



**BENMAR COMPOZIT
ENGINEERING**
БЕНМАР КОМПОЗИТ ИНЖЕНЕРИНГ ООД

Бургас
ул. Лермонтова №13; ет. 4

☎ 00359 897 516 780

00359 894 486 250

тех. сътрудник.: 00359 894 30 90 56

✉ електронна поща: gluts0506@gmail.com

🌐 www.benmar-composite-bg-fiberglassrebar.com

КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА – ИНОВАЦИЯТА НА 21 ВЕК
ТИХАТА РЕВОЛЮЦИЯ В СТРОИТЕЛСТВОТО И БЪДЕЩЕТО НА ТРАЙНАТА ИНФРАСТРУКТУРА

Януари 2023 год.

ВЪПРОСИ И ОТГОВОРИ НА ТЕМА КОМПОЗИТНА АРМАТУРА ЗА АРМИРАНЕ НА БЕТОНОВИ ЕЛЕМЕНТИ И КОНСТРУКЦИИ

1. Въпрос : **Какво е КОМПОЗИТНА АРМАТУРА –**
---- GFRP , FRP , FIBERGLASS REBAR

Отговор : КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА представлява пръти и мрежи, за армиране на бетонови елементи и конструкции, от полимери, подсилени със стъклени влакна – GFRP - /нано мащаб – дебелина 8 – 10 микрона/. Всъщност това е композиция от две матрици – стъклена и полимерна, които са взаимно изолирани и между тях няма проникване. Носещия армиращ елемент са стъклените нишки, скрепени от полимерната матрица, която има и винтов профил за закотвяне в бетона / съществуват и други прийоми за закотвянето /

2. Въпрос : **За какво може да се използва КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА /GFRP/ ,
какво е приложението и в строителството ?**

Отговор : КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА се използва в широк спектър от строителни приложения, за армиране на бетонови елементи и конструкции , като :

Транспортна инфраструктура – пътна и железопътна, градска, речна и морска
Мостово строителство

Фундиране от всички видове - в жилищно и промишлено строителство

Пилотно фундиране

Минно дело и тунелиране , метростроене

Морско, речно и басейново строителство, включително всички видове ВК
съоръжения , язовири и резервоари

ИТ , болници и изследователски съоръжения, където е необходима
радиопрозрачност

При строителни решения касаещи земетръсни райони

Паркинги и аерописти

Има приложение и в селското стопанство, при укрепване на новозасадени култури и видове , + оранжерийни конструкции и системи, както и при селскостопански постройки и др.

3. Въпрос : **Достатъчно добра ли е КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА и може ли да замени стоманата ?**

Отговор : КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА вече 20 – 25 години/ в САЩ и по света /, заменя успешно стоманата в около 40- 50% от годишния обем и от случаите на използване в строителството, на база на безспорни предимства , именно :

- По голяма якост на опън от стоманата / от 2,5 – 3 пъти при стъклопластиковата, от 5 до 15 пъти при други видове – базалтова, арамидна , кевларова
- Ниско тегло – от 4 пъти /при равни диаметри/ до 10 пъти при „равноякостни“ диаметри
- КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА не корозира, - не реагира на вода и агресивни среди от типа на морски води, химически елементи и др.
- Електрически непроводима
- Ниска топлопроводност, в сравнение със стоманата
- Прозрачна за магнитни полета и радиочестоти
- Не създава Фарадеев кафез и индуктивни токове в тунели и метротунели
- Неограничен срок на годност и удължен експлоатационен период
- Лесна обработка и монтаж
- Сравнително лесно производство с многократно по-евтино оборудване
- Ниска цена в сравнение със стоманата
- Многократно по-малко вредни емисии в атмосферата в сравнение със стоманата
- Множество логистични ползи – ниски транспортни разходи, ниски експлоатационни разходи
- Висока технико-икономическа ефективност
- Работи при температури до – минус 70 градуса целзий -- до 150/200 градуса целзий , /стоманата работи до - минус 30 градуса целзий, като след това става крехка и се чупи

4. Въпрос : **Какви са недостатъците на композитната арматура ?**

Отговор: КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА има и недостатъци , които ограничават използването и в целия спектър на строителни приложения.

Това са слаба огнеустойчивост – до 150/200 гр. Целзий, в зависимост от бетоновото покритие /при стоманата стойностите са 300/400 градуса целзий / , както и еластичния модул, който е = 50 000/60 000 Мра /- за стоманата 300 000 Мра / , като в някои конструкции, това е предимство, в други – недостатък. На КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА /GFRP/ и влияят ултравиолетовите лъчи , като при престой на обект над 30 дни се опакова с черно фолио

5. Въпрос : **Колко дълго издържа КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА в конструкциите ?**

Отговор : Прогнозната стойност на годините работа в конструкциите /доказвано с изпитани на якостна умора елементи, както с работата на конструкции в експлоатация от 60-те години на 20 век /, показва живот над 100/120 години.

