DCB 2025

III Младежка научна конференция с международно участие
„Проектиране и строителство на сгради и съоръжения“, 29 октомври 2025 г., София

III Youth Scientific Conference with international participation
„Design and Construction of Buildings and Facilities“, October 29, 2025, Sofia, Bulgaria
ISSN 2738-7887 (online); ISSN 2738-7879 (CD-ROM)

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИ КОНСТРУКТИВНО ОСИГУРЯВАНЕ НА СЪЩЕСТВУВАЩА ШЕСТЕТАЖНА АДМИНИСТРАТИВНА СГРАДА

Алекс Грънчаров1, Емад Абдулахад2

TECHNOLOGY FOR STRUCTURAL STRENGHTENING OF AN EXISTING SIX STORY ADMINISTRATIVE BUILDING

Aleks Grancharov[1], Emad Abdulahad[2]

Abstract:
The strengthening of reinforced concrete structures is a set of engineering measures applied when there is an increase in operational loads, a change in the building's function, or in the presence of damage, corrosion, or insufficient load-bearing capacity. The main goal is to restore or increase the load-bearing capacity and structural reliability of the structure. The present paper addresses the strengthening of a six-storey public building. Visual and documentary inspections have recorded unacceptable defects. Based on the structural assessment, strengthening measures must be implemented.

Keywords:
structure strengthening, technology

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Усилването на стоманобетонни конструкции е комплекс от инженерни мерки, прилагани при повишаване на експлоатационните натоварвания, промяна на предназначението на сградата или при наличие на повреди, корозия и недостатъчна носимоспособност. Основната цел е възстановяване и повишаване на носещата способност и експлоатационната надеждност на конструкцията. Настоящият доклад е свързан с обществена шестетажна сграда [1]. Конструкцията е монолитна, скелетна, безгредова. Противоземетръсната система е стенна. Подпорното разстояние е 7,20 m. Вложените материали съответстват на бетон клас C12/15 и носеща армировка AIII. Визуално и инструментално обследване документират недопустими дефекти. Въз основа на оценката на конструкцията трябва да се вземат мерки за интервенция.

Настоящият доклад разглежда конструктивните детайли и технологичните особености при изпълнението на различни вариантни решения за усилване на

[1] Алекс Грънчаров, инженер, alex_gr@abv.bg;
Aleks Grancharov, engineer, alex_gr@abv.bg
[2] Емад Абдулахад, доцент, катеда Масивни конструкции, Строителен факултет, Университет по архитектура, строителство и геодезия;
Emad Abdulahad, associate professor, Department of Massive structures, Faculty of Civil Engineering, University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy

стоманобетонни елементи. Усилването на съществуващи конструкции е ключов етап в процеса на тяхната рехабилитация и адаптиране към нови експлоатационни изисквания. В доклада се анализират основните подходи, материали и технологии, които се прилагат в съвременната строителна практика с цел повишаване на носимоспособността, дълготрайността и сигурността на стоманобетонните конструкции.

2. УСТАНОВЕНИ ДЕФЕКТИ

При конструктивно обследване в сградата са открити множество дефекти: неуплътнен бетон; наличие на корозирала армировка, документирани са провисвания на плочите от порядъка на 8-10 cm. Ограждащите елементи са силно напукани, има следи от слягане на основите и липсва необходимата носеща армировка според Еврокод 2.[16,17,18]

а)

б)

Фигура 1. Провисване спрямо лазерен нивелир(в червено) (а) и пукнатини (б).

