

УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО ПРИ ПРИЛАГАНЕ НА СИСТЕМИ ЗА ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА СТОМАНОБЕТОННИ КОНСТРУКЦИИ

Диана Георгиева¹, Лъчезар Хрисчев², Емад Абдулахад³

QUALITY MANAGEMENT IN THE APPLICATION OF SYSTEMS FOR THE REPAIR OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Diana Georgieva¹, Lachezar Hrishev², Emad Abdulahad³

Abstract:

The article examines some of main aspects of quality management in the repair of reinforced concrete structures as a key factor in ensuring their durability, reliability and safe operation. An analysis of the applicable regulatory framework in the Republic of Bulgaria has been carried out, including the Spatial Planning Act, Regulation No. RD-02-20-2, standards EN 1990 and EN 1992, the series of standards BDS EN 1504 and BDS EN ISO 9001, Regulation No. RD-02-20-1, Regulation No. RD-02-20-3, Regulation No. RD-02-20-19, BDS EN 13670. The interrelationship between national legislation and European standards has been discussed, and their role in the survey, design, implementation and control of repair and protection activities has been shown. Particular attention is paid to the requirements for quality management according to BDS EN 1504-10. The necessary tests, inspections and acceptance criteria for the various stages of the repair works are systematized - assessment of the condition of the base, incoming control of products and systems, control during implementation and assessment of the final hardened state. Quality control plans are proposed, containing test methods, frequency of inspections, acceptance criteria, necessary documentation and responsibilities of the participants in the construction process.

Keywords:

concrete, repair, quality control, EN 1504, testing

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Стоманобетонът е сред най-широко използваните строителни материали в съвременното строителство поради съчетанието от висока носимоспособност,

¹ Диана Георгиева, инж., докторант, Катедра „Технология и механизация на строителството“, Строителен факултет, УАСГ, бул., Христо Смирненски №1, d.e.georgieva_fce@uacg.bg;

Diana Georgieva, PhD student, Department of Construction Technology and Mechanization, Faculty of construction, UACG, 1046. Sofia, 1 Hr. Smirnenski blvd., d.e.georgieva_fce@uacg.bg;

² Лъчезар Хрисчев, доцент, д-р, инж., Катедра „Технология и механизация на строителството“, Строителен факултет, УАСГ, бул., Христо Смирненски №1, lhrishev_fce@uacg.bg;

Lachezar Hrishev, Assoc. Prof. PhD eng., Department of Construction Technology and Mechanization, Faculty of construction, UACG, 1046. Sofia, 1 Hr. Smirnenski blvd., lhrishev_fce@uacg.bg;

³ Емад Абдулахад, доцент, д-р, инж., Масивни конструкции, Строителен факултет, УАСГ, бул., Христо Смирненски №1, georgos_fce@uacg.bg;

Emad Abdulahad, Assoc. Prof. PhD eng., Department of Reinforced Concrete Structures, Faculty of construction, UACG, 1046. Sofia, 1 Hr. Smirnenski blvd., georgos_fce@uacg.bg

конструктивна надеждност и икономическа ефективност. Въпреки това неговата дълготрайност е ограничена от въздействието на агресивни фактори на околната среда, които предизвикват постепенна деградация на бетона и армировката. Разрушаването на стоманобетонните конструкции представлява сложен физико-химичен процес, обусловен от взаимодействието между конструкцията и експлоатационната среда.

Сред основните механизми на разрушаване са карбонизацията на бетона и проникването на хлоридни йони, които водят до депасивация на армировъчната стомана и развитие на корозионни процеси. Корозията на армировката предизвиква увеличаване на обема на корозионните продукти, напукване и компрометиране на защитния бетонен слой, намаляване на ефективното сечение на армировката и в крайна сметка – намаляване на носимоспособността и експлоатационната надеждност на конструкцията [1, 2].

През последните десетилетия нараства значението на ремонтите и възстановяване на съществуващи стоманобетонни конструкции. Икономическата значимост на проблема се обуславя от факта, че разходите за поддръжка и възстановяване на инфраструктурните обекти в много държави надвишават инвестициите за ново строителство. Изследванията показват, че недостатъчният контрол и управление на качеството в ранните етапи на ремонта могат да доведат до многократно увеличаване на разходите за последващи възстановителни дейности [3]. Анализите на причините за неуспешни ремонти показват, че значителна част от тях не са свързани с качеството на използваните материали, а с недостатъчна подготовка на основата, несъвместимост между ремонтния материал и съществуващия бетон, както и с неспазване на технологичните изисквания по време на изпълнението [4].

В този контекст управлението на качеството се разглежда не само като система за контрол на изпълнените строително-монтажни работи, а като цялостен процес за осигуряване на проектния експлоатационен срок и устойчивостта на възстановената конструкция. Съвременният подход включва управление на качеството през всички етапи на жизнения цикъл на ремонта – обследване и диагностика на състоянието, избор на подходяща стратегия, избор на материали, изпълнение, контрол и последващ мониторинг [5].

