



Construction of Unique Buildings and Structures
unistroy.spb.ru
№4 (19) ISSN 2304-6295

Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru

Строительство уникальных зданий и сооружений
unistroy.spb.ru
№4 (19) ISSN 2304-6295

Проектирование и строительство элементов здания с использованием стеклопластиковых арматурных стержней ООО «СК»

Ж.С. Теплова¹, С.С. Киски², Д.В. Немова³, А.В. Соколов⁴

¹⁻³ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 195251, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая, 29.

⁴ООО "Строительные Композиты", 198217, Россия, Санкт-Петербурге, Волхонское шоссе, 112.

Информация о статье

Статья о новом оборудовании, материалах, технике и технологиях

УДК: 693.554

История

Подана в редакцию 4 января 2014
Оформлена 20 April 2014
Согласована 29 April 2014

Ключевые слова

арматура;
композитная арматура;
стальная арматуры;
классификация арматуры;
композит;
стеклопластик;

АННОТАЦИЯ

В статье представлен обзор основных физико-механических характеристик стальной и неметаллической композитной арматуры, комплексное изучение, анализ и обобщение имеющейся информации. Большое внимание уделено рекомендациям для проектирования строительных конструкций различного назначения с неметаллической композитной арматурой. Рассмотрены области применения неметаллической композитной арматуры в строительной индустрии в России и за рубежом. Приведена информация об основном производителе и официальном дистрибьюторе, выпускающем композитную арматуру. Их продукция успешно используется на многих строящихся объектах в России. Материалы статьи основаны на реальных фотоматериалах, предоставленных из личного архива компании..

Содержание

1.	Введение	63
2.	Обзор литературы	63
3.	Цели и задачи	64
4.	Основные характеристики и область применения арматуры	64
5.	Заключение	70

1

Контактный автор:

+7 (921) 751 0309, zhanna-t@bk.ru (Теплова Жанна Сергеевна, студент)

2

+7 (921) 782 4277, svkiski@yandex.ru (Киски Светлана Сергеевна, инженер)

3

+7 (921) 890 0267, darya.nemova@gmail.com (Немова Дарья Викторовна, инженер)

4

+7 (960) 263 8265, sale@ooo-ck.ru (Соколов Алексей Валерьевич, руководитель отдела продаж)

1. Введение

В строительстве широко применяют металлическую арматуру, однако, она обладает недостатками: подверженность коррозии, электро- и теплопроводность, большой вес. С появлением современных материалов появилась возможность найти альтернативу стальной арматуре, которую долгое время применяли для создания железобетонных конструкций. Использование композитных материалов позволяет возвести долговечное здание.

Арматура применяется для изготовления всех видов железобетонных конструкций, что необходимо для усиления прочностных характеристик бетона. Арматура при совместной работе с бетоном в железобетонных сооружениях воспринимает растягивающее напряжение.

Композитная арматура - неметаллические стержни из стеклянных, базальтовых и углеродных волокон с выполненными на поверхности поперечными или спиральными ребрами, пропитанными термореактивным или термопластичным полимерным связующим и отверждённых [1]. Стальная и композитная арматура представлена на рисунке 1 [33].



Рисунок 1. Арматуры стальная и композитная

Арматура выпускается в виде стержней переменного профиля и её подразделяют по наружному диаметру – максимальный диаметр стержня и длина стержней. Условное обозначение арматуры включает в себя: марку, наружный диаметр (номер профиля), длину стержня, обозначение технических условий.

2. Обзор литературы

Арматуру, которую используют в железобетонных конструкциях и сооружениях, принято делить на рабочую, распределительную, хомуты, анкерную и монтажную. Рабочая арматура воспринимает возникающие в железобетоне растягивающие и скалывающие усилия от внешних нагрузок и собственного веса конструкций. Распределительная арматура удерживает рабочие стержни арматуры в определенном положении, а также распределяет нагрузку между ними. В тех случаях, когда рабочие стержни располагаются не только в растянутых, но и в сжатых частях конструкций, например в балках и ригелях, арматура называется двойной. Хомуты связывают арматуру в единый каркас и предохраняют бетон от появления косых трещин около опор. Монтажная арматура служит для сборки арматурного каркаса и обеспечивает точное положение рабочей арматуры и хомутов при бетонировании. Монтажная арматура не воспринимает никаких усилий.