6. Въпрос : **Какво означават наименованията КОМПОЗИТНА АРМАТУРА , фибerglass ребар, GFRP, FRP ?**

Отговор : КОМПОЗИТНА АРМАТУРА означава продукт съставен от няколко съставни части /матрици / непроникващи една в друга и невъздействащи си взаимно , като **при GFRP** /glass fiber reinforced polimer/ - полимери укрепени със стъклени влакна, това са ровинг от укрепващите/носещите/ стъклени нишки - на нано мащаб – 8-10 микрона, - 1-ва матрица + полимерна температуроустойчива смола – 2-ра матрица .

В състава на GFRP влизат около 60-75% от обема стъклени нишки и около 25-40% температуроустойчив полимер – смола.

При FRP носещата матрица /укрепващи нишки / е от базалтови, арамидни или кевларови нишки.

7. Въпрос : **Каква е разликата м/у КОМПОЗИТНА АРМАТУРА , GFRP и FRP. Кои са видовете КОМПОЗИТНА АРМАТУРА ?**

Отговор : Наименованието КОМПОЗИТНА АРМАТУРА включва всички видове на продукта, като видовете са следните

- Стъклопластикова арматура – носещия елемент е стъклената нишка
- Базалтова КОМПОЗИТНА АРМАТУРА – носещите влакна са от базалтови нишки / по високоякостна от GFRP /
- Арамидна – носещите влакна са арамидни – още по-високоякостна
- Кевларова композитна арматура – най високоякостна – до 15 000 Мра якост на опън – има военни приложения

8. Въпрос : **КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА по-здрава ли е от стоманата ?**

Отговор : КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА – GFRP – укрепена със стъклени нишки е 2,5 до 3 пъти по-високоякостна на опън.

Например Ст.А3 има якост на опън 390 Мра , Ст. В500В /с повече въглерод/ има якост на опън 500 Мра, а GFRP – 1150 /1300 Мра , при едни и същи диаметри

9. Въпрос : **Какво значи „равноякостна замяна“ – термин използван в литературата при теми третиращи КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА ?**

Отговор : При замяна на стоманената армировка в дадена конструкция, с КОМПОЗИТНА АРМАТУРА , ако заменим стоманените пръти – с даден диаметър, - с композитни такива – със същия диаметър , бихме направили преразход на материал, тъй като КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА при равни диаметри със стоманата има якост 2,5 до 3 пъти повече.

Затова замяната се извършва с пръти с по-малък диаметър, със същата носимоспособност. За тази „ равноякостна“ замяна има

създадени ЗАМЕНИТЕЛНИ ТАБЛИЦИ /от учените на САЩ и ВЕЛИКОБРИТАНИЯ /, които се ползват в световната практика

НАПРИМЕР : РАВНОЯКОСТНА ЗАМЯНА се получава при замяна на Ст. А3 със GFRP - 2 диаметъра по-малък , а именно

Стомана Ст.А3 №12 се заменя с GFRP - Ф8

Ст.А3 №14 ----- с GFRP - Ф10

Ст.А3 №16 ----- с GFRP - Ф12

Ст.А3 №18 ----- с GFRP – Ф16 и т.н.

10. Какво е приложението / за какво се използва КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА / в строителството ?

Отговор : По преценка на проектантите/конструктори, КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА може да участва във всички конструкции, при положение ,че покрива изискванията за огнеустойчивост

Практиката по света е следната :

В инфраструктурата – тежко натоварени настилки , пилотно фундиране, фундаменти от всякакъв характер, аерописти, резервоари, съоръжения при много ниски температури – над -30градуса целзий, при изисквания за радиопрозрачност, в тунелното и метростроителство ,в мостовото строителство, в морското строителство, ВиК съоръжения и пречиствателни станции, Подпорни стени и брегоукрепителни съоръжения, в язовирното строителство, в селското стопанство, водостоци и корекции на реки и много други

11.Въпрос : Каква е реакцията на КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА с водата и агресивните среди. Корозира ли GFRP ?

Отговор : Не реагира на вода, солени морски води и агресивни среди , устойчива , некорозираща , издържаща на ниски температури до минус 70 градуса целзий

12.Въпрос : Могат ли от КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА да се изготвят огънати елементи за армиране на бетонови конструкции ?

Отговор : Могат, в процеса на заводското производство. Приобектово не могат да бъдат изпълнени – изискват специално оборудване.

При необходимост и при невъзможност да се изпълняват при заводски условия , могат огънатите елементи да бъдат заменени със стоманени – стоманата и GFRP работят напълно съвместимо.