3. КОНСТРУКТИВНИ РЕШЕНИЯ

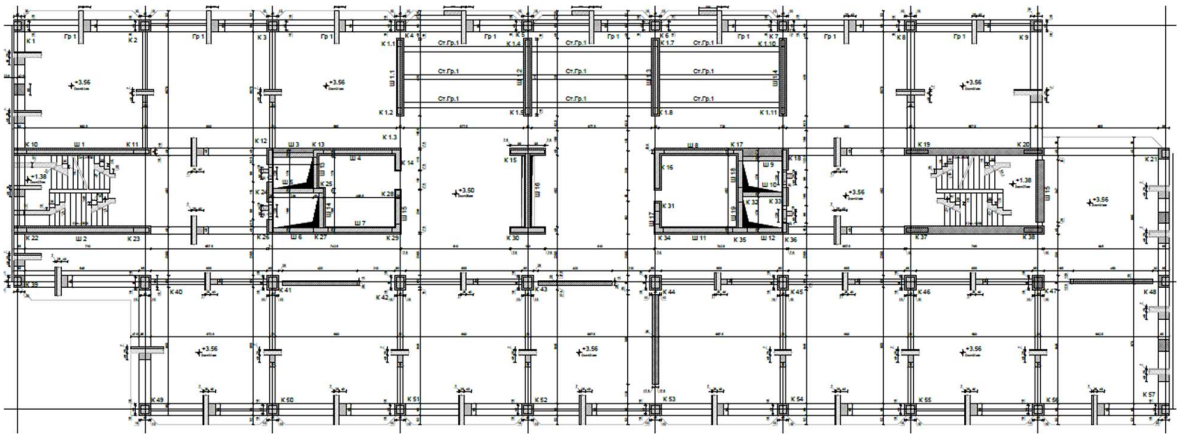
Направен е пространствен модел с избран период на повторяемост на сеизмичните въздействия отговарящ на граничното състояние: „Значителни повреди (SD): 475 години, съответстващо на вероятност за надвишаване от 10% на 50 години[9],[13]. Поведението на конструкцията по време на земетръс е неблагоприятно. Задължително е да се предприемат мерки, за да се гарантира сеизмично осигуряване на сградата. [21,22]

Съществуващите вертикални носещи елементи ще бъдат усилени със стоманобетонен кожух и допълнителна армировка. Ще бъдат добавени нови конструктивни елементи, а съществуващите такива ще бъдат усилени съгласно EN1998-3[14].

Дадени са вариантни инженерни решения за усилване на етажните плочи, в зависимост от материала и състоянието им. Настоящият доклад разглежда конструктивни детайли и технологията за изпълнение на вариантни решения за усилване на стоманобетонните елементи.

3.1. Решение за усилване на етажните плочи със стоманобетонна доливка и стоманобетонни греди [10]

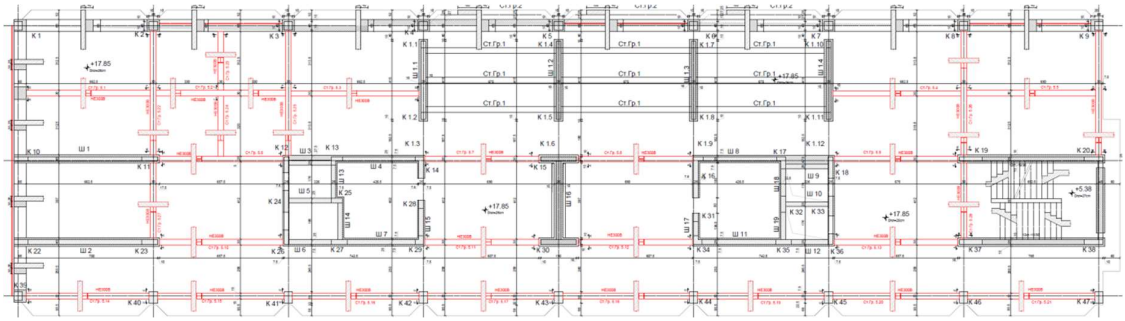
Разработени са два варианта за усилване на сградата, първият от които е чрез стоманобетонна доливка и стоманобетонни греди. Добавени са стоманобетонни греди по основните междуосия, а за полетата се разчита на стоманобетонната доливка.



Фигура 2. Кофражен план на усилване чрез стоманобетон

3.2. Решение за усилване на етажните плочи със стоманени греди [11],[12]

Вторият вариант за усилване е чрез стоманени греди. Добавени са стоманени греди по основните междуосия и второстепенни греди, разположени в средата на полетата. Изградена е връзка чрез анкери между плочата и гредите, но поради ниския клас на бетона Еврокод 4[12] не позволява използването на комбинирано сечение при изчисляване на носимоспособността. За определяне на съвместната работа на стоманобетонната плоча и стоманените греди е използван линеен анализ, като бетона е с модифицирани характеристики за отчитане на нелинейните ефекти като пълзене, напукване и съсъхване [2][3][4][5][6].