Различают поперечную и продольную арматуру. Поперечная — это арматура, которая препятствует образованию наклонных трещин от возникающих косых скалывающих напряжений вблизи опор, а также арматура, которая связывает бетон сжатой зоны с арматурой в растянутой зоне. Продольная арматура воспринимает растягивающие напряжения. Она препятствует образованию вертикальных трещин в растянутой зоне железобетонных конструкций. В конструкциях, воспринимающие сжимающие усилия, используют продольную арматуру, которая берет на себя часть нагрузки, работая совместно с бетоном [2]. С увеличением числа стержней со случайными свойствами в железобетонных несущих конструкциях, приводит к повышению расчетных сопротивлений арматуры, по сравнению с принятыми в технических условиях и определенных по так называемому правилу трех стандартов. В результате коллективной работы стержней увеличивается общее усилие в арматуре в предельном состоянии конструкции,

повышается их надежность работы под нагрузками и снижается вероятность отказа и обрушения зданий с опасными последствиями [3].

По профилю арматура бывает: круглой, гладкой и периодического профиля. Арматура периодического профиля представляет собой стержни с равномерным рифлением для улучшения сцепления с бетоном. Выпускается арматура такого профиля с двумя продольными ребрами и поперечными выступами, которые идут по трехзаходной винтовой линии.

Сейчас тяжело установить, в какой стране придумали композитную арматуру. Исследования по созданию и изучению свойств высокопрочной неметаллической арматуры, способов её применения были начаты и в СССР, и в США в 60-х годах прошлого века. Начиная с 70-х годов, в СССР, ФРГ, США, Канаде, Великобритании и Японии построено довольно большое количество гражданских и промышленных объектов с использованием различной композитной арматуры. Историю разработки арматуры из FRP можно проследить до начала широкого использования композитов после Второй Мировой войны.

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона им. А.А.Гвоздева в Москве разработал новый способ изготовления композитной арматуры периодического профиля-метод нидлтрузии.

В 2012 году в Москве состоялся семинар «Применение композитной арматуры в бетонных конструкциях», на котором выступил ведущий мировой эксперт в области композитной арматуры, профессор кафедры гражданского строительства Университета Шербрук (Канада).

Композитная арматура широко изучается и распространена за рубежом, включая Германию, Нидерланды, Англию, Канаду, а также Японию, где она применяется в строительстве домов, автомобильных и пешеходных мостов, а также для армирования бетонных конструкций, которые находятся в сейсмических районах. Композиционные материалы обладают возможностью изменения своей внутренней структуры, что открывает широкие возможности по управлению НДС конструкций, тем самым обеспечивая наилучшие условия их работы [4-5].

Полимерные композиционные материалы (ПКМ), представляющие собой большой класс современных конструкционных материалов, конкурируют с классическими. Например с металлами и сплавами. Применение композиционных материалов с каждым годом расширяется [6-8].

3. Цели и задачи

Существует ряд проблем, связанных с применением стальной арматуры: она имеет большой удельный вес, высокую теплопроводность и низкую теплостойкость; так как сталь является проводником электрического тока, в арматуре могут протекать блуждающие токи, что в свою очередь приводит к электрохимической коррозии. В нагруженной конструкции бетон и арматура деформируются совместно благодаря сцеплению – происходит постоянное перераспределение внутренних усилий. При низких температурах основные деформационные напряжения в ж/б конструкциях воспринимает арматура. При повышении температуры свыше 3000С механические свойства стали резко падают – все нагрузки воспринимаются бетоном, т.е. при воздействии высоких температур разница в КТР бетона и арматуры приводит к разрушению конструкции. Необходимость облегчения железобетонных конструкций, ограниченные запасы руд, пригодных для получения стали и легирующих присадок, также были причиной, ускорившей применение неметаллической углепластиковой арматуры.

