



*Приета: 18.03.2016 г.
Преработена: 11.04.2016 г.
Одобрена: 22.04.2016 г.*

НОРМАЛА, СТОЙНОСТ, ПРИЛОЖЕНИЕ И ИКОНОМИЧЕСКИ АНАЛИЗ ЗА УСИЛЕНИ С НАДЛЪЖНА СТОМАНЕНА И НАПРЕЧНА CFRP АРМИРОВКА ЗИДАНИ КОЛОНИ

Т. Тодоров¹, Ф. Рангелова²

***Ключови думи:** зидани, колони, усиление, CFRP, нормала, стойност*

РЕЗЮМЕ

Докладът представя нормала за строителния процес „Усиление на зидани колони с надлъжна стоманена и напречна CFRP армировка“. В табличен вид са представени разходни норми за усиление. Те са за кожух от стоманени профили, надлъжни стоманени и напречни CFRP ленти 40% от площта на колоната, надлъжна и напречна стоманена армировка, плътно усиление с CFRP влакна, усиление според италианските норми с CFRP напречни ленти 40% от площта на колоната. На база на експериментите, проведени в лабораторията на УАСГ, както и от някой чужди източници, е направено сравнение за целесъобразността и областта на приложение за разглежданите усиляващи системи.

1. Нормала на строителния процес „Усиление с FRP влакна“

Технологична последователност на работните операции при изпълнението на комплексният строителен процес „Усиление на колона чрез FRP система“:

¹ Теодор Тодоров, инж., кат. „Организация и икономика на строителството“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: ttodorov_fce@uacg.bg

² Фантина Рангелова, проф. д-р инж., кат. „Организация и икономика на строителството“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: fantina_fce@uacg.bg

1.1. Ограждане на зоната около ремонтираните елементи според изработения РПОИС

Ремонтният участък се изолира от останалата част от обекта. Обособяват се и се маркират временните складове за материали, площадките за спомагателни дейности. Достъпът до площадката се регламентира спрямо действащите правила за безопасност на труда.

1.2. Подготовка за изпълнение

- Уточнява се и се разпределя работата според приетия проект за усиление и РПОИС.
- Проверява се надеждността на съществуващите в близост комуникации, ако трябва, те се изместват.
- При високи колони около тях се монтира, спрямо проекта, инвентарно тръбно скеле и работни площадки [1].
- Подготовка на повърхността на зидарията, подлежаща на усиление:
 - обрушване на повърхностно отделени елементи от зида, от зидарийните тела и разтвора;
 - измиване на зидарията с малко количество вода, което да премахне праховите частици, и същевременно да омокри зида преди полагане на разтвора.

1.3. Усиление с надлъжна стоманена армировка

Извършва се най-често с прилагане на ръчен поелементен монтаж в съответствие с действащите норми „Правила за извършване и приемане на строително монтажни работи“, Раздел 3 „Бетонни и стоманобетонни работи“.

- Връзване на стоманената армировка посредством армировъчна тел през 50 cm.
- Закрепване на мастари върху две успоредни страни на колоната.
- Повторно овлажняване на повърхността, ако се налага.
- Полагане на изравнителна мазилка, която да покрие изцяло стоманената армировка.
- След $2 \div 3$ часа набиране на якост се оформят закръгленията в ъглите на колоната. Това може да стане машинно с ъглошлайф или ръчно, чрез абразивен камък с равна повърхност. С цел избягване на голямо разпрашаване, е препоръчителен ръчният подход до няколко часа след полагането на мазилката.

1.4. Усиление с FRP ленти

Усиляването със залепени чрез епоксидна смола карбонови ленти (CFRP – Carbon Fibre-reinforced plastic) може да започне след изпаряването на несвързалата в разтвора и

колоната вода. Това се прави поради чувствителността на FRP системите към влага и намаляването на носещата им способност при наличие на над 4% повърхностна влага и до 80% в околния въздух. Отвореното време за работа е във функция на температурата както следва:

- за епоксидна смола – при 35 °C – до 20 мин, при 25 °C – до 30 мин и при 15 °C – до 40 мин [63];
- за полиестерна смола – до 10 ÷ 15 мин.

Полагането на усилващите влакна се прави при следната последователност:

- измерване на повърхностната влажност на усилвания елемент;
- измерване на влажността на околния въздух;
- подготовка на повърхността.