В България управлението на качеството при възстановяване на стоманобетонни конструкции се основава на изискванията на серията стандарти БДС EN 1504 „Продукти и системи за защита и възстановяване на бетонни конструкции“, които определят принципите за ремонт, характеристиките на продуктите, критериите за оценяване на съответствието и контрола на качеството при изпълнение. Допълнително приложение намират Законът за устройство на територията (ЗУТ), Наредба № РД-02-20-2 за проектиране на строителни конструкции, националните приложения към Еврокодите и стандартът БДС EN ISO 9001 за системи за управление на качеството.

У нас има редица изследвания, свързани с усилване и възстановяване на различни стоманобетонни конструкции – усилване на стоманобетонни плочи с външно предварително налягане [15], усилване на стоманобетонни греди с FRP и CFRP [16, 24], усилване на стоманобетонни греди със супер високоякостни бетони [17], възстановяване на стоманобетонни колони [19, 23] и др. От друга страна, въпросите свързани с контрола и качеството при възстановяването на стоманобетонните конструкции не са толкова широко изследвани и анализирани. В Р. България се ползват редица нормативни актове, наредби и стандарти, но липсва систематизиране и информация по отношение на връзката между тях.

Целта на настоящия доклад е да се систематизират някои основни изисквания, свързани с управлението на качеството при прилагането на системи за възстановяване на стоманобетонни конструкции, както и приложимите нормативни изисквания и добри инженерни практики за осигуряване на тяхната ефективност.

2. НОРМАТИВНИ АКТОВЕ И БЪЛГАРСКИ СТАНДАРТИ ЗА КОНТРОЛ НА КАЧЕСТВОТО ПРИ ПРИЛАГАНЕ НА ПРОДУКТИ И СИСТЕМИ ЗА ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА СТОМАНОБЕТОННИ КОНСТРУКЦИИ

При изпълнението на стоманобетонните конструкции, освен стандартите за изпълнение е следва да се съблюдават също и изискванията на действащите нормативни актове.

Ефективното управление на качеството при възстановяване на стоманобетонни конструкции изисква изграждането на нормативно обоснована система за контрол, която да гарантира безопасността, дълготрайността и експлоатационната надеждност на извършените ремонтни дейности. В Република България тази система се основава на съвкупност от нормативни актове, европейски стандарти, въведени като български стандарти (БДС), и международни стандарти за управление на качеството [9, 16].

Основният нормативен документ, регулиращ строителния процес, е Законът за устройство на територията (ЗУТ), който определя правата, задълженията и отговорностите на участниците в инвестиционния процес, както и процедурите за контрол и приемане на строителните работи [9]. Контролът на качеството при изпълнение на строително-монтажните работи се осъществява чрез система от актове, протоколи и строителен надзор, регламентирани в действащата нормативна уредба. В тази връзка съществено значение има Наредба № 3 за съставяне на актове и протоколи по време на строителството, която определя реда за документиране, удостоверяване и проследимост на качеството на изпълнените строителни работи [10]. По отношение на влаганите строителни продукти, основния нормативен акт е Наредба № РД-02-20-1 от 5 февруари 2015 г. за условията и реда за влагане на строителни продукти в строежите на Република България [18], с която се въвеждат и изискванията на Регламент (ЕС) № 305/2011 [12].

При проектирането, оценката и възстановяването на съществуващи стоманобетонни конструкции се прилагат изискванията на Наредба № РД-02-20-2 за проектиране на строителни конструкции, чрез която в българската практика е въведена европейската система за конструктивно проектиране Еврокод [10]. Основополагащо значение, от гледна точка на предпазването и възстановяването на стоманобетонните конструкции имат БДС EN 1990 „Основи на проектирането на конструкции“ и БДС EN 1992-1-1 „Еврокод 2: Проектиране на стоманобетонни конструкции“, които осигуряват методологична база за оценка на носимоспособността, експлоатационната годност и остатъчния експлоатационен ресурс на конструкциите след ремонт или усилване [14, 15, 19, 20].

Самото изпълнение следва да се извършва съгласно стандарта БДС EN 13670 [21], изисквания на който, са нормативно въведени в националната нормативна уредба с Наредба РД 02-20-3 от 04.07.2024 г. за изпълнение, контрол и приемане на бетонни и стоманобетонни конструкции [20].

Водещо място в нормативната рамка за възстановяване на стоманобетонни конструкции заема серията стандарти БДС EN 1504 „Продукти и системи за защита и възстановяване на бетонни конструкции“ [11, 6]. Тази серия стандарти регламентира принципите за избор, проектиране, изпълнение и контрол на системите за ремонт и защита на бетонни конструкции. Стандартите са разработени с цел осигуряване на съвместимост между ремонтните материали и съществуващия бетон, както и гарантиране на дълготрайността на ремонтните решения.