4. Основные характеристики и область применения арматуры

Основными преимуществами материала перед металлической арматурой проявляются в весе (легче в 10 раз), прочности (выше в три раза), долговечности (не ржавеет), хорошей адгезии с бетоном, нейтральности к кислотнo-щелочным средам и солям и стоимости (ниже до 30% при равнопрочной замене с учетом доставки), отсутствии свойств экранирования и магнетизма.

В таблице 1 представлены виды профиля, показаны их характеристики: расчетная площадь сечения, нормативное и расчетное сопротивление при растяжении и модуль упругости.

Таблица 1. Виды профиля

Номер профиля	АСП 4	АСП 6	АСП 8	АСП 10	АСП12
Расчетная площадь сечения, A_s , мм ²	7,85	20,41	39,25	64,37	95,77
Нормативное сопротивление при растяжении, R_s , МПа	1300	1300	1300	1200	1200
Расчетное сопротивление при растяжении, R_s , МПа	1150	1150	1100	1050	1050
Модуль упругости, E_s , МПа	75000	75000	75000	60000	60000

В соответствии с проведенными исследованиями и испытаниями ввиду широких диапазонов использования в России композитная неметаллическая арматура рекомендована к применению в различных сферах строительства, в таких как промышленное строительство, дорожное строительство (мосты, насыпи дорог на грунтах с пониженной прочностью, укрепление откосов и др.), гидротехническое строительство (берегозащитные подпорно - удерживающие сооружения, габионы), железнодорожное строительство (шпалы, объемные армогрунтовые подпорные стенки, защита от обвала в горах вместо дорогих кольчужных нержавеющей сталей), промышленно-гражданское строительство, капитальное строительство.

Композитную арматуру часто используют для армирования бетонных полов и стяжек, так как в чистом виде бетонное покрытие практически не используется, так как само по себе оно имеет низкую прочность и пористую структуру [9-11]. Для того, чтобы бетонные полы выдерживали большие серьезные нагрузки, их армируют сетками, которые были сделаны из композитной неметаллической арматуры. В конечном итоге получается стойкое к высоким нагрузкам, износу, а также очень долговечное покрытие. Срок службы железобетонных изделий с использованием композитной арматуры прогнозируется от 80 лет и больше, а ввиду того, что неметаллическая арматура значительно дешевле металлической, ее использование позволяет значительно экономить деньги на каждом этапе строительства.

Одной из главных особенностей применения арматуры является то, что она может применяться в виде отдельных стержней, а так же и в виде каркасных сеток. В этом случае сетки изготавливают с перевязкой мест пересечения стержней синтетической нитью с последующей пропиткой эпоксидной смолой и отверждением эпоксидной смолы.

С учетом современного состояния коррозионных исследований рекомендуется применять композитную арматуру:

- для армирования бетонных конструкций и смешанного армирования железобетонных конструкций;
- в армированных конструкциях, подвергающихся воздействию агрессивных сред согласно СНиП 2.03.11-85 и МГСН 2.08-01, вызывающих коррозию стальной арматуры (хлористые соли, агрессивные газы повышенных концентраций и др.);
- при ремонте железобетонных конструкций, поврежденных воздействием агрессивных сред;
- при отсутствии возможности обеспечения нормативных требований к толщине защитного слоя (тонкостенные конструкции различного назначения);
- при использовании бетонов на шлакопортландцементе, пуццолановом цементе, смешанном вяжущем с высоким содержанием активных минеральных добавок и т.п.;
- при использовании противоморозных добавок при монолитном строительстве;
- при использовании пористых и крупнопористых бетонов (дренажные трубы), легких и ячеистых бетонов;
- при армировании кирпичной кладки, в том числе и в зимнее время [12].