Фигура 3. Кофражен план на усилване чрез стоманени греди

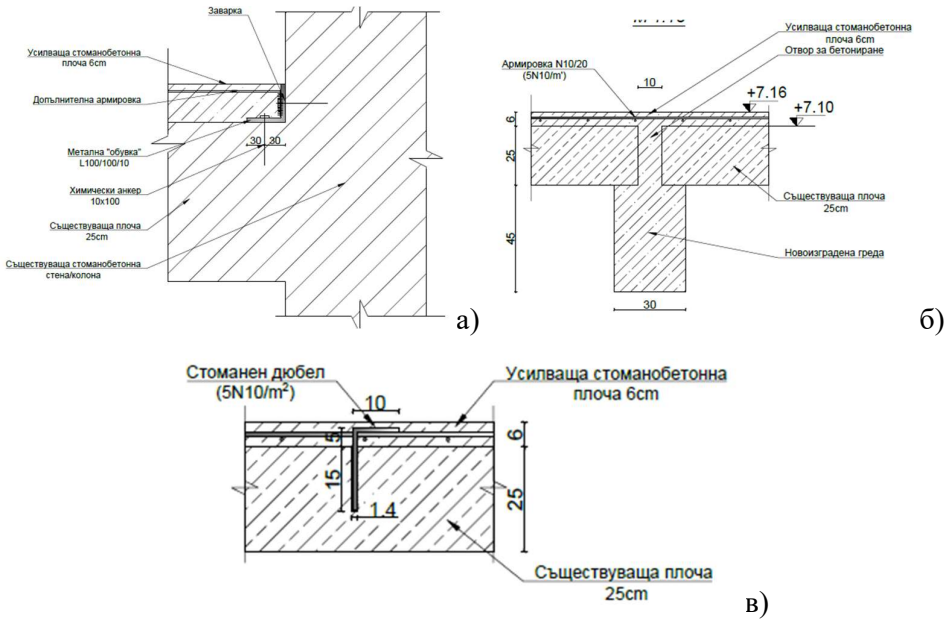
3.3. Решение за усилване на вертикалните елементи [10]

Конструкцията е усилена с цел повишаване на нейната сеизмична устойчивост посредством осигуряване на необходимата носимоспособност на съществуващите носещи елементи. За тази цел е изпълнен стоманобетонен кожух върху вертикалните стоманобетонни елементи, както и са добавени нови. Добавени са комбинирани стомано-стоманобетонни Х-връзки по фасадите и няколко стени с дебелина 25 cm [7] във вътрешността с цел подобряване на поведението на конструкцията. Колоните на ниските етажи са усилени със стоманобетонен кожух с цел осигуряване на носимоспособността им за вертикални товари.

4. ТЕХНОЛОГИЯ ЗА УСИЛВАНЕ СЪС СТОМАНОБЕТОННИ ЕЛЕМЕНТИ НА ЕТАЖНИТЕ ПЛОЧИ

4.1. Технология за изпълнение на стоманобетонна доливка на етажните плочи

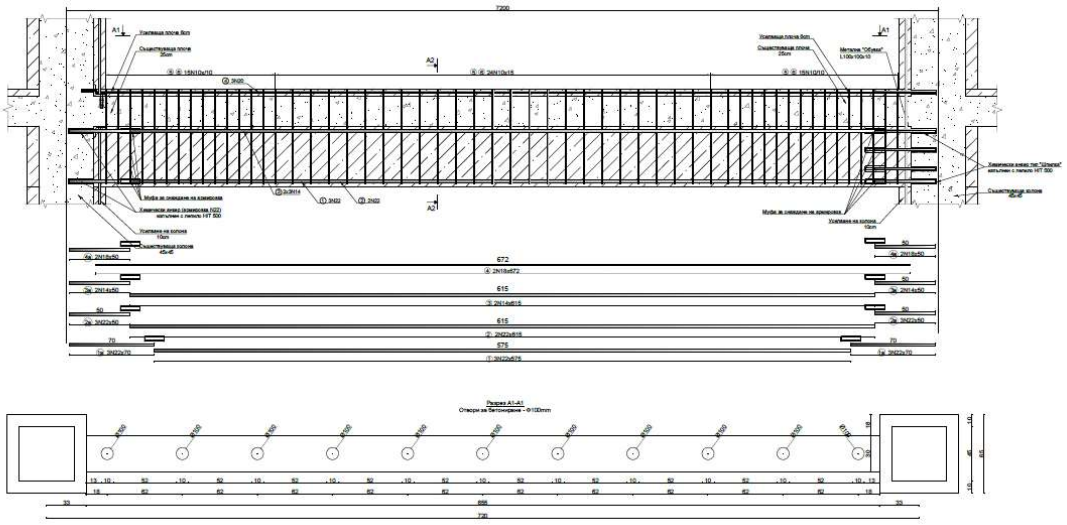
При изпълнение на усилване на стоманобетонни конструкции чрез стоманобетонна доливка следва да се спазват няколко важни правила. На първо място да се осигури преподпиране на плочата чрез телескопични подпори с цел избягване на аварии[8,15]. Не се допуска усилването на повече от една плоча едновременно. За осигуряване на надеждна връзка между стоманобетонната доливка, на етажните плочи се поставя напречна армировка чрез химически анкер[19], която действа като дюбел и не позволява отлепянето на доливката от старата плоча (фиг.4в). Всички повърхности, които контактуват с нов бетон трябва да бъдат добре почистени, което важи особено при химическите анкери. Препоръчва се повърхностите да бъдат нагрубени механично с цел по-добра връзка между старата конструкция и усилването. Армировката на стоманобетонната доливка се заварява към метална обувка съгласно (фиг.4а) с цел анкериране към колоната.