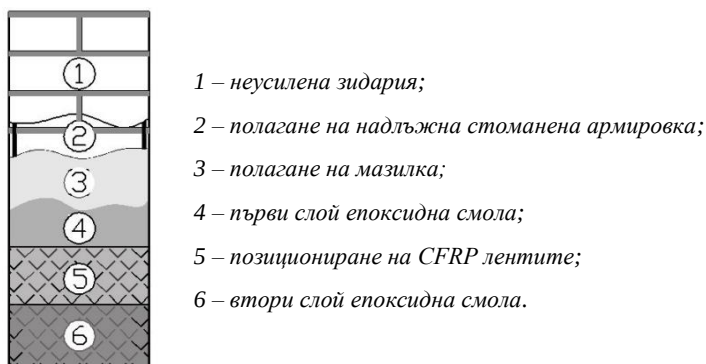
При необходимост основата се награвява допълнително. Някои видове лепилни състави се нуждаят от третиране на основата с грунд. Запълване на неравности с подходящ кит, ако е необходимо. Издухване от напращаване с компресор, ако има такова, или изчистване на повърхността със спирт от други замърсители.

- Разчертаване на местата, на които ще се полагат слоеве FRP.
- Дозирание и разбъркване на матрицата (лепилото) посредством бавноскоростен миксер [64].
- Нанасяне на първи слой лепило на местата за усилване посредством четка с къс косъм (фиг. 1).
- Полагане на усилващия слой фибро-армирани влакна. Цели се добро обгръщане на елемента, без чупки, нагъвания и остри ъгли.
- Предварително напъване на нишките, ако се предвижда в проекта [40], [33].
- Поглаждане на влакната по посока на нишките, със специално „мече“ с надлъжни канали (фиг. 1).



Фиг. 1. Инструменти за полагане на FRP влакна

Обща хронология на работните операции е дадена на фиг. 2.



Фиг. 2. Работни операции при усилване с CFRP системa

Целта е плътно прилепване, опъване, изкарване на излишния въздух и навлизане на матрицата между влакната.

- Нанасяне на втори лепилен слой върху вече стационарираните влакна. Нанасянето трябва да е без особен натиск, за да не размества положението на нишките. Прави се в посока, която би опъвала влакната.
- Повтаряне на процедурата за полагане на повече от един слой влакна, ако се предвижда в проекта.
- Най-рано след 24 часа може да се нанесе защитен слой срещу удар или пожар. За FRP системите не се използва набъбваща боя, поради необходимата висока температура за експандиране.

1.5. Необходими инструменти и консумативи

Таблица 1. Инструменти и консумативи

инструменти		брой
1	молив	1
2	нивелир >50см	1
3	ножица за хартия	2
4	миксер	1
5	кофа	1
6	четка с къс косъм	2
7	гумени ръкавици	2
8	валяк	1
9	шпакла	1
10	макетен нож	1
11	ролетка	1
12	кантар	1
13	разредител	1
14	стълба	1
15	влагомер	1

1.6. Разходни норми за време (табл. 2) и материали (табл. 3) при полагане на фибро-армирана система [65]

Таблица 2. Необходимо време в минути за монтиране на FRP усилваща система на м' от колона 25/25 см

Усилване на 1м' зидана колона с FRP			време
1	Подготвително-заклучителни дейности		5
2	Подготовка на повърх.	м ²	10,53
3	Разчетаване	м'	2,94
4	Разкрояване	м ²	4,41
5	Дозиране смола	бр	3,53
6	Разбъркване	бр	0,88
7	Лепене усилващи ленти	м ²	10,29
8	Спомагателни работи		2
9	Регламентирана почивка	6-10%	3,41
Общо			43

Таблица 3. Разход на труд и материали за усилване на м' от колона 25/25 см

Разходни норми колона 25/25см		за м'	количество	цена/лв
1	спирт	м ³	0,0005	3
2	епоксидна смола	кг	0,74	14,8
3	FRP лента	м ²	0,64	48
4	работник 10-2	ч/ч	0,286	2
5	работник 10-3	ч/ч	0,286	3

1.7. Състав и квалификация на работната ръка

Необходимата работа за изпълнение на **свалянето и събирането** на стара мазилка е 10-1 с 0,7800 чч/м².

