

УДК 69.01

ИССЛЕДОВАНИЕ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЬНОЙ И КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ



STUDY OF THE COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF STEEL AND COMPOSITE REINFORCEMENT

Русских Александр Вячеславович

студент,
Кубанский государственный технологический университет
Sashabayker0899@mail.ru

Харьков Дмитрий Сергеевич

студент,
Кубанский государственный технологический университет
x-wing10@rambler.ru

Аннотация. Данная статья посвящена сравнению характеристик композитной и стальной арматуры, на основе данных, предоставленных компаниями-производителями композитной арматуры.

Ключевые слова: композитная арматура; стальная арматура; физико-механические свойства; линейные деформации.

Russkikh Alexandr Vyacheslavovich
Student,
Kuban State Technological University
Sashabayker0899@mail.ru

Kharkov Dmitry Sergeevich

Student,
Kuban State Technological University
x-wing10@rambler.ru

Annotation. This article is devoted to the characteristics of composite and steel reinforcement, based on data provided by manufacturers of composite reinforcement.

Keywords: composite reinforcement, steel reinforcement, physical and mechanical properties, linear deformation.

В настоящее время рост на использование композитной арматуры увеличивается с каждым годом. Доля России от общего использования композитных материалов по разным оценкам составляет порядка 1,5–2,0 %. Вместе с тем, согласно прогнозам, доля использования композитных материалов в России к 2030 г. возрастет и составит порядка 4–5 %. Но, вместе с тем, компании – производители композитной арматуры показывают покупателям, что использование их материалов значительно увеличат срок службы и надежность сооружений, обосновывая этим большие ценники на их товары.

Рассмотрим сравнительные характеристики стальной и композитной арматуры, предоставленные одним из производителей (табл. 1) [3].

Используя (табл. 1), рассмотрим характеристики композитной арматуры и проверим достоверность предоставленной информации:

Предел прочности у композитной арматуры в 2 раза больше, чем у стальной. Что соответствует предоставленной информации. Наглядно это можно увидеть на графике «Нагрузки-Деформации» при испытании образцов трех разных производителей композитной арматуры.

В то же время модуль упругости почти в 4 раза меньше, чем у стальной. Это показывает, что при одних и тех же нагрузках композитная арматура будет деформироваться в 4 раза больше. Вследствии этого, при проектировании конструкции из композитной арматуры будет сложнее соответствовать требованиям второй группе предельных состояний.

Если произвести расчет относительного удлинения согласно своду правил СП 63 «Бетонные и железобетонные конструкции», задавшись характеристиками предела прочности стальной арматуры – 590 МПа и композитной – 1200 МПа, и модулем упругости – 200000 Мпа и 55000 Мпа соответственно [1], используя формулу:

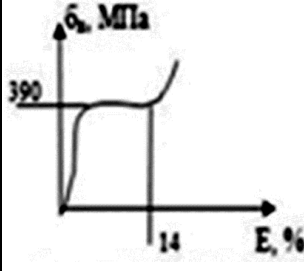
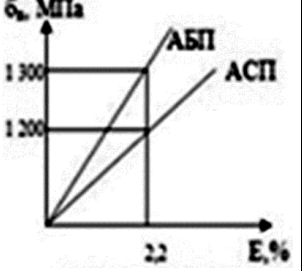
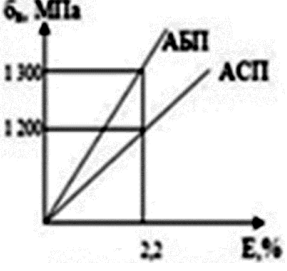
$$\varepsilon = \frac{R_s}{E_s} \quad (1)$$

Получаем:

$\varepsilon = 0,295\%$ – для стальной арматуры;

$\varepsilon = 2,18\%$ – для композитной арматуры.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики стальной и композитной арматуры от производителя

Характеристика	Металлическая арматура класса А400С	АСП (Арматура из стекловолокна, периодического профиля)	АБП (арматура из базальтового волокна, периодического профиля)
Предел прочности при растяжении, МПа	590	1200	1300
Характер поведения под нагрузкой (зависимость «напряжения-деформация»)	 <p>Площадка текучести под нагрузкой</p>	 <p>Упруго-линейная зависимость до разрушения</p>	 <p>Упруго-линейная зависимость до разрушения</p>
Модуль упругости, Мпа	200000	55000	71000
Относительное удлинение	14	2,2	2,2
Долговечность	В соответствии со строительными нормами	Прогнозируемая не менее 50 лет	Прогнозируемая не менее 50 лет
Замена арматуры по физико-механическим свойствам, диаметр, мм	8	6	6
	10	7	7
	12	8	8
	14	10	10
	16	12	12
	18	14	14
20	16	16	