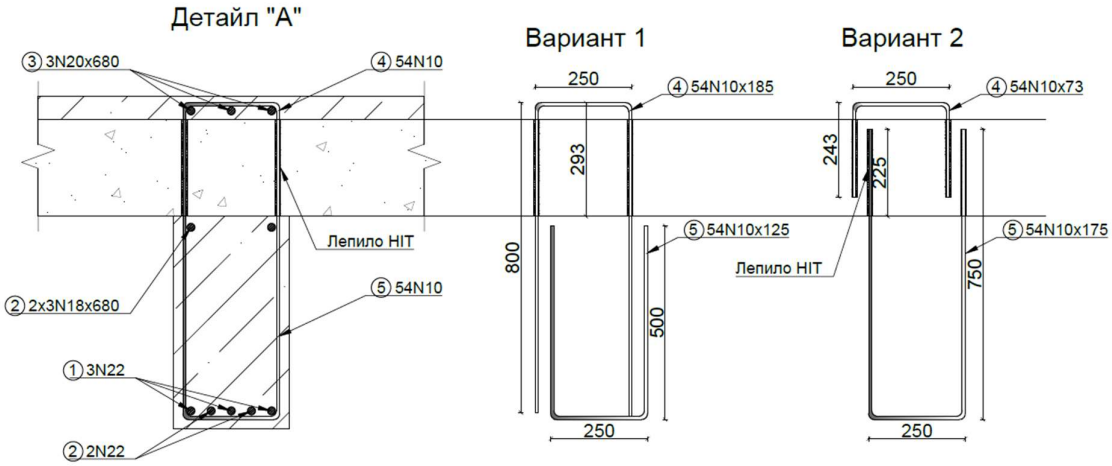
Фигура 4. Детайли за усилване чрез доливка:
а)Връзка с колона, б)Връзка с нова греда, в)Връзка стара плоча с доливка

4.2. Технология за изпълнение на нови стоманобетонни греди на етажните плочи (фиг.6)

Полагането на бетона се изпълнява през отвори през плочата, които позволяват наливане и действат като дюбелна връзка(фиг.4б, фиг.5). Това изисква бетонът да бъде с ниска консистенция, да се използват дребна фракция на едрият добавъчен материал и пластификатори. Армировката трябва да се изготви от мярка на място. Тя се захваща към старата конструкция чрез химически анкери. За снаждане на армировката се използват муфи. За гредите важат всички правила описани в точка 4.1. за изпълнение на стоманобетонна доливка.