Поради простотата за монтирането на **надлъжната армировка**, тази работна операция може да се извърши от звеното/бригадата, която е предвидена за **измазването** на колоните. Звеното за извършване на тези работни операции се състои от 10-2 и 10-2 с разход на труд 0,810 чч/м² за всяка квалификационна степен. Тази стойност е завишена 2 пъти, поради добавянето на работна операция монтаж на армировка, малкия обем работа, по-трудоемката за работа смес, наличието на армировка и необходимостта от поставянето на мастери. Така изчислено, времето за работа приблизително съвпада с времето, което беше необходимо за изпълнението на мазилката в лабораторни условия.

Усилването с FRP ленти се изпълнява от звено 10-3, 10-2 [66].

При нужда от по-сериозни подготвителни работи, като изчукване на съществуваща мазилка, се предвижда работно звено със състав 10-1 [66].

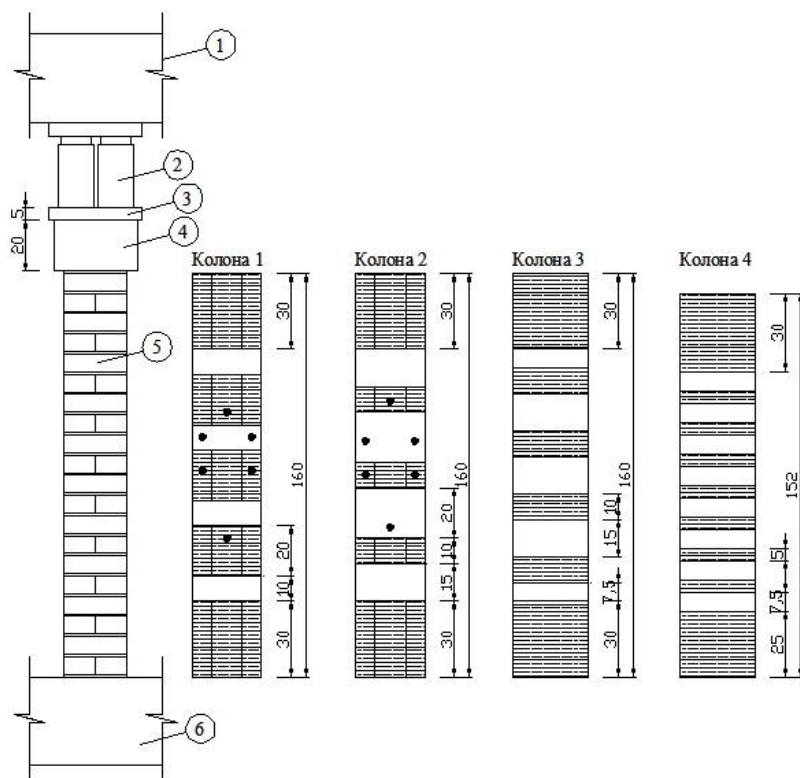
1.8. Изисквания по безопасност на труда, хигиена и противопожарна безопасност

- Спазване на НАРЕДБА № 2 от 22.03.2004 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд при извършване на строителни и монтажни работи.
- Преди започването на работа, всички работници трябва да бъдат запознати със спецификите на проекта и да им бъде извършен начален инструктаж по техника на безопасност, в повишените рискови условия при ремонт и реконструкция на обекти.
- Зоните с ремонтни дейности трябва да бъдат определени, оградени и обозначени с подходяща маркировка.
- При извършване на ремонтни дейности, без преустановяване на експлоатацията на конструкцията, работниците трябва да бъдат инструктирани и за специфичните рискове и опасности, свързани с нея.
- Разтоварване на конструкцията, ако се предвижда такова в работния проект.
- Обслужване на машини и механизми да се извършва само от правоспособни за това работници.
- Използващите електрически инструменти трябва да ползват ръкавици и гумени ботуши.
- Товаренето, транспортирането, разтоварването, складирането и съхранението на материали, строителни машини, инструменти, инвентар, да става при спазване на изискванията дадени в гл. III, IV, V, VII, раздели I и V на гл. XII, гл. VIII, раздели I и II на гл. XIII и гл. XVIII на Правилника по безопасност на труда при СМР [67].

2. Конструирание на усилващите системи

Система с надлъжни армировъчни пръти и напречни карбонови FRP ленти

След армирането и измазването с високоякостен разтвор, колоните 1, 2, 3 и 4 бяха усилены по аналогичен начин с еднопосочно армирани FRP ленти и матрица епоксидна смола. Разликата между тях беше гъстотата и площта на армировъчните ленти (фиг. 3, табл. 4). Размерите на колоните нараснаха от 25/25 cm до 30/26 cm.