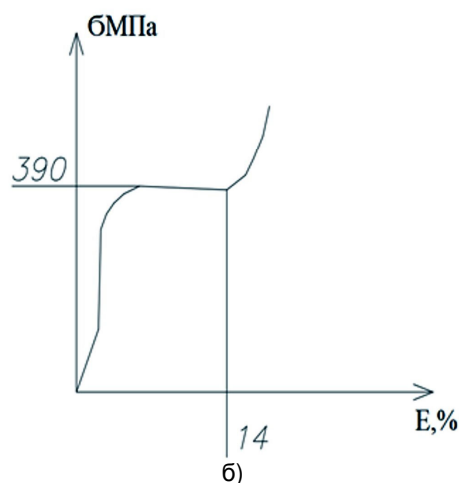
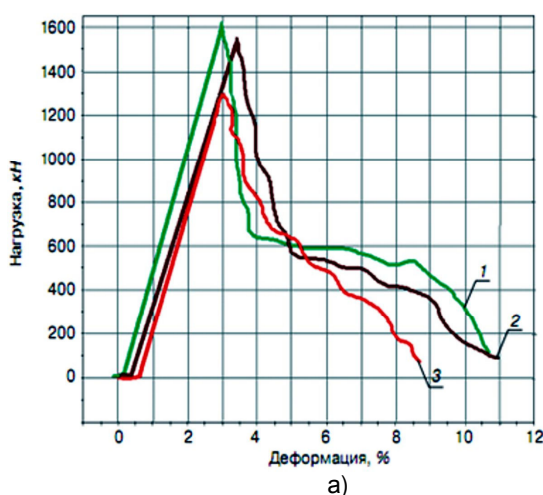


Рисунок 1 – Прочность при изгибе композитной и стальной арматуры от разных производителей:
 а) 1 – образец из г. Воронеж; 2 – образец из г. Липецк; 3 – образец из г. Москва;
 б) Прочность стальной арматуры А400

По полученным данным мы видим, что % относительного удлинения у стальной арматуры значительно ниже, чем указанный в таблице 1. Это сделано для того, чтобы процентный показатель композитной арматуры не выделялся в сравнении со стальной.

Так же, используя СП 52.101 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры», мы увидим, что в ненапряженном железобетоне применяется арматура А240, А300, А400, А500, В500. Арматура А800 и А1000 не применяется, так как ее прочностной потенциал будет использоваться лишь на 20–30 %. Так же, как и у композитной арматуры с заявленной прочностью, равной 1200 Мпа. [2] Вследствие этого применение её в ненапряженном железобетоне нецелесообразно.

Использование композитной арматуры в предварительно напряженных конструкциях стоит под большим вопросом, связано это с органической природой самого материала. В соответствии с СП 52.102 «Предварительно напряженные железобетонные конструкции» применяется арматура класса А600 и выше, а также К1400-1500. Данная арматура имеет потери предварительного напряжения 20–30 %. В это же время потери композитной арматуры могут достигнуть 80 %, поэтому большинство компаний работают именно со сталью.

Часто производители указывают такой параметр, как эквивалентные диаметры стальной и композитной арматур (рис. 1). Но из выше сказанного, можно с уверенностью сказать, что эта информация недействительна, так как в ненапряженных конструкциях заявленная «сверхвысокая» прочность композитной арматуры не будет реализовываться в полной мере, а значит ни о какой эквивалентности речи идти не может.