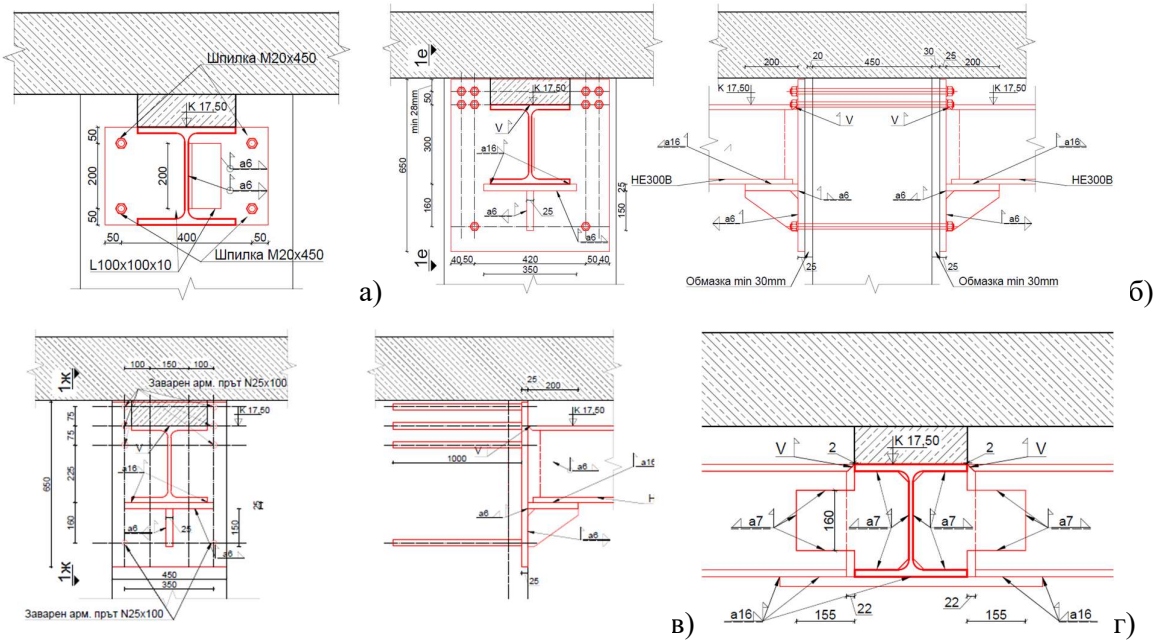
Фигура 5. Разпределение на отворите за бетониране



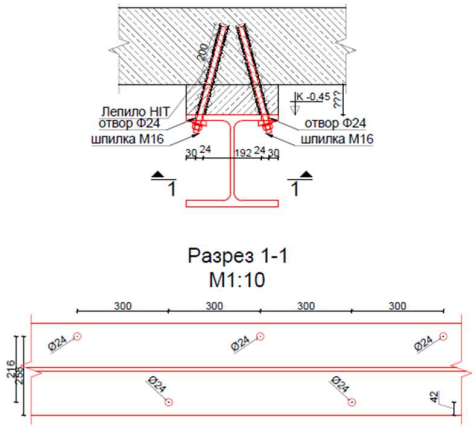
Фигура 6. Детайл с варианти за изпълнение на стремената

5. ТЕХНОЛОГИЯ ЗА УСИЛВАНЕ СЪС СТОМАНЕНИ ГРЕДИ

Плочата се преподпира в зоните на усилване. Зоната на монтаж на гредите трябва да бъде добре почистена до здрав бетон. Монтират се закладни части към вертикалните елементи (фиг. 7). В случай на усилване със стоманобетонен кожух на вертикални елементи (точка 6), закладните части се поставят преди полагането на бетона. При монтирани закладни части се изготвя дължината на профила от мярка на място. Монтирането на гредовите елементи е препоръчително да се изпълни чрез механизация. Оставя се разстояние между гредата и плочата, което да се запълни с уплътняващ разтвор, с цел осигуряване на плътна връзка. Гредата се фиксира към плочата посредством химически анкери (Фиг. 8). Този подход позволява намаляване на разходите за довършителни работи, като не изисква премахването на съществуващите настилки.



Фигура 7. Детайли за монтаж на закладни части:
а)Съществуваща колона(става), б)Съществуваща колона(запъване), в)Усилена колона с кожух, г)Към главна стоманена греда



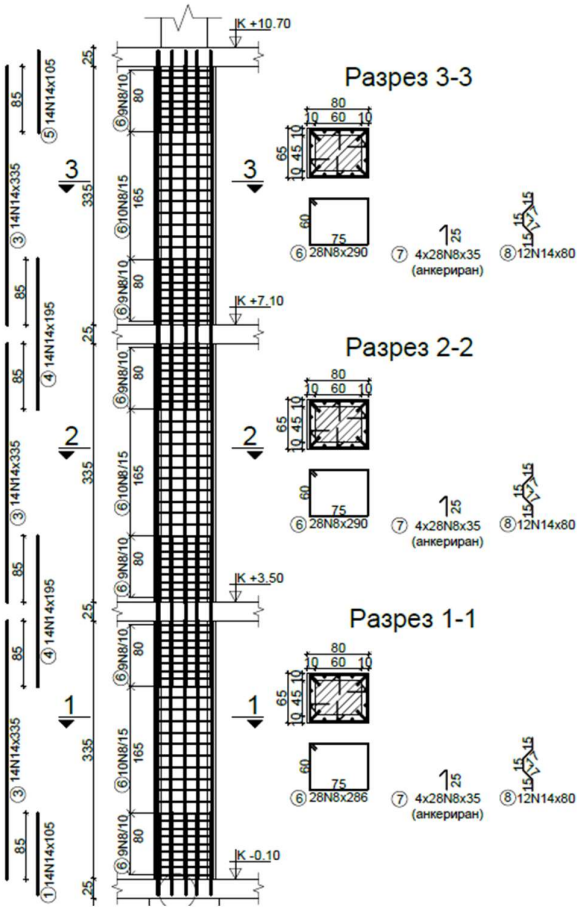
Фигура 8. Примерен детайл за изпълнение на свързващи анкери