Фиг. 3. Опитна постановка и процентна площ на усилващите ленти

1 – стенд; 2 – хидравлични крикове; 3 – стоманена плоча 5 ст;
4 – стоманобетонена шапка 20 ст; 5 – образец на зидана колона; 6 – стоманобетонна греда

Таблица 4. Процент площ на усилващата лента в средна третина на колоните

% площ на усилващата лента в средната третина на колоните за м'				Стандартно армирани	
C1	C2	C3	C4	C5	C6
66	33	40	40	-	-

След обработката на резултатите от изпитванията на четирите варианта усилване, като най-целесъобразен беше избран този на Колонна 4. Неговите характеристики бяха използвани за икономическия анализ.

3. Икономически анализ на някои,от най-често използваните методи за усилване на вертикални зидани елементи

Така представените резултати представляват съпоставка между цени, време за изпълнение, коефициент на усилване и необходима работна ръка за усилване на аналогични, зидани колони с размери 25/25/280 cm. Разгледани са усилващи системи посредством стоманена рамка (фиг. 4) [83, 84], CFRP система със и без надлъжни стоманени пръти, както и усилване със стоманена надлъжна и напречна армировка.



Фиг. 4 Усилване със стоманена рамка

За анализ на цената са използвани актуални разходни норми за труд и материали, както и пазарни цени за труд и материали. В анализа на цената не са включени мерки за пожарна защита, мерки за безопасност, амортизация, ДДС и печалба.

Поради малкия обем работа и простотата на строителния процес „монтаж на надлъжна и напречна армировка“, авторът делегира предвиденото в шифър 03833 изпълнение на работа от първа и трета квалификационна степен, на един работник от втора. При единични бройки на усиляни вертикални елементи е целесъобразно отпадането на работника от специалност 03 и заместването му с работниците от специалност 10, които изпълняват останалите видове работа. Това се аргументира с по-голямата обща трудоемкост и сложност на изпълняваните от зидаро-мазачите работни операции (табл. 6).

Таблица 5. Икономически анализ на усиляване със стоманена рамка

Усилване на колона 25/25/280см със стоманени профили					
Етап 1					
материал/работа	лв/м'	цена,лв	време,чч	шифър	работна ръка
Сваляне стара мазилка и извозване на отпадъците	5,17	14,48	1,09	10876	10-02 10-01
			1,09		
Мазилка Мегакрет 40 Н=1см	10,40	29,12			
Обмазване два пъти	35,71	100,00	2,27	10125	
			2,27		
Регламентирана почивка, 6-10%	4,94	13,84	0,692		
Подготвително-заклучителни работи	1,43	4,00	0,200		
	Σ, лв за Етап 1	161,44		Завено 10-02, 10-01	
	Σ време, чч за Етап 1		7,612		
Етап 2					
Ст. L профили 13,2м 40/40/4	13,77	38,54			
Ст. плоски профили 10,2м 50/4	7,50	21,01			
Дискове за рязане	1,40	3,92			14-3
Рязане, труд	3,00	8,40	0,63		
Електроди 96р./м'	2,70	7,56			
Подгряване на напречните профили	5,00	14,00	0,73		
Заваряване 30ст./см	36,00	100,80	5,04	14522	
Спомагателни работи	1,07	3,00	0,150		
Регламентирана почивка, 6-10%	15,77	44,16	2,208		
Подготвително-заклучителни работи	2,14	6,00	0,300		
	Σ, лв за Етап 2	247,39		Завено за Етап 1 10-02, 10-01	
	Σ време, чч за Етап 2		9,061		
	Σ труд, лв	223,68		Завено за Етап 2 14-3	
	Σ материал, лв	293,43			
	Σ, лв	517,11			
	Време за изпълнение, чч		16,67		

Таблица 6. Икономически анализ на усиляване с надлъжни стоманени пръти и напречна CFRP армировка