Стоит отметить, что применение стальной арматуры может привести к образованию блуждающих токов, так как сталь является проводником электрического тока. Это приводит к электрохимической коррозии. Происходит постоянное перераспределение внутренних усилий при нагружении конструкции. При повышении температуры свыше 300⁰С механические свойства стали резко падают - бетоном воспринимается вся нагрузка, что к дальнейшему разрушению конструкции. При низких температурах основные деформационные напряжения в ж/б конструкциях воспринимает арматура. В итоге пришли к выводу, что необходимо создать новую арматуру, которая способна выдерживать воздействия такой среды. Кроме того, необходимо было обеспечить антимагнитные и диэлектрические свойства некоторых изделий и сооружений. Неметаллическую арматуру применяют для облегчения железобетонных конструкций. Ограниченные запасы руд, пригодных для получения стали и легирующих присадок, также были причиной применения неметаллической арматуры. Надежность и экономичность являются необходимыми качествами проектируемых, возводимых и эксплуатируемых конструкций, зданий и сооружений. Обеспечение этих качеств особенно важно при поиске новых конструктивных решений [13-14].

Основным производителем композитной арматуры в России является ООО НПФ «УралСпецАрматура». А официальным дистрибьютором на Северо-западе РФ – ООО «СК».

Компания «СК» предлагает использование неметаллической композитной арматуры. Институт "Ленаэропроект" рекомендует данную композитную неметаллическую арматуру применять при строительстве цементобетонных аэродромных покрытий, объемных зданий и сооружений аэропортов. Ее можно использовать вместо металлической арматуры класса А3.

В таблице 2 представлены характеристики композитной неметаллической арматуры [36].

Таблица 2. Характеристики композитной арматуры

Характеристики	Металлическая арматура класса А-Ш (А400С) ГОСТ 5781-82	Неметаллическая композитная арматура (АСП — стеклопластиковая, АБП — базальтопластиковая)
Материал	Сталь 35ГС, 25Г2С и др.	АСП — стеклянные волокна диаметром 13–16 микрон связанные полимером; АБП — базальтовые волокна диаметром 10–16 микрон связанные полимером
Временное сопротивление при растяжении, МПа	360	1200-АСП 1300-АБП
Модуль упругости, МПа	200000	55000-АСП 71000-АБП
Относительное удлинение, %	25	2,2-АСП и АБП
Характер поведения под нагрузкой (зависимость «напряжение-деформация»)	Кривая линия с площадкой текучести под нагрузкой	Прямая линия с упруголинейной зависимостью под нагрузкой до разрушения
Коэффициент линейного расширения $\alpha \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$	13-15	9-12
Плотность, т/м ²	7	1,9-АСП и АБП
Коррозионная стойкость к агрессивным средам	Корродирует с выделением продуктов ржавчины	Нержавеющий материал первой группы химической стойкости, в том числе к щелочной среде бетона
Теплопроводность	Теплопроводна	Нетеплопроводна