6. ТЕХНОЛОГИЯ ЗА УСИЛВАНЕ НА ВЕРТИКАЛНИ ЕЛЕМЕНТИ

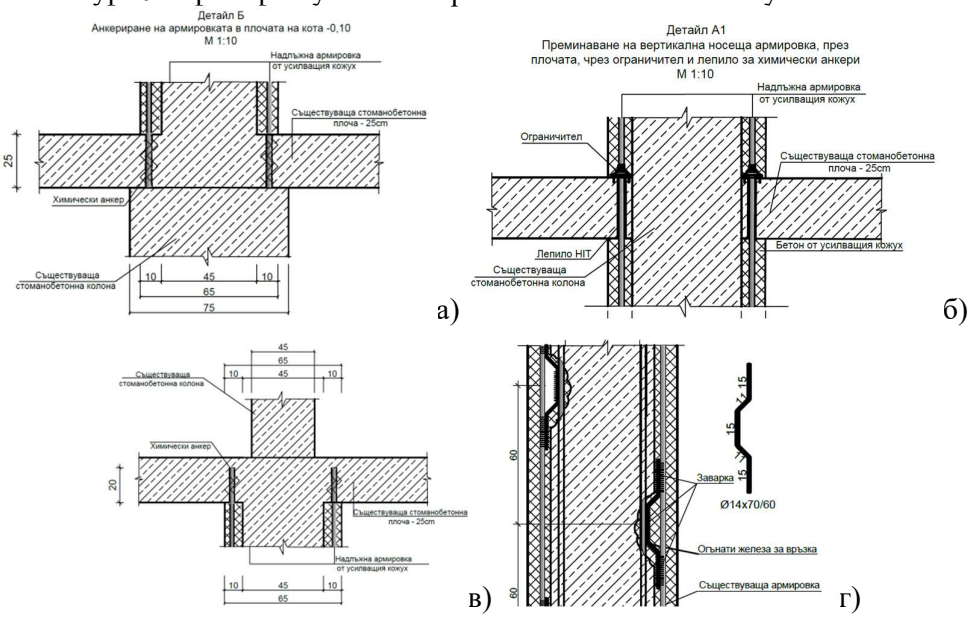
6.1. Усилване чрез стоманобетон кожух (торкретбетон) (фиг.9,10)

За да се създаде връзка между стария елемент и усилващият слой задължително се поставя армировка, чрез химически анкер подобно на т.4.1.(фиг. 4в). Тя служи за по добра връзка между кожуха и конструктивния елемент. Повърхностите в контакт с торкретбетона трябва да отговарят на изискванията от т. 4.1. При голяма дебелина на кожуха, торкретбетонът се нанася на два пласта. Трябва да се осигури надеждна връзка между тях чрез допълнителна армировъчна мрежа. Снаждането на армировката се прави в две сечения на един етаж - долу и горе, чрез химически анкер (фиг. 9). Всички междуетажни прътиі (фусове) се анкерират с химически анкер към съществуващата плоча,

като се спазват изискванията на производителя. Алтернативно връзката между армировката и съществуващата етажна плоча се изпълнява посредством метална обувка. Тя се анкерира към етажната плоча и стената посредством болт за бетон или чрез химически анкери към плочата.