Усилянана колона 25/25/280см с надлъжни стоманени и напречни CFRP влакна					
материал/работа	лв/м'	цена,лв	време,чч	шифър	работна ръка
Етап 1					
Сваляне стара мазилка и извозване на отпадъците	5,17	14,48	1,092	10876	10-02
			1,092		10-01
Надлъжна армировка 4хN14	3,26	9,13			
Монтаж на надлъжна армировка	1,79	5,00	0,250	3833	03-2
Мазилка Мегакрет 40 Н=1,8см	18,72	52,42			
Обмазване един път	21,43	60,00	1,361	10125	10-02 10-01
			1,361		
Закръгляване на ъглите	0,35	10,00	0,250		
			0,250		
Регламентирана почивка, 6-10%	4,00	11,21	0,561		
Подготвително-заклучителни работи	1,43	4,00	0,200		
	Σ, лв за Етап 1	166,23	6,416	Завено 10-02, 10-01	
	Σ време, чч за Етап 1				
Етап 2					
Подготвяне основа	1,19	3,32	0,166		10-02 10-01
Спирт	0,21	0,60			
FRP 1,65m², 75лв/м²	44,29	124,00			
Смола 1,25кг, 20лв/кг	8,93	25,00			
Разчертаване на колоната	2,94	8,24	0,412		
Дозирание на смолата	0,60	1,68	0,084		
Разбъркване на смолата	0,24	0,66	0,033		
Разкрояване на FRP лентите	1,59	4,44	0,222		
Полагане FRP ленти	4,71	13,20	0,660		
Спомагателни работи	0,36	1,00	0,050		
Регламентирана почивка, 6-10%	1,31	3,65	0,183		
Подготвително-заклучителни работи	1,43	4,00	0,200		
	Σ, лв за Етап 2	189,79	2,010	Завено 10-02, 10-01	
	Σ време, чч за Етап 2				
	Σ труд, лв 80,88				
	Σ материал, лв 211,14				
	Σ, лв 292,03				
	Σ време за изпълнение, чч				
		8,426			

**Таблица 7. Икономически анализ на усиление със
стоманена надлъжна и напречна армировка**

Усиление на колона 25/25/280см със стоманена надлъжна и напречна армировка					
материал/работа	лв/м'	цена, лв	време, ч	шифър	работна ръка
Сваляне стара мазилка и извозване на отпадъците	5,17	14,48	1,09	10876	10-02
			1,09		10-01
Надлъжна армировка 4xN14	3,26	9,13			
Напречна армировка N8 през 15см	2,35	6,58			
Монтаж на армировката	1,02	2,86	0,430	3833	03-2
Мазилка Мегакрет 40 Н=2,5см	26,00	72,80			
Обмазване един път	21,43	60,00	0,150	10125	10-02
			0,000		10-01
Спомагателни работи	0,36	1,00	0,050		
Регламентирана почивка, 6-10%	2,12	5,93	0,296		
Подготвително-заклучителни работи	1,43	4,00	0,200		
Σ труд, лв		88,26			Завено 10-02, 10-01
Σ материал, лв		88,51			
Σ, лв		176,77			
Σ време за изпълнение, ч			3,311		

**Таблица 8. Икономически анализ на усиление с
плътнo обгръщане на колоната с CFRP влакна**

Усиленa колона 25/25/280см плътнo с напречни CFRP влакна					
материал/работа	лв/м'	цена, лв	време, ч	шифър	работна ръка
Сваляне стара мазилка и извозване на отпадъците	5,17	14,48	1,09	10876	10-02 10-01
			1,09		
Оформяне на напречното сечение*	14,29	40,00	2,000		
Спирт	0,21	0,60			
FRP 3,83m ² , 75лв/м ²	102,59	287,25			
Смола 2,8кг, 20лв/кг	20,00	56,00			
Дозирание на смолата	0,60	1,68	0,084		
Разбъркване на смолата	0,47	1,32	0,066		
Разкрояване на FRP лентите	1,29	3,60	0,180		
Полагане FRP ленти	6,29	17,60	0,880		
Спомагателни работи	0,36	1,00	0,050		
Регламентирана почивка, 6-10%	2,47	6,92	0,346		
Подготвително-заклучителни работи	1,43	4,00	0,200		
Σ труд, лв		90,60			Завено 10-02, 10-01
Σ материал, лв		343,85			
Σ, лв		434,45			
Σ време за изпълнение, ч			5,990		