13. Въпрос : Защо наричат КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА „Бъдещето на трайната инфраструктура“ ?

Отговор : Предприетата световна стратегия „УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ ЧРЕЗ ИНОВАЦИИ И ЗЕЛЕНИ ПРОДУКТИ““ отговаря напълно на въпроса – Продукт произвеждан с по-малко енергия, с по-евтино оборудване, с многократно по-ниски

вредни емисии, по-евтин, с по-лек монтаж, с множество логистични ползи, с по-дълъг живот, осигуряващ по-дълги междурементни срокове

14. Въпрос : Какво е разпространението и приложението на КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА в света по региони и държави ?

Отговор : В най високо-развитите страни / които първи са стартирали производство и потребление - /САЩ, КАНАДА -- над 40% от годишния обем , -Русия и Япония – до около 30% от годишния обем на потребление , в Европа – приложение в Германия, Белгия и Холандия, Франция и Дания, Чехия, Унгария, Литва, Латвия и Естония, Италия. В Азия – Сингапур, Тайланд и Тайван, Бутан... Китай – масово потребление в инфраструктурата, Индия... ОАЕ .

В цифрово изражение – към 2017 год. – произведена и вложена – 16 милиарда USD
2022 год. - -- 17 милиарда USD

Прогнозно
/само за САЩ и КАНАДА / 2032 год. -- 38,38 милиарда USD

15. Въпрос : Кратка история и перспективи на приложението на КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА ?

Отговор : Първи опити – 60-те години на 20-ти век.
Стартира се масово приложение в 21 век – 2000 година /САЩ/ след удачни ценови позиции на влаганите суровини , разработка на технологиите и научно-приложната част / технологичното оборудване / , научна подкрепа от развойните институти по теоретичните проблеми на проектиране, конструиране и прилагане на GFRP в армираните бетони, положителни резултати от лабораторни изследвания и модели
За периода 2020 година – 2030 година се предвижда многократно увеличение на производството и прилагане на продукта в над 30 развити държави, които в момента го потребяват

16. Въпрос : Какво е към началото на 2023 год. състоянието на приложението у нас - / Република България / , на КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА и наличието на техническа литература + / научни разработки / в помощ на въвеждането на иновативния материал в икономиката на държавата

Отговор: Към момента – началото на 2023 год. удачно са преминати сертификационните изисквания и проблеми – на база на световния опит и изискванията на Европейските регламенти за влагане на продукти в строителството, при спазване на Наредбите на МРРБ в тази връзка, както и при изискванията на ISO 10-406-1 към продукта.

Фирма БЕНМАР КОМПОЗИТ ИНЖЕНЕРИНГ ООД е в състояние да предложи продукт, сертифициран за влагане в обектите на Република България от 1-ва до 6-та категория, включително и обществените поръчки.

Разполагаме с висококвалифицирани проектант от КИИП за изготвяне на конструктивни проекти с участието на КОМПОЗИТНА АРМАТУРА. Принципно, при изготвени вече конструктивни проекти със стоманена армировка, се правят необходимите изчисления за замяната и , със КОМПОЗИТНА АРМАТУРА. В световната практика са изготвени и се използват заменителни таблици /изготвени и използвани в

САЩ, КАНАДА, ВЕЛИКОБРИТАНИЯ, РУСИЯ..., ЕВРОПА – ГЕРМАНИЯ, ФРАНЦИЯ, БЕЛГИЯ ХОЛАНДИЯ ,ДАНИЯ и др... /

Разполагаме с теоретичната литература, необходима на проектантските колективи за работа по конструкции с участието на GFRP, включително **задължителните препоръки и указания за проектиране, конструиране и прилагане** на КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА в ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ

17. Въпрос : **Как и с какви нормативни документи е уредено изпитването и гарантирането на механичните показатели на продукта КОМПОЗИТНА АРМАТУРА**

Отговор : Сертификацията на композитната арматура се основава на лабораторни тестове, в лицензирана лаборатория , като тестването се извършва по определена методика , / за ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ методиката е регламентирана от ISO 10-406-1, Лозана , Швейцария / като се контролират около 15 параметъра / периодично, задължително – 7 параметъра /. Един от най-важните параметри на GFRP е якостта на опън, като принципно прътите трябва да покажат резултат по-голям от 800 Мра. Нормално е да показват около 1150/1300 Мра . Такива параметри 1150/1300 Мра показаха изследванията на продукта представен за лабораторно тестване от фирма БЕНМАР КОМПОЗИТ ИНЖЕНЕРИНГ.