Фигура 9. Примерно усилване чрез стоманобетонен кожух на колона

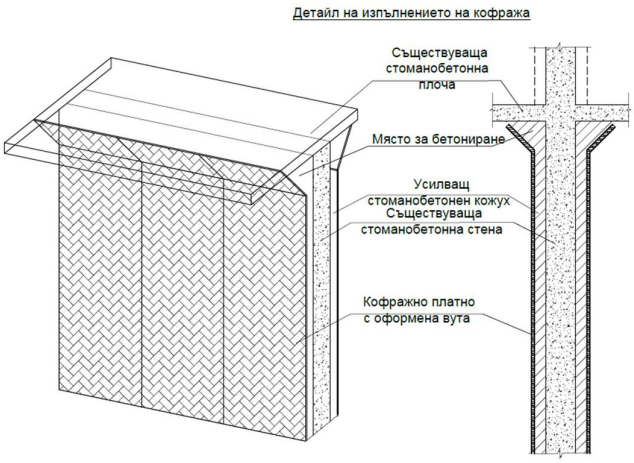


Фигура 10. Детайли за анкериране на армировка към съществуващата конструкция:

а)Долен край усилване, б)През плоча, в)Горен край усилване, г)Връзка стар-нов бетон

6.2. Усилване чрез кожух от стоманобетон, при бетон положен чрез конвенционален кофраж

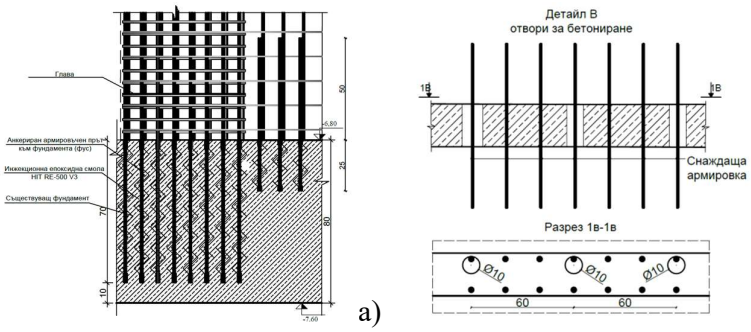
Бетонирането чрез конвенционален кофраж е по-трудоемък процес от торкретбетона, но в някои случаи усилването изисква по-голямо сечение. При по-големи дебелини на кожуха е възможно бетонирането да стане през отвори в плочата. За постигане на този ефект при малка дебелина на кожуха е възможно горният край да бъде наклонен (фиг. 11). Резултатът е форма тип капител, съответно решението е подходящо при проблеми с продънване и линейно срязване при плочите. Всички изисквания от точка 6.1. за обработка на повърхностите, армировка и връзка между стар и нов бетон важат при усилване със стоманобетонен кожух чрез конвенционален кофраж[20].



Фигура 11. Кофраж с наклонен горен край

6.3. Изпълнение на нови вертикални елементи

Подходящ метод за полагане на бетона на нови вертикални елементи е наливане през отвори в плочите с конвенционален кофраж. Както при точка 6.1., армировката трябва да бъде с химически анкерирани фусове (фиг. 12). Важат изискванията от точка 6.2. за армировка и кофриране. Бетонирането се изпълнява както точка 4.2. – през отвори в плочата и се спазват всички изисквания за бетониране, консистенция и уплътняване на бетона от тази точка.



Фигура 12. Детайли за изпълнение на нова стена

Анкериране към фундамент а), отвори и анкериране към плоча б)

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Изборът на усилваща система трябва да осигури необходимата носимоспособност съгласно действащите норми към момента на обследване.
- Усилващата система за всеки отделен елемент следва да се избира в съответствие с актуалните експлоатационни условия.
- Приетото решение за усилване на сградата да е технически осъществимо и икономически изгодно.
- Технологията на изпълнение при усилването да е детайлно описана и последователно изпълнена.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Emad Abdulahad and Aleks Grancharov Seismic design of an existing six story administrative building 2024 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1323 012016 DOI: 10.1088/1757-899X/1323/1/012016
[2] Димитров, Д., Георгиев, Евг. Определяне на деформацията от съсъхване в сгради и мостове според Еврокод 2. Годишник на УАСГ, Свитък V, Том XLVI 2013-2014, УАСГ, София, 2014, ISSN 1310-814X, стр. 35÷47, 218 стр.
[3] Георгиев, Евг. Влияние на възрастта на прилагане на натоварването върху провисването на еднопосочно армирани стоманобетонни плочи съгласно Еврокод 2". Първа научно-приложна конференция с международно участие - стоманобетонни и зидани конструкции - теория и практика - София. УАСГ - 22÷23.10.2015. Годишник на УАСГ, Свитък 12-I, Част-I, Том 48, 2015, УАСГ, София,2016, ISSN 1310-814X, стр. 125÷139, 278.
[4] Георгиев, Евг. "Влияние на точността на коефициента на пълзене върху провисването на еднопосочно армирани стоманобетонни плочи съгласно Еврокод 2". Годишник на УАСГ, Том 49, Брой 2, УАСГ, София 2016. ISSN 1310-814X. стр. 95÷106, 222 стр.
[5] Георгиев, Евг. "Влияние на точността на общата деформацията от съсъхване върху провисването на еднопосочно армирани стоманобетонни плочи съгласно Еврокод 2". Годишник на УАСГ, Том 49, Брой 2, УАСГ, София 2016. ISSN 1310-814X. стр. 107÷118, 222 стр.
[6] Георгиев, Евг. Отчитане точностите на пълзенето и съсъхването при определяне на провисването на еднопосочно армирани плочи съгласно Еврокод 2. Доклади - XVI Международна научна конференция ВСУ’2016 - Том 2, Висше строително училище "Любен Каравелов" 9-10 юни 2016, София, България, 2016. ISSN 1314-071X, стр. 21÷26, 406 стр.
[7] Ангелов, Н. Възможности за използване на стоманобетонни стени с дебелина 25см. според Eurocode 8 за DCM, Първа научно-приложна конференция с международно участие - Стоманобетонни и зидани конструкции - Теория и практика, 22-23 октомври 2015г., УАСГ, София
[8] Първанов, Ст., Хрисчев, Л., „Аварии по време на строителството. Състояние и проблеми“, Проектиране и строителство на сгради и съоръжения“, 08-10 септември 2022 г, Варна, ISSN2683-071X
[9] EN 1990 – Basis of structural design (стандарт)
[10] EN 1992-1-1 – Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции (стандарт)