* по експертна оценка

**Таблица 9. Икономически анализ на усилване с
40% обгръщане на колоната с CFRP влакна**

Усилванена колона 25/25/280см с ленти от напречни CFRP влакна, 40% от нейната площ					
материал/работа	лв/м	цена,лв	време,чч	шифър	работна ръка
Етап 1					
Сваляне стара мазилка и извозване на отпадъците	5,17	14,48	1,09	10876	10-02
			1,09		10-01
Обмазване един път	21,43	60,00	0,655	10125	10-02
			0,655		
Закръгляване на ъглите	0,35	10,00	0,250		
			0,250		
Мазилка Мегакрет 40 Н=0,8см	20,80	58,24			
Регламентирана почивка, 6-10%	2,82	7,89	0,394		
Подготвително-заклучителни работи	1,43	4,00	0,200		
	Σ, лв за Етап 1	154,60		4,589	Завено 10-02, 10-01
	Σ време, чч за Етап 1				
Етап 2					
Подготвяне основа	1,19	3,32	0,166	0,166	10-02
Спирт	0,21	0,60			10-01
FRP 1,65m², 75лв/м² за 33% от площта	36,54	102,30			
FRP 1,65m², 75лв/м² за 40% от площта	44,29	124,00			
FRP 1,65m², 75лв/м² за 66% от площта	73,07	204,60			
Смола 1,25кг, 20лв/кг	8,93	25,00			
Разчертаване на колоната	2,94	8,24	0,412	0,412	
Дозиране на смолата	0,60	1,68	0,084	0,084	
Разбъркване на смолата	0,24	0,66	0,033	0,033	
Разкрояване на FRP лентите	1,59	4,44	0,222	0,222	10-02
Полагане FRP ленти	4,71	13,20	0,660	0,660	10-01
Спомагателни работи	0,36	1,00	0,050	0,050	
Регламентирана почивка, 6-10%	1,31	3,65	0,183	0,183	
Подготвително-заклучителни работи	1,43	4,00	0,200	0,200	
	Σ, лв за Етап 2	496,69		2,010	Завено 10-02, 10-01
	Σ време, чч за Етап 2				
	Σ труд, лв	76,56			
	Σ материал, лв	207,84			
	Σ, лв	284,40			
	Σ време за изпълнение, чч		6,599		

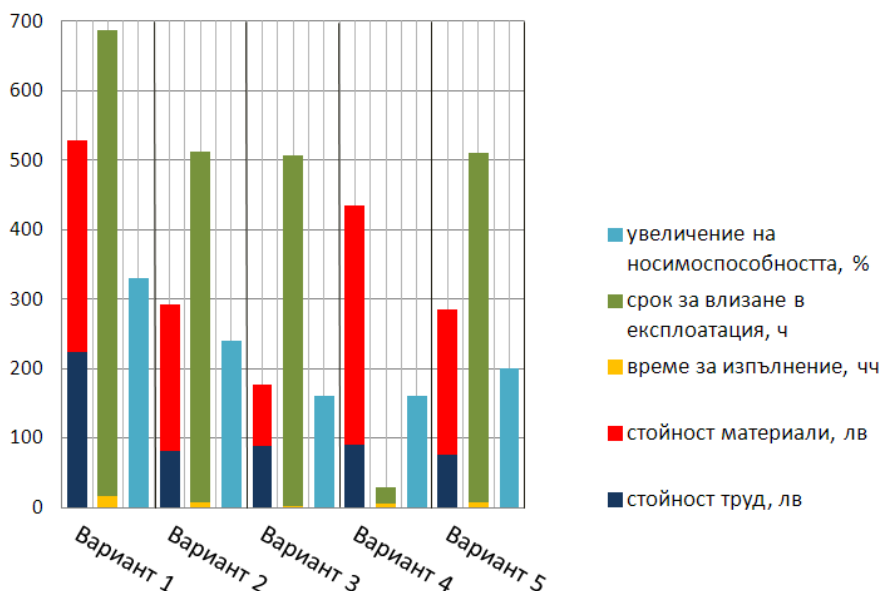
4. Съпоставка на методите за усилване

В експериментите, проведени от М. Ludovico, С. D'Ambra, А. Prota и G. Mangedi [39] върху зидани колони от плътни тухли, усилен с CFRP влакна със сходни характеристики, но без изравнителна замазка, е постигнато около 1,6 пъти завишение на носимоспособността с плътно обгръщане на неармирани колони. Този коефициент на усилване е заложен в табл. 10.

Останалите стойности за коефициенти на усилване са взети от опитите, проведени по темата на дисертационния труд на автора, както и от изчисления по действащите нормативни норми.