Характеристики	Металлическая арматура класса А-Ш (А400С) ГОСТ 5781-82	Неметаллическая композитная арматура (АСП — стеклопластиковая, АБП — базальтопластиковая)
Электропроводность	Электропроводна	Неэлектропроводна — диэлектрик
Выпускаемые профили	6-80	3,5-12 в перспективе до 20
Длина	Стержни длиной 6-12 м	Любая длина по требованию заказчика
Экологичность	Экологична	Имеется санитарно-эпидемиологическое заключение, не выделяет вредных и токсичных веществ
Долговечность	По строительным нормам	Прогнозируемая долговечность не менее 80 лет
Замена арматуры по физико-механическим свойствам	6А-III 8А-III 12А-III 14А-III 16А-III	АСП-4, АБП-4 АСП-6, АБП-6 АСП-8, АБП-8 АСП-10, АБП-10 АСП-12, АБП-12
Параметры равнопрочного арматурного каркаса при нагрузке 25 т/м ²	При использовании арматуры 8А-Ш размер ячейки 14*14 см. Вес 5,5 кг/м ²	При использовании арматуры 8АСП размер ячейки 23*23 см. Вес 0,61 кг/м ² . Уменьшение веса в 9 раз
Экономика	В настоящее время отмечено увеличение стоимости металла за последние 6 месяцев в среднем на 67%	Финансовая экономия от замены металлической арматуры на равнопрочную композитную арматуру составляет 10-30%. Динамика роста цен составляет 2-4% в год
Области применения	По строительным нормам	Применение по рекомендациям НИИЖБ. Особенно эффективно для дорожного строительства для изделий, работающих на упругом основании (основания и откосы дорог, асфальтобетонное покрытие, подпорные стенки, плиты и т.д.). Перспективно для создания сейсмоустойчивых поясов зданий и сооружений как существующих, так и вновь возводимых.

Расчет и конструирование бетонных конструкций с композитной арматурой производится в соответствии с СТО-02495307-007-2012 (ОАО КТЖБ), СТО-83269053-001-2010, ТУ-5769-001-83269053-2010, СНиП 52-01-2003, СНиП 2.03.01-84, СП 52-101-2003, Р-16-78, ТР-013-1-04.

Ниже представлены строящиеся объекты, где материалы одобрены и внесены в проекты, а также используются в настоящий момент (рисунки 2-6) [34].



Рисунок 2. Жилые 9-ти этажные дома (поселок Ленино, Петергофское шоссе д.84)



Рисунок 3. Территория завода по производству ЖБИ (Янино – 1, Ленинградская область)



Рисунок 4. Гражданский аэропорт в Казани



Рисунок 5. Гидротехнические сооружения



Рисунок 6. Коттеджные поселки в Ленинградской области

Также ведутся строительные работы на объектах Петербургского Метрополитена.

Композитная неметаллическая арматура также массово применяется в других странах (рисунок 7) [35]. Например, в 1974 году было начато первое серийное производство композитной арматуры в США. В США находится наибольшее количество крупных мировых производителей композитной арматуры [16-19]. В частности, в начале 80-х годов стеклопластиковую арматуру для армирования бетонных мостов стали применять в Германии, Японии и ряде других стран. В СССР исследования и разработки композитной арматуры были свернуты, и на сегодняшний день в России есть не так много производителей композитной арматуры, находящихся в разных регионах.



Рисунок 7. Примеры использования стеклопластика при строительстве мостов в других странах

5. Заключение

С каждым годом в строительной отрасли происходит внедрение новых технологий. Это происходит, во-первых, чтобы ускорить процесс; во-вторых, чтобы сделать его менее затратным. А также максимально увеличить показатели долговечности, надежности и комфорта.

Современная технология производства позволила значительно снизить эксплуатационные и трудовые затраты на изготовление данного материала [28-32]. Для потребителей и строителей это, прежде всего, означает, что на рынке сегодня представлена неметаллическая арматура, цена на которую гораздо ниже представленных ранее аналогов. Таким образом, использование в различных областях строительства композитной арматуры позволяет на порядок снизить итоговую себестоимость конструкции, здания или сооружения. Кроме того, за счет использования композитной арматуры увеличивается общий срок службы конструкции. Существующие нормы проектирования железобетонных конструкций, в частности монолитных конструкций зданий, не учитывают совокупность всех факторов, влияющих на несущую способность, жесткость и трещиностойкость конструкций, что зачастую приводит к неоправданному завышению размеров сечений и значительному (на 20-35 %) перерасходу бетона и арматуры. Используя неметаллическую арматуру, можно избежать в последующем капитальных дорогостоящих работ по ремонту.