От серията стандарти БДС EN 1504, особено значение за управлението на качеството имат БДС EN 1504-8 и БДС EN 1504-10. БДС EN 1504-8 определя принципите за контрол на качеството, оценяване на съответствието и производствен контрол на продуктите и системите за възстановяване на бетонни конструкции [11]. От своя страна БДС EN 1504-10 регламентира изискванията към изпълнението на строителната площадка, подготовката на основата, условията за полагане на материалите, технологичния контрол и приемането

на извършените работи [6]. Стандартът поставя акцент върху необходимостта от системен контрол на всички фактори, които могат да окажат влияние върху експлоатационните характеристики на възстановената конструкция.

Съгласно изискванията на БДС EN 1504-10 процесът на контрол на качеството следва да обхваща всички етапи на ремонта – от входящия контрол на материалите до окончателното приемане на изпълнените работи [6]. Входящият контрол включва проверка на декларации за експлоатационни показатели и съответствие на материалите с проектните изисквания. Следващият етап е контролът на съществуващата конструкция, включващ определяне на якостта на бетона, дълбочината на карбонизация, съдържанието на хлориди, състоянието на армировката и адхезия на основата. По време на изпълнението се осъществява контрол върху технологичните параметри, включително подготовката на повърхността, дебелината на ремонтните слоеве, температурно-влажностните условия и времето за втвърдяване на материалите. Крайният контрол включва изпитвания за адхезия, визуални проверки и оценка на съответствието на изпълнената система с проектните и нормативните изисквания [6].

Прилагането на стандарта позволява ефективно управление на процесите по обследване, проектиране, доставка на материали, изпълнение и контрол, като по този начин се намалява вероятността от технологични грешки и преждевременни откази на ремонтните системи.

Следователно нормативните актове и стандартите, приложими в България, формират цялостна рамка за управление и контрол на качеството при възстановяване на стоманобетонни конструкции. Тяхното комплексно прилагане създава предпоставки за повишаване на надеждността на ремонтните решения, удължаване на експлоатационния срок на конструкциите и оптимизиране на разходите за последваща поддръжка и рехабилитация [9–15,21].



Фигура 1. Връзка между националното законодателство и европейските стандарти във връзка с възстановяването на стоманобетонни конструкции

3. ИЗИСКВАНИЯ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО

3.1 Общи изисквания

Управлението на качеството при възстановяване на стоманобетонни конструкции представлява съвкупност от организационни, технически и контролни дейности, насочени към осигуряване на съответствие между проектните изисквания, нормативната база и действително постигнатите експлоатационни характеристики на възстановената конструкция. Основната цел е гарантиране на дълготрайност, надеждност и безопасност през целия експлоатационен срок на съоръжението.

Едно от основните изисквания е извършването на предварително техническо обследване на конструкцията с цел определяне на причините за настъпилите повреди и степента на повреда на материалите. Диагностиката включва определяне на якостта на бетона, дълбочината на карбонизация, съдържанието на хлориди, състоянието на армировката и наличието на активни корозионни процеси [1, 2]. Получените резултати служат като основа за избор на подходяща ремонтна стратегия и система за възстановяване.

Съществено изискване е осигуряването на съвместимост между материали за ремонт и възстановяване и съществуващия бетон. Съгласно БДС EN 1504-9 изборът на система за възстановяване трябва да бъде съобразен с механизмите на разрушаване, условията на експлоатация и очаквания експлоатационен срок на конструкцията [5]. Несъвместимостта между материалите може да доведе до концентрация на напрежения и преждевременно разрушаване на възстановените участъци [4].

Особено значение има контролът върху технологичния процес по време на изпълнението. Съгласно БДС EN 1504-10 качеството на ремонта зависи в значителна степен от правилната подготовка на основата, почистването на армировката, спазването на технологичните режими за полагане на материалите и осигуряването на подходящи температурно-влажностни условия по време на втвърдяването [6]. Практиката показва, че голяма част от неуспешните ремонти са резултат от отклонения в технологичния процес, а не от недостатъчни свойства на използваните материали [3].

Необходимо е също така изпълнението на система за проверки и изпитвания на различните етапи от ремонта. Контролът включва визуални инспекции, измерване на дебелината на ремонтните слоеве, изпитвания за адхезия (pull-off test), проверки на якостните характеристики и оценка на защитните свойства на възстановителната система [6]. Резултатите от изпитванията трябва да бъдат документирани и сравнени с предварително зададените критерии за приемане, регламентирани в приложимите стандарти и в инвестиционния проект.

Следователно ефективното управление на качеството при възстановяване на стоманобетонни конструкции изисква интегриран подход, обединяващ нормативните изисквания, техническите стандарти и добрите инженерни практики. Само чрез системен контрол на всички етапи от ремонтния процес може да се гарантира постигането на проектните експлоатационни показатели и устойчивостта на възстановените конструкции в дългосрочен план [5, 6, 16].