Таблица 10. Обобщен анализ за видовете усиление, разгледани в доклада

Обобщен анализ



Вариант 1 – със стоманен кожух;

Вариант 2 – надлъжни стоманени и напречни CFRP ленти 40% от площта на колоната;

Вариант 3 – с надлъжна и напречна стоманена армировка;

Вариант 4 – плътно усиление с CFRP влакна;

Вариант 5 – усиление според италианските норми с CFRP напречни ленти 40% от площта на колоната

5. Изводи

От така заложените разходи за време и труд в обобщената табл. 10 се вижда, че:

- при търсено увеличение на носимоспособността в границите $2,6 \div 3,3$ пъти, единствен вариант от разгледаните, е прилагането на Вариант 1 със стоманен кожух от заварени профили стомана. Той се характеризира с най-висока цена, време за изпълнение, високо ниво на шум при изпълнение и отделяне на отровни газове при монтажа;
- за увеличение на носимоспособността в границите 1,5 – 2,5 пъти, най-подходящ се явява Вариант 2 с надлъжни стоманени и напречни CFRP влакна;
- за постигането на до 1,6 пъти увеличение на носимоспособността, използването на Вариант 3 с надлъжна и напречна стоманена армировка е най-целесъобразно;
- вариант 4 е подходящ при нужда от бързи ремонтни дейности и моментално влизане в експлоатация в рамките на 24 часа. Осигурява до около 1,6 пъти увеличение на носимоспособността;

- вариант 5 е по-скоро нецелесъобразен и неговото приложение е силно ограничено. Може да бъде приложен, когато се търси увеличение на носимоспособността до около 2 пъти, при минимално увеличение на размерите на елемента с около 1 cm в направление.

Благодарности

Настоящата научноизследователска разработка по договор БН-67/2014 е подкрепена финансово от Център за научни изследвания и проектиране при УАСГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *P. Ф.* Ефективни конструктивни и технологични решения за възстановяване и усиление на сгради (при реконструкция и модернизация след стихийни бедствия и аварии). 2014.
2. *H. D. J. a. S. W. B. CHEN M. C.* Miscibility and fracture behaviour of an epoxy resin-bisphenol-a polycarbonate blend. Lancaster University, Lancaster, LA1 4YA, England, p. 5, 1992.
3. *Coster.* KB-POX LF-BM СТРОИТЕЛНА СМОЛА. 22.02.2002. [Онлайн].
4. *S. S. AG.* Externally bonded FRP reinforcement for RC structures. p. 139, 2001.
5. *L. Y. Z. W. Sun Y.* Carbon fiber reinforced polymers (CFRP) technique and its application in bridge engineering in the future. Chongqing, 2015.
6. ТНС – Трудови норми в строителството – заваръчни работи. София, 1987.
7. ТНС 13 – Трудови норми в строителството – ремонтни работи. СЕК, София, 2004.
8. НАРЕДБА № 2 от 22.03.2004 г., р. 33, 2004.
9. ТНС – Изработване и монтаж на стоманени конструкции. София, 1987.
10. Производство на стоманени конструкции, монтажни елементи и детайли. София, 1987.
11. *A. C. P. A. M. G. Ludovico M.* FRP Confinement of tuff and clay brick columns: Experimental study and assessment of analytical models. Journal of composites for construction, p. 14, 2010.

PRICE, FIELDS OF APPLICATION AND ECONOMIC ANALYSIS FOR REINFORCED MASONRY COLUMNS WITH LONGITUDINAL STEEL BARS AND TRANSVERSE CFRP STRIPS

T. Todorov¹, F. Rangelova²

Keywords: *masonry, columns, reinforcing, CFRP, value*

ABSTRACT

The paper presents elements of the process “Reinforcing of masonry columns by longitudinal steel bars and cross CFRP strips”. Consumption rates for reinforcement are shown in tables for follow cases. They are with a steel profiles, longitudinal steel bars and 40% of their area covered by cross strips, steel reinforcement, fully surrounded by CFRP strips, reinforced according to Italian norms. Based on experiment results from the UACEG laboratory and some foreign sources, a comparison was made for the advisability and the field of application of the examined reinforcement systems.

¹ Teodor Todorov, Eng., Dept. “Construction Management and Economics”, UACEG, 1 H. Smirnski Blvd., Sofia 1046, e-mail: ttodorov_fce@uacg.bg

² Fantina Rangelova, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. “Construction Management and Economics”, UACEG, 1 H. Smirnski Blvd., Sofia 1046, e-mail: fantina_fce@uacg.bg