Важни моменти са при работата с въпросния продукт са :

- 1.При конструкторската работа – проектантът изпълняващ проектиране и конструиране на армиран бетонов елемент или конструкция, трябва да разполага с протоколите от лабораторните изпитания на продукта , за да се съобрази с качеството и параметрите на продукта
- 2.При производството е необходим контрол на механичните показатели на продукта при всяка партида и при всяка смяна на суровините, които също са с контролируеми параметри.

18. Въпрос : **На този етап – 21 век, 2023 год. къде и как се получават квалифицирани знания по новата и непозната в Република България материя ПРОЕКТИРАНЕ , КОНСТРУИРАНЕ и ПРИЛАГАНЕ на КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА в бетонови елементи и конструкции ?**

Отговор : Налице е огромен обем от научно-техническа литература от световно известни институции , в най-напредналите държави приложили продукта, а именно – САЩ, КАНАДА, РУСИЯ, ЯПОНИЯ, ИТАЛИЯ, ГЕРМАНИЯ.

В Европа съществуват няколко технически института , които чрез тримесечни он-лайн курсове извършват въпросното обучение за инженери-конструктори и специалисти-теоретици в тази област.

Част от световните ръководства за проектиране/най-важни, авторитетни и необходими/ сме приложили в специален раздел в този сайт

19. Въпрос : **Каква е разликата при съвместната работа БЕТОН—СТОМАНЕНА АРМАТУРА и БЕТОН - КОМПОЗИТНА АРМАТУРА . Коя комбинация е по-благоприятна ?**

Отговор : Разглеждаме два теоретични модела, на базата на механичните показатели на бетона, стоманата и КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА

1. Проста греда - натоварена с равномерно разпределен товар.

Еластичен модул на бетона – около 50 000 Мра

Еластичен модул на КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА–50 000/60 000 Мра

Еластичен модул на стоманата 300 000Мра

1-ви модел – бетон армиран със стомана - вследствие разликата на еластичния модул на стоманата и бетона – 50 000Мра /бетон и 300 000 Мра /стоманена арматура/, след натоварването и разтягането на двата материала, в долната част на армираната бетонова греда ще се получат пукнатини, вследствие разликата в двата еластични модула и по-големия еластичен модул на стоманата. Вследствие на пукнатините в бетона ,стоманената арматура започва да корозира и да скъсява експлоатационния срок на конструкцията. Това ясно може да се види на мостовите конструкции на магистрала ТРАКИЯ, в участъка СОФИЯ – ПЛОВДИВ, като множество главни мостови греди са за смяна или вече са сменени , като напукванията на бетона и щетите на конструкцията от корозия на стоманената арматура, са получени вследствие на указаната по-горе разлика в еластичните модули на двата материала.

2-ри модел- бетон армиран с композитна арматура , при натоварване до гранични стойности това няма да се получи, поради близкия модул на еластичност, на двата материала. По този въпрос има множество теоретични разработки в реномирани световни институти.

В СЛУЧАЯ БЛИЗКИТЕ СТОЙНОСТИ НА ЕЛАСТИЧЕН МОДУЛ СА ПРЕИМУЩЕСТВО

2. Друго преимущество при бетона и КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА са близките коефициенти на топлопредаване, за разликата от сравнението бетон – стомана, при което при бетонните конструкции армирани с КОМПОЗИТНА АРМАТУРА, липсват термичните мостове дължащи се на стоманата и в този аспект работата на бетон – КОМПОЗИТНА АРМАТУРА е по-благоприятна по отношение на топлопредаването

20. Въпрос : /Зададен от конструкторите-мостоваци/ **КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА може ли да бъде предварително напрегната и има ли приложение в конструкции с предварително напрегане. Съществуват ли необходимите специализирани приспособления за напрегане ?**

Отговор : Съществуват множество технически и теоретично-практически разработки по отношение на предварително напрегнати бетонови конструкции , включително в мостовото строителство -- в САЩ, КАНАДА, Франция и Германия / Вероятно и в КИТАЙ, при сложните многоетажни пътни възли налични в азиатската страна /.

Съществуват научно- технически и практически приложими разработки с участието на КОМПОЗИТНА АРМАТУРА за укрепване на стръмни скални скатове, в пътното строителство, с участието на анкерни системи, изпълнени с GFRP , при което се

използват две преимущества на КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА – високата якост на опън + липсата на корозия.

Въпросника и отговорите на най- често задаваните въпроси за КОМПОЗИТНАТА АРМАТУРА – GFRP , FRP , FIBERGLASS REBAR , сме заимствали от американски фирми / САЩ и КАНАДА / с 20-25 годишен опит в пазарното представяне и строително прилагане на иновативния продукт , с цел запознаване на аудиторията и по-добри резултати от комуникацията

От БЕНМАР КОМПОЗИТ ИНЖЕНЕРИНГ януари 2023 год.