3.2 Изпитвания и огледи свързани с управлението на качеството съгласно БДС EN 1504-10

В таблица 1 са представени изпитванията и огледите на различните характеристики при управление на качеството. Дадена е информацията както за характеристиките в това число за състоянието на основата преди и след подготовката, годност на продукти и системи, условия и изисквания преди и/или през време на приложение, крайно втвърдено състояние така и за методите за изпитване, които се прилагат при управлението на качеството

Таблица 1. Изпитвания и огледи за управление на качеството [6].

№	Характеристика	Метод за изпитване или оглед (включително използване на апаратура, когато е подходящо	Честота на изпитване или оглед	Методи, включващи повърхностни покрития	Методи, включващи запълване на пукнатини, празнини или междини	Методи, включващи приложение на разтвор или бетон	Методи, включващи покритие на армировката
Състояние на основата преди и след подготовка							
1	Разслояване	Прозвучаване с чук	Един път преди приложение	▪		▪	
2	Чистота	Визуално; Изпитване с избърсване	След подготовка и веднага преди приложение	▪	◇	▪	
3	Неравности на повърхността	Визуално	Преди приложение	▪			
4	Грапавост	Визуално; пясъчно петно или профилометър		◇		◇	
5	Якост на опън на повърхността на основата	Сцепление при натоварване на опън		◇		◇	
6	Широчина и дълбочина на пукнатини	Механичен или електрически уред; Изрязване на ядки и визуално или с ултра звук			◇		
7	Отваряне на пукнатини	Механичен или електрически уред		□	◇	□	
8	Вибрации	Акселерометър				□	
9	Съдържание на влага в основата	Визуално; Вземане на проби на място и лабораторно изпитване; Изпитване на съпротивлението;	Преди и по време на приложение	◇	◇		

		Сонди за относителна влажност					
10	Температура на основата	Термометър	През време на приложение	▪	◇	▪	▪
11	Карбонизация	Изпитване с фенолфталейн				□	
12	Съдържание на хлориди	Вземане на проби на място и химичен анализ				□	
13	Проникване на други замърсители	Вземане на проби на място и химичен анализ		◇		□	
14	Замърсяване на пукнатини	Ядки и химичен анализ			◇		
15	Електрическо съпротивление					□	
16	Чистота на съществуващата армировка	Визуално					
17	Размер на съществуващата армировка	Визуално	Еднократно преди приложение				
18	Корозия на съществуващата армировка	Изпитване с полуклетка или визуално					
19	Чистота на армировъчните пръти	Визуално	Еднократно преди приложение				
20	Якост на натиск	Ядки и и изпитване с разрушаване; Изпитване със склерометър				◇	
Годност на продукти и системи							
21	Идентичност на всички приложени продукти	Декларации за строителните продукти	Преди използване	▪	▪	▪	▪
Условия и изисквания преди и/или през време на приложение							
22	Температура на околната среда	Термометър	През време на приложение	▪	▪	▪	▪

23	Влажност на околната среда	Влагомер	През време на приложение	◇	◇		▪
24	Валежи	Визуално	Всеки ден	▪	◇	▪	◇
25	Сила на вятъра	Анемометър	Преди използване	▪			
26	Точка на оросяване	Влагомер термометър	През време на приложение, ако продуктът го изисква	◇			◇
27	Лина на покритие във влажно състояние	Дебеломер с гребен или дебеломер с колело	След приложение	◇			
28	Консистенция на бетона	Определяне на слягане	Всеки ден или всеки замес			▪	
29	Консистенция на разтвор и инжекционен разтвор	Разстилане чрез стръскване	Всеки ден или всеки замес			▪	
30	Съдържание на въздух в бетонна смес	Метод с налягане				◇	
31	Дебелина или покритие на материал за възстановяване	Ядки и визуално	Еднократно след възстановяване			▪	
32	Якост на натиск	Кубчета и изпитване с разрушаване	Еднократно след възстановяване			▪	
33	Приложение на арматурата	Визуално	Еднократно преди възстановяване				
Крайно втвърдено състояние							
34	Разслояване	Прозвучаване с чук	Еднократно			▪	
35	Електрическо съпротивление					□	
36	Дебелина на покривите в сухо състояние	Клиновиден разрез	Еднократно	▪			◇

