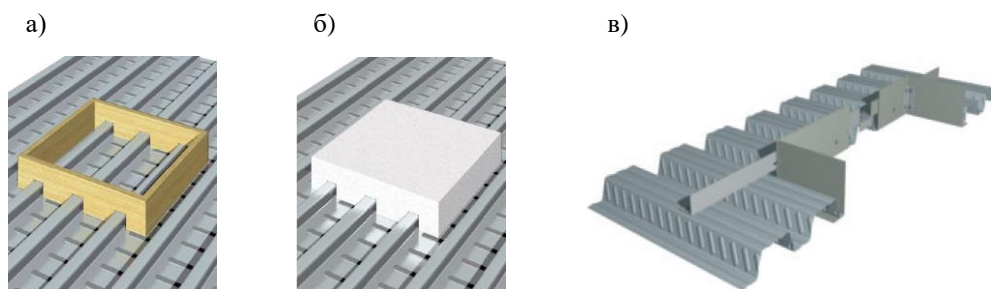
Най-често използваните класове ламарини са S280GD+Z275 и S350GD+Z275. Ламарината се доставя на пакети, а съхранението и складирането ѝ може да е в близост до зоната на полагане върху носещата конструкция. Монтирането на листовете се прави след проверка на дължината им, като полагането е съгласно конструктивните чертежи при спазване на указаната посока на ребрата. При необходимост от временно подпиране се използват непрекъснати дървени греди. Позицията на временното подпиране се определя от проектанта.

Не се разрешава зареждане, работа и ходене върху неприкрепени листове ламарина. Прикрепването на ламарината срещу разместване при ходене и работа се реализира с винтове или прострелващи пирони в зависимост от вида на носещата конструкция. При крайните опори на ламарината трябва да има минимум две фиксирания към носещата конструкция.

Изрязването на отвори в ламарината се извършва при монтажа ѝ посредством нагер или циркуляр. Отворите, изрязани преди бетонирането, трябва да са оформени и подпирни (използват се кутии за отвори – стоманени или дървени кофражни кутии или блокчета от пенополистирол). По контура се полагат обкантвачите елементи. Те се прикрепват през определени разстояния с ограничителни ленти с подходящо закрепване към ламарината (слепи нилове, резбонарезни или самопробивни винтове). Поставят се пълнежни, затварящи или запълващи части и кутии (фиг. 4 и 5).



Фиг. 4. Изисквания към монтажа на ламарината: а) временно подпиране, б) обкантване на контура, в) обръщане на посоката на подреждане на ламарината [2]



Фиг. 5. Оформяне на отвори в плочата: а) оформяне на отвор с кутия от дървен кофраж, б) оформяне на отвор с блокчета от пенополистирол, в) оформяне на отвор с ламаринен обкантвач елемент [2]

4.2. Монтаж/полагане на дюбели

Дюбелните съединения при комбинираните подови конструкции се реализират с:

- дюбели, монтирани чрез електродъгово заваряване – болтови дюбели;
- дюбели, монтирани без заваряване – Hilti X-HVB;
- дюбели, монтирани без заваряване – Tecnarig.



Фиг. 6. Видове дюбели: а) болтови дюбели, б) дюбели Hilti X-HVB, в) дюбели Tecnarig

При монтажа на болтовите дюбели се използва електродъгово заваряване (фиг. 7). Иницира се заваръчен ток, със заваръчния накрайник на апарата дюбелът се повдига и се създава електрична дъга. Металът се разтопява и дюбелът се притиска надолу. Керамичната втулка ограничава разтопения метал и предпазва заварката от действието на кислорода. След заваряване тя се премахва.



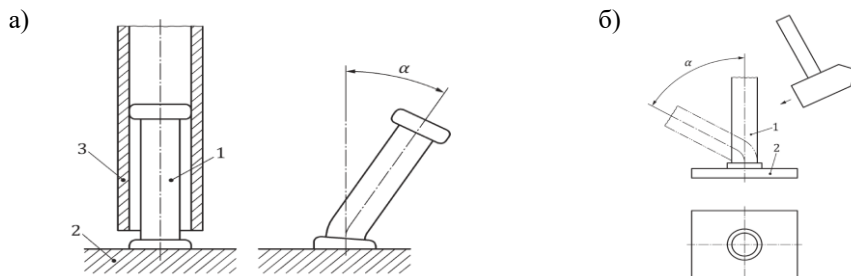
Фиг. 7. Заваряване на болтови дюбели

Болтовите дюбели трябва да отговарят на изискванията на БДС EN ISO 13918 [9], а заваряването им да се извършва съгласно БДС EN ISO14555 [8]. Най-често използваните диаметри дюбели са $\varnothing 16$, 19, 22 и 25 mm. Крайната дължина на болтовия дюбел след заваряване зависи от началната и от метода на заваряване (скъсяването е от порядъка на $3 \div 5$ mm).