Литература

1. СТО – 02495307-007-2012 Применение неметаллической композитной арматуры АСП и АБП в бетонных конструкциях.
2. Дьячков В.В. Свойства и особенности применения в железобетонных конструкциях резьбовых и опрессованных механических соединений: Дисс. на соиск. учен. степ. к.т.н. Спец.: 05.23.01. Москва, 2009. 76 с.
3. Мухин С.В. Сопротивление растяжению арматуры со случайными свойствами при многостержневом армировании железобетонных конструкций: Дисс. на соиск. учен. степ. к.т.н. Спец.: 05.23.01. Москва, 2009. 211 с.
4. Голушко С.К. Прямые и обратные задачи механики упругих композитных пластин и оболочек вращения: Дисс. соиск. учен. степ. д. ф.-м. н. Спец.: 01.01.04. Новосибирск, 2004. 400 с.
5. Шполтаков В.И. Конструкции из композитных материалов, получаемые с использованием низкотемпературной плазмы, их исследование и расчет: Дисс. соиск. учен. степ. к.т.н. Спец.: 05.23.01. Тольятти, 2001. 144 с.
6. Блазнов А.Н. Устройства и методы для изучения механических свойств анизотропных стеклопластиковых стержней: Дисс. соиск. учен. степ. д.т.н. Спец.: 01.04.01. Барнаул, 2009. 404 с.
7. Muralidhar, B.A. Study of flax hybrid preforms reinforced epoxy composites // Materials and Design. №52. 2013. Pp. 835-840
8. Accumulative press bonding; a novel manufacturing process of nanostructured metal matrix composites / Amir Khanlou S., Ketabchi M., Parvin N., Khorsand S., Bahrami R. // Materials and Design. №51. 2013. Pp. 367-374
9. Астахов Ю.В. Экспериментально-расчетная оценка взаимодействия стальной канатной и стеклопластиковой арматуры с бетоном: Дисс. соиск. учен. степ. к.т.н. Спец.: 05.23.01. Новосибирск, 2002. 139 с.
10. Савин В.Ф. Прогнозирование прочностных свойств стекло- и базальтопластиковых стержней на основе полимерных матриц из эпоксидных компаундов: Дисс. соиск. учен. степ. к.т.н. Спец.: 05.17.06. Бийск, 2009. 164 с.
11. Устинов Б.В. Исследование характеристик и условий применения гибких связей из стеклопластиковой арматуры (СПА) в трехслойных стеновых панелях: Дисс. соиск. учен. степ. к.т.н. Спец.: 05.23.01. Новосибирск, 2006. 158 с.
12. ТР 013-1-04 Технические рекомендации по применению неметаллической композитной арматуры периодического профиля в бетонных конструкциях.