37	Покриваемост на покритието	Визуално	Еднократно	▪			▪
38	Проникване на импрегнирането	Ядки и визуално					
39	Водонепроницаемост на покрития		Еднократно	◇	◇	◇	
40	Степен на запълване на пукнатини	Ядки и визуално			◇		
41	Дебелина на покритие	Ядки и визуално	Еднократно			▪	
42	Сцепление на покритие	Изпитване с напречен разрез	Еднократно	▪		▪	
43	Якост на натиск	Кубчета и изпитване с разрушаване	Еднократно			▪	
44	Плътност на втвърден бетон	Изсушване в сушилен шкаф	Еднократно			▪	
45	Напукване от съсъхване в разтвор и бетон за възстановяване	Механичен уред; визуално	Еднократно			▪	
46	наличие на кухини във или зад втвърден материал за възстановяване	Изпитване с ултразвук				◇	
47	Положение на армировката	Визуално; изпитване с ковърометър					
48	Връзка на армировката	Изпитване на изтръгване при опън	Както се изисква				
49	Наличие на кухини между свързани плочи и основи	Прозвучаване с чук	Еднократно				
50	Поведение на конструкцията	Изпитване с натоварване	Както се изисква				
51	Сцепление на материала за запълване на пукнатини към основата	Ядки и визуално			□		
52	Цвят и текстура на завършен вид на повърхността	Визуално				◇	

▪	За всички предвидени използвания
---	----------------------------------

◇	За някои предвидени използвания, които се изискват заради специфични или експлоатационни условия
□	За специални приложения

3.3 Управление на качеството и изисквания за контрол

В таблиците по-долу е систематизирана информация за плана за контрол при изпълнение на някои основни работи. Структурата е в съответствие с БДС EN 13670 [20]. Отделните етапи, които са разгледани са състоянието на основата преди и след подготовката, годност на продукти и системи, условия и изисквания преди и/или през време на приложение, крайно втвърдено състояние. Следва да се предвид, че по отношение на метода за контролиране и наблюдение и изпитване в предстванете по долу таблици са включени само задължителните методи съгласно БДС EN 1504-10, като останалите следва да бъдат дадени в проекта по част „Конструктивна“.

Таблица 2. Елементи, процедури и инструкции за контрол при окачествяване на състоянието на основата преди и след подготовка.

Състояние на основата преди и след подготовка	
Елементи на контрола	Процедури и инструкции за контрол
Общи изисквания	1. Преди възстановяването бетонната основа трябва да бъде обследвана за: наличие на пукнатини, отслоен бетон, корозия на арматурата. 2. След подготовката основата трябва да бъде здрава, чиста, без ронливи участъци, прах, масла, мазнини и свободна вода, с осигурена необходима грапавост за добро сцепление на ремонтния разтвор.
Позовавания на стандарта и инвестиционния проект	1. Инвестиционен проект по част „Конструктивна“. 2. Спецификация за изпълнение, разработена по реда на Наредба № РД-02-20-3 г. за изпълнение, контрол и приемане на бетонни и стоманобетонни конструкции (ако е приложимо). 3. Наредба № РД-02-20-3 г. за изпълнение, контрол и приемане на бетонни и стоманобетонни конструкции 4. БДС EN 1504 (части 3, 9 и 10). 5. БДС EN 13670.
Метод за контролиране, наблюдение или изпитване	1. Визуален оглед. 2. Прозвучаване с чук. 3. Изпитване с избърсване. 4. Термометър.
Определяне участъка на контролиране	Всеки ремонтиран конструктивен елемент преди полагане на антикорозионната защита и ремонтния разтвор.
Честота на контролиране, наблюдение или изпитване	За всеки ремонтиран участък преди започване на възстановителните работи и след приключване на подготовката на основата. Изпитванията се извършват съгласно проекта и спецификацията за изпълнение.

Критерии за приемане	1. Отстранен е целият компрометиран бетон до здрава основа. 2. Армировката е напълно почистена от корозия. 3. Основата е чиста, здрава, с необходимата грапавост и влажност; да няма прах, масла, ронливи участъци и свободна вода. 4. Условието отговарят на изискванията на инвестиционни проект по част „Конструктивна“, БДС EN 1504 и спецификация изпълнение, когато такава е разработена.
Документация	1. Акт обр. 12 за установяване на всички видове СМР, подлежащи на закриване. 2. Протоколи от извършени изпитвания и измервания.
Отговорници за контрола	1. Представител на строителя. 2. Технически правоспособното физическо лице по част „Конструктивна“ към лицето, упражняващо строителен надзор. 3. Проектанта по част „Конструктивна“. 4. Представител на възложителя, когато това е договорено между страните.

Таблица 3. Елементи, процедури и инструкции за контрол при окачествяване на годност на продукти и системи.