Контролът на заварките, извършван на строителната площадка, изисква:

- Да бъдат заварени поне 10 дюбела.
- Визуален оглед – следи се за еднаквост на формата, размера и цвета на повърхността на заваръчния пръстен (ориентировъчни стойности за електродъгово заваряване на дюбели с керамична втулка са дадени в БДС EN ISO 13918 [9]) и местоположение, дължина и ъгъл на дюбела след заваряване.

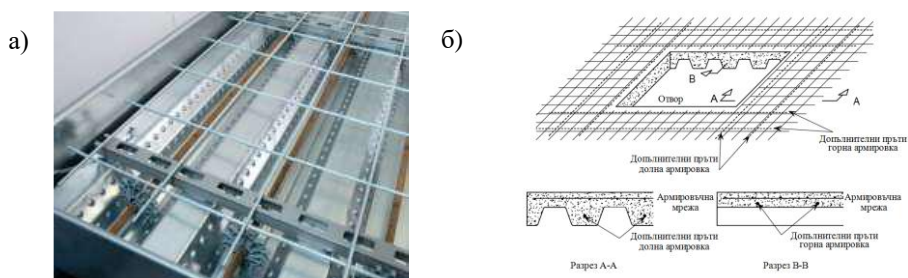
- Тест за огъване на всички дюбели. Заварените дюбели, които са били тествани на огъване, не трябва да се изправят след изпитването. Прилагат се два прости метода на изпитване – чрез удар с чук ($0,9 \div 2 \text{ kg}$) или чрез огъване с тръба (фиг. 8). Възможно е тестване и чрез огъване с динамометричен ключ. Когато дюбелът е огънат, заваръчният шев трябва да запази носещата си способност при огъване на 30° или 60° в зависимост от технологията на заваряване. След изпитване в шева не би трябвало да има пукнатини.



Фиг. 8. Тест за огъване на заварените дюбели: а) чрез тръба, б) чрез удар с чук [8]

4.3. Армиране

Армировката се полага под формата на отделни пръти или мрежи, съгласно армировъчните планове. Тя трябва да е добре укрепена, за да не се размести при бетониране и да е правилно позиционирана. Използват се различни видове фиксатори за осигуряване на проектното положение и минималното бетонно покритие. Столчетата трябва да осигуряват необходимата стабилност при ходене на работниците по армировката. Освен проверка на точното положение на армировката се обръща особено внимание на зоните около отворите, при които има допълнително подсилване с армировъчни пръти/мрежи, както и на зоните по контура на плочата и оформянето на скрити греди или конзолни излизания (фиг. 9).



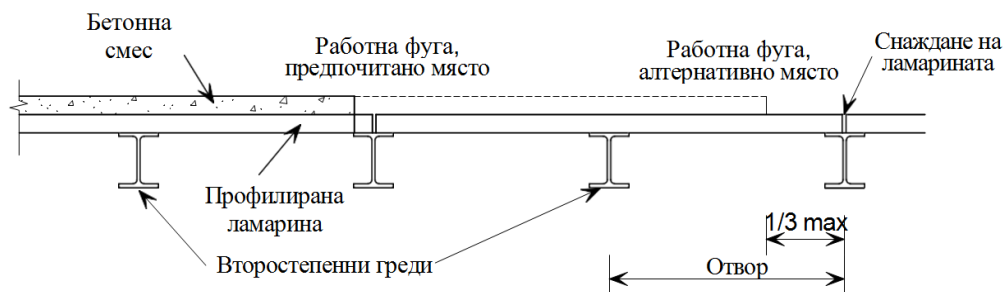
Фиг. 9. Армиране на комбинирана подова конструкция:
а) разположение на армировка и фиксатори при комбинирана подова конструкция;
б) усилване на армировката около отвори [10]

4.4. Бетониране

Преди бетониране се монтират предпазните парапети по контура на плочата. Ламарината се почиства от замърсяване с прах и масло. Почистват се всички керамични втулки от заваряването на дюбелите.