[11] EN 1993-1-1 – Проектиране на стоманени конструкции (стандарт)
[12] EN 1994-1-1 – Проектиране на комбинирани стомано-стоманобетонни конструкции (стандарт)
[13] EN 1998-1-1 Проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия. Общи правила, сеизмични въздействия и правила за сгради (стандарт)
[14] EN 1998-1-3 Проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия. Оценка и възстановяване/усилване на сгради (стандарт)
[15] Angelov N., Punching shear resistance of concrete flat slabs, Engineering Sciences, LXII, 2025, No. 2 Pages 93-104, ISBN 2603-3542 DOI: 10.7546/EngSci.LXII.25.02.07
[16] Нешев Хр. Сграда „Чайна“ при писта „Червено знаме“, к.к. Боровец - Обследване и оценка на техническото състояние, Годишник на Университета по Архитектура, Строителство и Геодезия, София 2024г., том. 57, брой 3, стр 719-738 ISSN 2534-9759.
[17] Нешев Хр. Обследване и оценка на техническото състояние на сглобяема стоманобетонна конструкция от строително конструктивната системата СКС-УС-73, XXIV Юбилейна международна научна конференция по строителство и архитектура ВСУ`2024г., том 2, стр. 187-205, София, ISSN 1314-071X.
[18] [18] Neshev Hr. Inspection and evaluation of the technical condition of a monolithic frame reinforced concrete structure of a hotel in Borovets resort, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, IOP:, Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1323 012010, 2024., DOI: 10.1088/1757-899X/1323/1/012010
[19] Lachezar Hrischev, Ivan-Aleksandar Conev1, Resistance of plastic anchors for fixing on ETICS indifferent types of base materials, nternational Scientific Conference CIVIL ENGINEERING DESIGN AND CONSTRUCTION, IOP Publishing, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1323 (2024) 012006, doi:10.1088/1757-899X/1323/1/012006.
[20] Цвета Роглекова, Лъчезар Хрисчев ПЛАН ЗА КОНТРОЛ НА ИЗПЪЛНЕНИЕ НА СТОМАНОБЕТОННИКОНСТРУКЦИИ, В СЪОТВЕТСТВИЕ С БДС EN 13670, I Младежка научна конференция с международно участие„Проектиране и строителство на сгради и съоръжения“, 4-5ноември 2021 г., София
[21] E Abdulahad and E Mahmud , Seismic behaviour before and after strengthening of solidconfined masonry walls with glass fiber reinforced polymers -analysis of hysteresis curves, obtained by shaking table tests, November 2020 IOP Conference Series Materials Science and Engineering 951(1) DOI: 10.1088/1757-899X/951/1/012018 LicenseCC BY 3.0
[22] Emin MAHMUD, Zdravko BONEV, Emad ABDULAHAD, Nonlinear seismic analysis of masonry infilled RC frame structures, January 2019 Gradjevinski materijali i konstrukcije 62(1):17-25 DOI: 10.5937/GRMK1901017M License CC BY-SA 4.0,