Годност на продукти и системи	
Елементи на контрола	Процедури и инструкции за контрол
Общи изисквания	Всички продукти и системи за ремонт на стоманобетонната конструкция трябва да бъдат доставени в оригинални, ненарушени опаковки, в срока на годност и да съответстват на одобрената проектна документация и техническата спецификация.
Позования на стандарта и инвестиционни проект	1. Инвестиционен проект по част „Конструктивна“. 2. БДС EN 1504 (части 2, 3, 4, 6, 7 и 10 – според приложението). 3. Наредба РД 02-20-1 от 5 февруари 2015 г. за условията и реда за влагане на строителни продукти в строежите на Република България. 4. Регламент (ЕС) № 305/2011 (CPR). 5. Спецификация за изпълнение на производителя.
Метод за контролиране, наблюдение или изпитване	1. Визуален оглед на доставените продукти и системи за ремонт. 2. Проверка на представените декларации за строителните продукти съгласно Наредба РД 02-20-1 от 5 февруари 2015 г. за условията и реда за влагане на строителни продукти в строежите на Република България. 3. Регламент (ЕС) № 305/2011 и БДС EN 1504-8:2000-10.
Определяне участъка на контролиране	Всички доставени материали, продукти и системи – антикорозионни покрития за армировка, свързващи грундове, ремонтни разтвори, инжекционни смоли, защитни покрития, анкериращи системи и други продукти, предвидени за влагане в ремонта.

Честота на контролиране, наблюдение или изпитване	При всяка доставка на материали, продукти и системи и преди влагането им в строежа.
Критерии за приемане	1. Материалите съответстват на проекта по част „Конструктивна“ и спецификацията за изпълнение. 2. Притежават необходимите документи за съответствие. 3. Не е изтекъл срокът им на годност. 4. Опаковките са здрави и ненарушени. 5. Съхранявани са съгласно указанията на производителя. 6. Няма признаци на увреждане или промяна на свойствата.
Документация	1. Декларации за строителните продукти съгласно Наредба РД 02-20-1 от 5 февруари 2015 г. за условията и реда за влагане на строителни продукти в строежите на Република България. 2. Регламент (ЕС) № 305/2011. 3. СЕ маркировка. 4. Информационни листове за безопасност. 5. Протокол за входящ контрол, когато това е договорено между страните.
Отговорници за контрола	1. Техническият ръководител (технически правоспособно лице, което да извършва техническо ръководство на строежите). 2. Лице, упражняващо строителен надзор. 3. Лице за контрол върху качеството на изпълнение на строителството, за съответствие на влаганите в строежите строителни продукти със съществените изисквания за безопасност. 4. Проектант по част „Конструктивна“, когато това е договорено между страните.

Таблица 4. Елементи, процедури и инструкции за контрол при окачествяване на условия и изисквания преди и/или през време на приложение.

Условия и изисквания преди и/или през време на приложение	
Елементи на контрола	Процедури и инструкции за контрол
Общи изисквания	1. Работите се извършват при условията, определени в инвестиционния проект по част „Конструктивна“ и спецификацията за изпълнение, когато такава е възложена. 2. Осигуряват се подходящи климатични условия, безопасни условия на труд и защита на ремонтираните участъци от неблагоприятни атмосферни въздействия.
Позования на стандарта и инвестиционни проект	1. БДС EN 1504 (части 3, 9 и 10). 2. БДС EN 13670. 3. Спецификация изпълнение, когато такава е възложена и разработена. 4. Технологичните инструкции на производителя. 5. План за безопасност и здраве.
Метод за контролиране, наблюдение или изпитване	1. Термометър. 2. Визуално. 3. Анемометър.

	- Определяне на слягането – EN 12350-1, -5 (за първите три изпитвания) EN 13395-3 (за последните три изпитвания). - Разстилане чрез стръскване – EN 13395-1, -2, -4. - Вземане на ядки и визуално EN 12504-1. - Кубчета и изпитване с разрушаване – EN 12390- 1, -2, -3 и EN 12190.
Определяне участъка на контролиране	Всички работни участъци, на които се изпълняват ремонтни работи и се полагат ремонтни системи.
Честота на контролиране, наблюдение или изпитване	Преди започване на работа и по време на изпълнение на строителните и монтажните работи.
Критерии за приемане	- Правилно изпълнение на видовете СМР и детайлите, съгласно проекта по част „Конструктивна“. - Материалите съответстват на проекта по част „Конструктивна“ и спецификацията за изпълнение. - Основата е подготвена и с необходимата влажност. - Липсват валежи, замръзване, силен вятър или пряко слънчево греење, когато това е недопустимо. - Спазена е технологичната последователност, съгласно спецификацията за изпълнение, когато такава е възложена.
Документация	- Акт обр. 12 за установяване на всички видове СМР, подлежащи на закриване. - Протоколи от извършени изпитвания и измервания. - Декларации за строителните продукти съгласно Наредба РД 02-20-1 от 5 февруари 2015 г. за условията и реда за влагане на строителни продукти в строежите на Република България. - Регламент (ЕС) № 305/2011. - СЕ маркировка. - Информационни листове за безопасност. - Протокол за входящ контрол, когато това е договорено между страните.
Отговорници за контрола	- Представител на строителя. - Технически правоспособното физическо лице по част „Конструктивна“ към лицето, упражняващо строителен надзор. - Проектанта по част „Конструктивна“. - Техническият ръководител (технически правоспособно лице, което да извършва техническо ръководство на строежите). - Лице, упражняващо строителен надзор. - Лице за контрол върху качеството на изпълнение на строителството, за съответствие на влаганите в строежите строителни продукти със съществените изисквания за безопасност. - Представител на възложителя, когато това е договорено между страните.