Изискването за максималния размер на едрия добавъчен материал до $\min(0,4h_c, b_0/3)$ или 31,5 mm) е поради съображения за лесно полагане на бетонната смес в ребрата на ламарината, като същевременно осигурява и необходимото покритие на армировката. Използването на по-дребни фракции добавъчен материал води до увеличаване на количеството на цимента, откъдето има риск за поява на пукнатини вследствие на съсъхване на бетона. Препоръчва се консистенцията на бетонната смес да е минимум клас S3 (клас по слягане). Избягва се приложението на нископластични консистенции, поради опасност от локално натрупване на бетонна смес и претоварване на ламарината.

Размерите на бетонираните участъци не бива да надвишават 1000 m², както при стандартни монолитни плочи. Работните фуги трябва да са разположени близо до челните фуги на ламарината. Ако е невъзможно, то тогава е препоръчително да са на 1/3 разстояние от бетонираното поле до мястото на снаждане на ламарината. За реализиране на работна фуга се използват ограничители – дървени или пластмасови вложки (фиг. 10).



Фиг. 10. Оформяне на работни фуги при бетониране на комбинирани плочи [10]

При полагане на бетонна смес до определена дебелина на слоя без работна фуга, вследствие на провисвания на стоманените греди и профилираната ламарина, ще се увеличи количеството бетон. Еврокод 4 [1] визира т. нар. „локвен ефект“, който трябва да се отчита от проектанта като допълнително натоварване. Бетонът трябва да се уплътни добре, особено около дюбелните съединения, като за целта се използват потапящи вибратори или вибриращи греди.

Съгласно [10] полагането на бетона трябва да е при температура над 5 °C, заради това, че при бетониране върху кофраж от профилирана ламарина през зимните месеци загубите на топлина от долната повърхност на плочата са значително по-големи спрямо стоманобетонна плоча с традиционен кофраж. Съгласно т. 8.5.(12) на БДС EN 13670 [7] температурата на повърхността на бетона не трябва да пада под 0 °C, докато бетонната повърхност не достигне якост от $\min 5$ MPa. Въз основа на горните изисквания при нашите климатични условия може да са необходими допълнителни мерки при бетониране в зимни условия.

Полагането на бетонна смес е предимно чрез бетонпомпа, а кран и кубел се използват при малки участъци и за допълване. Бетонопроводът на бетонпомпата трябва да е подпрян върху дървени опори, разположени през разстояние 2 ÷ 3 m. Изискването на бетонната смес да е на височина до 1 m. Допустимият брой работници при бетониране е от 2 до 4, за да не се претовари ламарината.

Контролът на якостните характеристики на бетона се осъществява чрез вземане на проби (от всеки 20 m³ се вземат по две кубчета, които се изпитват на 28-ия ден). При необходимост от определяне на ранни якости на бетона се тестват допълнителни кубчета на 7-ия ден. При необходимост плочата да се натовари с допълнителни товари преди

28-ия ден, то трябва се установи якостта на бетона на съответния ден и да се съгласува с проектанта.

Забранено е да се премахват подпори от временното подпиране или да се прилага допълнително натоварване на подовата конструкция преди бетонът да е достигнал min 75 % от проектната си якост.

За запазване на влагата в бетона се налага покриване на бетонната повърхност с полиетиленово фолио или чрез използване на специални химически смеси, нанесени под формата на покриващ филм (между 3-ия и 7-ия ден).

Набирането на якост при комбинираните плочи е възможно да отнеме повече време, поради факта, че бетонът е изложен на външни въздействия само от едната страна.

5. Технологични проблеми при изпълнението на комбинирани подови конструкции

Въз основа на проучванията на автора на обекти с комбинирани подови конструкции и дискусии с проектантите и строители могат да бъдат обобщени и систематизирани описаните по-долу технологични проблеми и предизвикателства, възникващи при изпълнение на този тип конструкции.

5.1. Технологични проблеми, свързани с използваната ламарина

Поради възможни проблеми при прикрепването на ламарината към стоманената конструкция е добре да се избягват ламарини с тесни ребра.