13. Байрамуков С.Х. Методы расчета и оценки надежности железобетонных конструкций с напрягаемой и ненапрягаемой арматурой: Дисс. на соиск. учен. степ. д.т.н. Спец.: 05.23.01. Черкесск, 2001. 475 с.
14. Веселов А.А. Нелинейная теория сцепления арматуры с бетоном и ее приложения: Дисс. на соиск. учен. степ. д.т.н. Спец.: 05.23.01. Санкт-Петербург, 2000. 320 с.
15. Chairman C.A., Kumaresh Babu S.P. Mechanical and abrasive wear behavior of glass and basalt fabric-reinforced epoxy composites // Journal of Applied Polymer Science. №130 (1). 2013. Pp. 120-130
16. Wang C.-Q., Jiang D.-Z., Xiao J.-Y. Study of nano-SiO₂ on properties of epoxy resin and its glass fiber reinforced composite materials // Journal of Functional Materials. №43 (22). 2012. Pp. 3045-3048+3053
17. Wang C.-Q., Jiang D.-Z., Xiao J.-Y. Fabrication of superhydrophobic surface on glass fibers reinforced epoxy resin composites // Journal of Functional Materials. №43 (11). 2012. Pp. 1438-1442
18. Issa, M.S., Metwally, I.M., Elzeiny, S.M. Influence of fibers on flexural behavior and ductility of concrete beams reinforced with GFRP rebars // Engineering Structures. №33 (5). 2011. Pp. 1754-1763
19. Романов С.К. Прочность, жесткость и трещиностойкость предварительно напряжённых неразрезных балок, армированных высокопрочной стержневой арматурой: Дисс. соиск. учен. степ. к.т.н. Спец.: 05.23.01. Нижний Новгород, 2009. 186 с.
20. Салов А.С. Оптимизация конструктивных решений безригельного железобетонного каркаса на основе применения бетонов и арматуры повышенных классов прочности: Дисс. соиск. учен. степ. к.т.н. Спец.: 05.23.01. Уфа, 2011. 199 с.
21. Кляйман М.А. Изгиб предварительно напряженных деревянных клееных балок со стеклопластиковой арматурой при длительном действии нагрузок: Дисс. соиск. учен. степ. к.т.н. Спец.: 05.23.01. Минск, 1984. 158 с.
22. ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций.
23. Пособие по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций.- М.: Стройиздат. 1992. 104с.
24. ГОСТ 9561-91 Плиты перекрытий железобетонные многпустотные для зданий и сооружений.
25. Тихонов В.Б. Устройства и метод определения долговечности анизотропных стеклопластиковых стержней: Дисс. соиск. учен. степ. к.т.н. Спец.: 01.04.01. Бийск. 2011. 151 с.
26. ГОСТ 22362-77 Конструкции железобетонные. Методы измерения силы натяжения арматур.
27. Lam D., Nip D.F. Effects of transverse reinforcement on composite beam with precast hollow core slabs// Advances in Steel Structures (ICASS '02). 2002. Pp. 503-510.
28. Rosler J., Enavs A.G. The effect of reinforcement size on the creep strength of intermetallic matrix composites // High Temperature Aluminides and Intermetallics. 1992. Pp. 438-443
29. Fantozzi J., Chevalier J. Ceramic Matrix Composites with Roughly Equiaxed Reinforcements: Microstructure and Mechanical Behavior // Encyclopedia of Materials: Science and Technology .2001. Pp. 1067-1072.
30. Lawrence C. Bank. Properties of FRP Reinforcements for Concrete// Fiber-Reinforced-Plastic (FRP) Reinforcement for Concrete Structures. 1993. Pp. 59-86
31. Kabelka J. Thermal expansion of composites with canvas-type reinforcement and polymer matrix// Advances in Composite Materials. 1980. Pp. 770-782.
32. David W. Dwight. Glass Fiber Reinforcements // Comprehensive Composite Materials. 2000. Pp. 231-261
33. Строительные инновационные материалы. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cl-vl.ru/index.php/k2/композиционная-арматура/preimushchestva> (дата обращения: 22.09.2013)
34. СК-строительные композиты. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ooo-ck.ru/jce/композиционная-арматура/primenenie-armaturi.html> (дата обращения: 22.09.2013)
35. Raffaello F. Limit States design of concrete structures reinforced with FRP BARS // University of Naples Federico II p.24)
36. Ярославский завод композитов. [Электронный ресурс]. <http://yazk.ru/sravnitelnye-harakteristiki-kompozitnoy-armatury.html> (дата обращения: 22.09.2013).

Designing and construction of elements of the building with usage of fiberglass reinforcements of LLC «SK»

Теплова З.С.,¹ Киски С.С.,² Немова Д.В.,³ Соколов А.В.⁴

¹⁻³Saint-Petersburg State Polytechnical University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia.

⁴LLC «Building composites», 112 Volhonskoye highway, St.Petersburg, 198217, Russia.

ARTICLE INFO

Technical paper

Article history

Received 14 April 2014
Received in revised form 20 April 2014
Accepted 29 April 2014

Keywords

reinforcement;
composite reinforcement;
steel reinforcement;
classification reinforcement;
composite;
fiberglass;

ABSTRACT

The review of the main physic mechanical characteristics of steel and nonmetallic composite reinforcements is presented in article. Much attention is paid to recommendations for designing building constructions of different functions with nonmetallic composite reinforcements. Scopes of nonmetallic composite reinforcements in the construction industry in Russia and abroad are considered.