Таблица 5. Елементи, процедури и инструкции за контрол при окачествяване на крайно втвърдено състояние.

Крайно втвърдено състояние	
Елементи на контрола	Процедури и инструкции за контрол
Общи изисквания	1. След окончателното втвърдяване системите за ремонт трябва да осигуряват проектната носимоспособност, дълготрайност и експлоатационни характеристики. 2. Повърхността трябва да бъде без дефекти, с добро сцепление към основата и с изпълнени защитни покрития (когато такива се предвиждат).
Позования на стандарта и инвестиционния проект	1. Инвестиционни проект по част „Конструктивна“. 2. Спецификация за изпълнение, разработена по реда на Наредба № РД-02-20-3 г. за изпълнение, контрол и приемане на бетонни и стоманобетонни конструкции (ако е приложимо). 3. БДС EN 1504 (части 2, 3, 9 и 10). 4. БДС EN 13670.
Метод за контролиране, наблюдение или изпитване	1. Прозвучаване с чук. 2. Клиновиден разрез – ISO 2808. 3. Взимане на ядки и визуално - EN 12504-1.
Определяне участъка на контролиране	Всички възстановени конструктивни елементи.
Честота на контролиране, наблюдение или изпитване	След изтичане на минималния срок за втвърдяване, определен от производителя, и преди приемане на строително-монтажните работи. Изпитванията се извършват в обема, определен в проекта и спецификацията за изпълнение.
Критерии за приемане	1. Правилно изпълнение на видовете СМР и детайлите, съгласно проекта по част „Конструктивна“. 2. Материалите съответстват на проекта по част „Конструктивна“ и спецификацията за изпълнение. 3. Повърхността е плътна, равномерна и без видими дефекти. 4. Липсват пукнатини, отслоявания, кухини и ронливи участъци. 5. Сцеплението с основата и якостните показатели отговарят на изискванията на проекта, БДС EN 1504. 6. Защитните покрития (когато такива се предвиждат), са изпълнени равномерно и без прекъсвания.
Документация	1. Акт обр. 7 за приемане на извършените СМР по нива и елементи на строителната конструкция. 2. Акт обр. 14 за приемане на конструкцията. 3. Декларации за строителните продукти съгласно Наредба РД 02-20-1 от 5 февруари 2015 г. за условията и реда за влагане на строителни продукти в строежите на Република България. 4. Регламент (ЕС) № 305/2011. 5. Информационни листове за безопасност. 6. Протоколи от изпитвания;
Отговорници за контрола	1. Представител на строителя. 2. Технически правоспособното физическо лице по

	част „Конструктивна“ към лицето, упражняващо строителен надзор. 3. Проектанта по част „Конструктивна“. 4. Техническият ръководител (технически правоспособно лице, което да извършва техническо ръководство на строежите). 5. Лице, упражняващо строителен надзор. 6. Лице за контрол върху качеството на изпълнение на строителството, за съответствие на влаганите в строежите строителни продукти със съществените изисквания за безопасност. 7. Представител на възложителя, когато това е договорено между страните.
--	---

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Възстановяването на стоманобетонни конструкции представлява сложен инженерно-технологичен процес, чиято ефективност зависи не само от качеството на използваните материали, но и от цялостната система за управление на качеството. Това налага прилагането на комплексен подход за диагностика, проектиране и изпълнение на ремонтните дейности.

Извършения систематичен анализ на нормативната рамка показва, че серията стандарти БДС EN 1504 предоставя цялостна методология за избор, приложение и контрол на системите за защита и възстановяване на бетонни конструкции. В съчетание с изискванията на Закона за устройство на територията и съответните подзаконови нормативни актове, стандартите от европейската система за конструктивно проектиране „Еврокод“ и БДС EN ISO 9001 се създава комплексна система за осигуряване и контрол на качеството през всички етапи на ремонтния процес.

Въз основа на извършения анализ може да се заключи, че управлението на качеството следва да се разглежда като стратегически инструмент за удължаване на експлоатационния срок на стоманобетонните конструкции, а не само като средство за контрол на изпълнението. Прилагането на интегрирана система за управление на качеството, основана на нормативните изисквания, международните стандарти и добрите инженерни практики, създава условия за повишаване на надеждността, безопасността и икономическата ефективност на възстановителните дейности.