При липса на сигурна информация от производителя на ламарината за нейните възможности за комбинирано действие е препоръчително да се избират по-прости и евтини ламарини, които да се използват само като оставащ кофраж, а плочите да се оразмерят като еднопосочно армирана стоманобетонна плоча с долна и горна носеща армировка. Подобно решение се препоръчва и в случаите на комбинирана плоча, работеща в силно агресивна среда и невъзможност за осигуряване на надеждна ППЗ.

Не се препоръчва ламарината да е със статическа схема проста греда.

В някои случаи може да се окаже икономически по-изгодно вместо профилирана ламарина да се използва традиционен кофраж от шперплат или от дъски (например при малки строителни обекти). Подпирането в този случай е с телескопични стойки.

Използването на предплочи вместо профилирана ламарина за нашите условия е нерационално, поради факта, че те са по-тежки и по-скъпи.

5.2. Технологични проблеми, свързани със степен на почистване на стоманената конструкция и антикорозионна защита

Съгласно БДС EN 1090-2 [6] стоманата първо се обезмаслява и след това се почиства чрез дробеструене с метални дробини до достигане на степен на чистота Sa2,5 (почистване близо до метален блясък). Следва заготовка на елемента и той се подготвя за боядисване.

В проектите се предписва използване само на пасивиращ грунд на контактната зона на стоманата с ламарината. В повечето случаи за съжаление този тип грунд не е особено достъпен и не се полага. Вследствие на това стоманата е много по-уязвима към образуване на повърхностна корозия, която пречи на заваряване на дюбела и може да се наложи механично почистване на метала на обекта.

5.3. Технологични проблеми, свързани с атмосферните условия

В зависимост от сезона на работа и географското положение на обекта се наблюдава задържаща се влага по стоманените повърхности (конденз, роса, сутрешна слана, скреж, сняг, дъжд).

Влагата между профилираната ламарина и горните пояси на стоманените греди не се изпарява лесно, защото кондензираните повърхности не могат да се проветриват добре. Това е основен фактор, който влияе неблагоприятно върху качеството на заваряването на болтовите дюбели.

В много случаи ефективно може да се заварява само в обедните часове на денонощието, което значително намалява производителността.

Възможно решение е оформяне на защитни палатки, за да се минимизира атмосферният фактор, но при конвенционалния метод за заваряване нагриването на метала е постепенно и влагата успява да се изпари, а в случая с дюбелите заваряването е мигновено и няма време за изпаряване на наличната влага.

5.4. Технологични проблеми, свързани със съхранението на болтови дюбели и керамични пръстени

Болтовите дюбели стандартно се доставят в метални херметически затворени съдове и вероятността за навлизане на влага е малка. В момента, в който се стартира полагането, съдовете се оставят отворени от заварчиците и влиза влага, която е съществен фактор за компрометиране на заварките. Необходим е строг контрол на този процес.

По-сериозен е проблемът с керамичните пръстени. Те се доставят в картонени опаковки, които много лесно се овлажняват и компрометират. Самият керамичен елемент е хигроскопичен и няма възможност за осушаване, т.е. налага се да се бракува.

5.5. Технологични проблеми, свързани със заваряване на дюбелите през профилираната ламарина

Сертифицираният продукт (профилирана ламарина) с необходимите ДЕП (Декларация за експлоатационни показатели) е поцинкован и това често се оказва проблем при заваряването на дюбелите.

Ако болтовият дюбел се заварява в зона на снаждане (застъпване) на два листа профилирана ламарина, количеството на цинка е по-голямо и става основна причина за поява на шупли в заварката и влошаване на нейните якостни показатели (фиг. 11).



Фиг. 11. Поява на шупли и дефекти в заварките на болтови дюбели (най-дясно – болтов дюбел преди заваряване)

ЕС4 [1] не разрешава заваряване на болтови дюбели през два листа едновременно и за удовлетворяване на това изискване може да се предпише пробиване на единия лист на обекта с бор-корона, но изпълнението на тази мярка е много бавно и трудоемко.