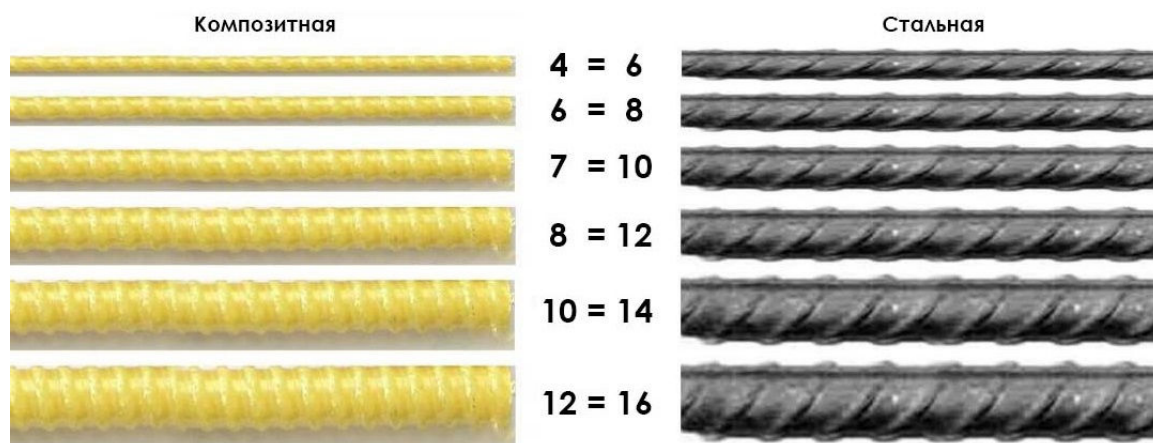


Рисунок 2 – Соответствие диаметра арматуры разного вида равной прочности, мм

В таблице 1 видно, что долговечность композитной арматуры составляет не менее 50 лет. Но мы знаем, что органический материал со временем стареет, то есть происходит разрушение полимерных связей. Именно поэтому в характеристиках данного материала указывается «прогнозируемая долговечность». Так как расчетная долговечность будет отличаться от той, которая будет у арматуры через 50 лет.

Заключение

Проведя анализ заявленных производителем параметров композитной и стальной арматур, можно сделать вывод, что не все данные соответствуют действительности, а некоторая информация и вовсе указывается с целью показать мнимое преимущество композитной арматуры.

Литература

1. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции: актуализированная редакция СП 63.13330.2012: издание официальное утверждено приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 22 ноября 2019 г. № 717/пр: дата ведения 20.06.2019 / разработан АО «НИЦ «Строительство» – НИИЖБ им. А.А. Гвоздева. – М., 2018. – 143 с.
2. СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры: издание официальное утверждено постановлением Госстроя России от 25 декабря 2003 г. № 215/пр: дата ведения 01.03.2004 / разработан Научно-исследовательским,

проектно-конструкторским и технологическим институтом бетона и железобетона (ГУП «НИИЖБ») Госстроя России. – М., 2004. – 55 с.

3. <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-otsenka-mehanicheskikh-svoystv-polimernoy-kompozitnoy-armatury/viewer>

4. Леонова А.Н., Бибииков Б.С. Современные методы усиления горизонтальных несущих конструкций углеволокном // В сборнике: Девелопмент и инновации в строительстве. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 16–21.

5. Леонова А.Н., Софьяников О.Д., Скрипкина И.А. Особенности усиления металлических конструкций композитными материалами при воздействии агрессивной среды // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15. – № 4. – С. 496–509.

6. Дворная З.Л., Леонова А.Н. Достоинства и недостатки различных методов усиления железобетонных колонн // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2019. – № 2. – С. 287–289.

7. Леонова А.Н., Шевчук Е.А., Губская К.В. Основные виды композитной арматуры. Её преимущества и недостатки // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 334–338.

8. Леонова А.Н., Наумович Ю.И., Ковалева А.А. Сравнительный анализ арматуры из композитных материалов и металлической арматуры // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2021. – № 4. – С. 143–146.

References

1. SP 63.13330.2018 Concrete and reinforced concrete structures: updated edition of SP 63.13330.2012: official publication approved by Order of the Ministry of Construction, Housing and Communal Russian Federation of November 22, 2019 № 717/pr: date of maintenance 20.06.2019 / developed by JSC «Research Center» Construction. – Gvozdev Research Institute of Building. – М., 2018. – 143 p.

2. SP 52-101-2003 Concrete and reinforced concrete structures without prestressed reinforcement: edition official approved by Gosstroy of Russia from December 25, 2003 № 215/pr: date of maintenance 01.03.2004 / developed by the Research, Design and Technological Institute of Concrete and Reinforced Concrete (GUP «NIIZhB») Gosstroy of Russia. – М., 2004. – 55 p.

3. <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-otsenka-mehanicheskikh-svoystv-polimernoy-kompozitnoy-armatury/viewer>

4. Leonova A.N., Bibikov B.S. Modern Methods of Strengthening of Horizontal Supporting Structures with Carbon Fiber // In the collection: Development and Innovations in Building. Materials of the III International Scientific-Practical Conference. – 2020. – P. 16–21.

5. Leonova A.N., Sofianikov O.D., Skripkina I.A. Features of strengthening of metal structures by composite materials under the influence of aggressive environment // MSCU Bulletin. – 2020. – V. 15. – № 4. – P. 496–509.

6. Dvornaya Z.L., Leonova A.N. Advantages and disadvantages of various methods of strengthening reinforced concrete columns // Nauka. Technique. Technology (Polytechnic Bulletin). – 2019. – № 2. – P. 287–289.

7. Leonova A.N., Shevchuk E.A., Gubskaya K.V. Main types of composite reinforcement. Its advantages and disadvantages // Science. Technics. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 334–338.

8. Leonova A.N., Naumovich Y.I., Kovaleva A.A. Comparative analysis of reinforcement from composite materials and metal reinforcement // Nauka. Technology. Tekhnologii (polytechnicheskii vestnik). – 2021. – № 4. – P. 143–146.