В перспектива развитието на съвременни методи за мониторинг, цифровизация на контролните процеси и използването на високотехнологични ремонтни материали ще повишават ролята на управлението на качеството като ключов фактор за устойчивото управление на строежите и частност на СМР, свързани с възстановяването на стоманобетонните конструкции, и запазването на нейния експлоатационен ресурс.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящата научноизследователска разработка по договор Д-177/26 „Технологични решения при предпазване и възстановяване на стоманобетонни конструкции“, е подкрепена финансово от Център за научни изследвания и проектиране при УАСГ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bertolini, L., Elsener, B., Pedferri, P., Polder, R. Corrosion of Steel in Concrete: Prevention, Diagnosis, Repair. Wiley-VCH, Weinheim, 2013.
- [2] Neville, A. M. Properties of Concrete, 5th Edition, Pearson Education, London, 2011.

- [3] Emmons, P. H., Vaysburd, A. M. Factors Affecting the Long-Term Performance of Concrete Repair, Construction and Building Materials, Vol. 8, No. 2, 1994, pp. 69–75.
- [4] Morgan, D. R. Compatibility of Concrete Repair Materials and Systems, Construction and Building Materials, Vol. 10, No. 1, 1996, pp. 57–67.
- [5] БДС EN 1504-9:2008. Продукти и системи за предпазване и възстановяване на бетонни конструкции. Определения, изисквания, контрол на качеството и оценяване на съответствието. Част 9: Общи принципи за употребата на продукти и системи-European Committee for Standardization (CEN), Brussels.
- [6] БДС EN 1504-10:2017. Продукти и системи за предпазване и възстановяване на бетонни конструкции. Определения, изисквания, контрол на качеството и оценяване на съответствието. Част 10: Прилагане на място на продукти и системи и управление на качеството на строителните работи -European Committee for Standardization (CEN), Brussels.
- [7] БДС ISO 9001:2015. Системи за управление на качеството. Изисквания. International Organization for Standardization, Geneva.
- [8] Mehta, P. K., Monteiro, P. J. M. Concrete: Microstructure, Properties and Materials, 4th Edition, McGraw-Hill Education, New York, 2014.
- [9] Закон за устройство на територията. Обн. ДВ, бр. 1 от 2 януари 2001 г., посл. изм. и доп.
- [10] Наредба № 3 от 31 юли 2003 г. за съставяне на актове и протоколи по време на строителството.
- [11] БДС EN 1504-8:2004. Продукти и системи за защита и възстановяване на бетонни конструкции – Част 8: Контрол на качеството и оценяване на съответствието.
- [12] Регламент (ЕС) № 305/2011 (CPR) на Европейския парламент и на съвета от 9 март 2011 година за определяне на хармонизирани условия за предлагането на пазара на строителни продукти
- [13] БДС EN 1990:2005. Еврокод – Основи на проектирането на конструкции.
- [14] БДС EN 1992-1-1:2005. Еврокод 2 – Проектиране на стоманобетонни конструкции.
- [15] Иванов Г., Павлов И., Технологични особености при усилване на стоманобетонни плочи чрез външно предварително налягане, X юбилейна международна научна конференция „Проектиране и строителство на сгради и съоръжения“, 20-22 септември 2018г. Варна, България
- [16] Спасов Св., Абдулахад Е., Усилване с FRP на стоманобетонна греда, подложена на агресивно влияние“, Годишник на УАСГ 2016 том 49 брой 3
- [17] Трайкова М., Абдулахад Е. „Възможности за приложение на супер високоякостни бетоци (свѣб) за усилване на стоманобетонни греди –резултати от експериментално изследване“, Годишник на УАСГ 2023 том 53 брой 3
- [18] Наредба № РД-02-20-1 от 5 февруари 2015 г. за условията и реда за влагане на строителни продукти в строежите на Република България
- [19] Slavchev V., Theoretical and experimental investigations of repaired reinforced concrete column, In Conference Proceedings of First national conference with international participation TEIK 2010, Book 2, 18-10 March 2010, Nis, Serbia, pp. A-49 – A-56, 2010.
- [20] Наредба РД 02-20-3 от 04.07.2024 г. за изпълнение, контрол и приемане на бетонни и стоманобетонни конструкции
- [21] БДС EN 13670 Изпълнение на бетонни и стоманобетонни конструкции.
- [22] Наредба №РД 02-20-19 от 2011 г. за проектиране на строителни конструкции на строежите чрез прилагане на европейската система за проектиране на строителни конструкции

- [23] Stankov V., Ivanova I., Assih J., Dontchev D., Numerical simulation of mechanical behavior of reinforced concrete column - short corbel assembly repaired and strengthened by bonding composite materials, DOI 10.1088/1757-899X/1323/1/012008
- [24] Stankov V., Ivanova I., Assih J., Dontchev D., Modelling confined zone effect in reinforced concrete corbel strengthened by CFRP, DOI:
<https://doi.org/10.59957/jctm.v60.i6.2025.10>