С цел елиминиране на проблемите при заваряване на дюбелите през ламарината на обекта възможно решение е листовите ламарини да се нарежат на къси парчета и положат върху стоманените греди, без да покриват напълно горните им пояси (това означава статическа схема „проста греда“ на ламарината в стадия на бетонизиране, което не е желателно да се допуска). При тази схема горните пояси на стоманените греди остават открити и достъпни за директно заваряване на дюбелите, и става възможно дюбелите да се заварят в завода производител на металната конструкция, а не на обекта. Преди прикрепване на листовите ламарини под тях трябва да се поставят гумени вложки, които запущат възникналите отвори и предотвратяват изтичането на бетонната смес при бетонизиране на плочата.

Дефектно-заварените дюбели могат да се заварят след това ръчно с традиционно електродъгово заваряване. Това е доста бавно и неефективно. По данни от практиката заваряването на един дюбел отнема от 16 до 18 min, защото изисква няколко хода за постигане на необходимата дебелина/катет на шева.

6. Основни изводи и препоръки

Необходимо е проучване на чуждестранния опит при решаване на разгледаните технологични проблеми, най-сериозният от които е заваряването на болтовите дюбели през профилираната ламарина.

Може да се препоръча разработване на вариантни проектни решения, придружени с технико-икономически анализ, в които се използват алтернативни методи за кофриране и/или дюбелни съединения без заваряване с цел намаляване на влиянието на климатичните условия върху качеството и сроковете на изпълнение.

При проектиране и изпълнение на комбинирани подови конструкции трябва строго да се спазва съществуващата нормативна уредба, да се съобразят технологичните процеси с атмосферните условия и да се използва квалифицирана работна ръка при изпълнение на заварените дюбелни съединения.

Благодарности

Авторката на статията изказва благодарност на инж. Иван Вучов (МСК ЕАД) и инж. Димитър Данаилов (Кондера ЕООД) за предоставената възможност за посещаване на строителни обекти и споделянето на опит.

ЛИТЕРАТУРА

1. BDS EN 1994-1-1:2004. Evrokod 4: Proektirane na kombinirani stomanostomanobetonni konstruksii. Chast1-1: Obshti pravila i pravila za sgradi.
2. TATA Steel. ComFlor Manual, UK, 2017.
3. BDS EN 1993-1-1:2005. Evrokod 3: Proektirane na stomaneni konstruksii. Chast 1-1: Obshti pravila i pravila za sgradi.

4. BDS EN 1992-1-1:2004. Evrokod 2: Proektirane na betonni i stomanobetonna konstruksii. Chast 1-1: Obshti pravila i pravila za sgradi.
5. BDS EN 1991-1-6:2005/AC:2017. Evrokod 1: Vazdeystvia varhu stroitelnite konstruksii. Chast 1-6: Osnovni vazdeystvia. Vazdeystvia po vreme na izpalnenie.
6. BDS EN 1090-2:2018. Izpalnenie na stomaneni konstruksii i konstruksii ot aluminiuvi splavi. Chast 2: Tehnicheski iziskvania za stomaneni konstruksii.
7. BDS EN 13670:2009+NA:2015. Izpalnenie na betonni i stomanobetonna konstruksii.
8. BDS EN ISO 14555:2017. Zavaryavane. Elektrodagovo zavaryavane na shpilki ot metalni materiali.
9. BDS EN ISO 13918:2018/A1:2021. Zavaryavane. Shpilki i keramichni vtulki za elektrodagovo zavaryavane na shpilki. Izmenenie 1.
10. *Rackham, J.W., Couchman, G.H., Hicks, S.J.* Composite Slabs and Beams Using Steel Decking: Best Practice for Design and Construction, SCI, 2009, ISBN 978-1-85942-184-0.

TECHNOLOGICAL ASPECTS AND CHALLENGES IN THE EXECUTION OF COMPOSITE STEEL-CONCRETE FLOOR STRUCTURES

K. Beleva¹

Keywords: *composite steel-concrete structures, construction technology, quality control*

ABSTRACT

The composite steel-concrete floor structures are used in residential, public and industrial buildings with primary steel framing. The paper gives an overview of the more important normative documents related to their design and erection and the basic stages of their execution. The specific technological features of the installation of the profiled steel sheets, welding of the shear studs, placement of slab reinforcing bars, concreting and quality control are presented. The basic issues arising during the execution of the composite floor structures in buildings are summarized.

¹ Katia Beleva, Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. "Construction Technology and Mechanisation", UACEG, 1 H. Smirnski Blvd., Sofia 1046, e-mail: katia_beleva@abv.bg