Information about main producer and the official distributor of composite reinforcements is provided in article. This company is the official distributor in the Northwest of the Russian Federation. Their production is successfully used on many objects under construction in Russia. Materials of article are based on the real photographic materials provided from personal archive of the company.

1. *Corresponding author:*
+7 (921) 751 0309, zhanna-t@bk.ru (Zhanna Sergeevna Teplova, Student)
2. +7 (921) 782 4277, svkiski@yandex.ru (Svetlana Sergeevna Kiski, Engineer)
3. +7 (921) 890 0267, darya.nemova@gmail.com (Darya Viktorovna Nemova, Engineer)
4. +7 (960) 263 8265, sale@ooo-ck.ru (Aleksey Valerjevich Sokolov, Sales Manager-in-chief)

References

1. CS – 02495307-007-2012 *Primenenie nemetallicheckoy kompozitnoy armatury ACP i ABP v betonnykh konctpunktsiyax* [The use of non-metallic composite reinforcement ASP and BPO in concrete structures] (rus)
2. Diachkov V.V. *Cvoyctva i ocobennosti primeneniya v zhelezobetonnykh konctpunktsiyax pezhbovykh i opreccovannykh mexanicheckix coedineniy* [Properties and application in reinforced concrete structures threaded and crimped mechanical connections]: Diss. of Ph. D. Spec.: 05.23.01. Moscow. 2009. 76 p. (rus)
3. Mukhin S. V. *Coprotivlenie pacyazheniyu armatury co cluchaynymi svoystvami pri mnogoterzhnevom armirovanii zhelezobetonnykh konctruktsiy* [Tensile strength reinforcement with random properties in reinforcement of concrete structures]: Diss. of Ph. D. Spec.: 05.23.01. Moscow. 2009. 211 p. (rus)
4. Golushko S.K. *Pryamye i obratnye zadachi mexaniki uprugix kompozitnykh plactin i obolochek vrashcheniya* [Direct and inverse problems of mechanics of elastic composite plates and shells of revolution]: Diss. of Dr. Phys.-Math.Sc. Spec.: 01.01.04. Novosibirsk. 2004. 400 p. (rus)
5. Shpoltakov V.I. *Konctruktsii iz kompozitnykh materialov, poluchaemye c icpolzovaniem nizkotemperaturnoy plazmy, ix icledovanie i pacchet* [The design of composite materials, produced using low-temperature plasma, their research and calculation]: Diss. of Ph. D. Spec.: 05.23.01. Togliatti. 2001. 144 p. (rus)
6. Blaznov A.N. *Uctroyctva i metody dlya izucheniya mexanicheckix svoystv anizotropnykh cteklolactikovyx cterzhney* [Devices and methods for the study of the mechanical properties fiberglass rods]: Diss. of D.Sc. Spec.: 01.04.01. Barnaul. 2009. 404 p. (rus)
7. Muralidhar B.A. *Study of flax hybrid preforms reinforced epoxy composites* // Materials and Design. №52. 2013. Pp. 835-840
8. Accumulative press bonding; a novel manufacturing process of nanostructured metal matrix composites / Amirkhanlou S., Ketabchi M., Parvin N., Khorsand S., Bahrami R. // Materials and Design. №51. 2013. Pp. 367-374
9. Astahov J.V. *Ekcperimentalno-racchetnaya otsenka vzaimodeyctviya ctalnoy kanatnoy i cteklolactikovooy armatury c betonom* [Experimental evaluation of the interaction design of steel cable and fiberglass reinforcement with concrete]: Diss. of Ph. D. Spec.: 05.23.01. Novosibirsk. 2002. 139 p. (rus)
10. Savin V.F. *Prognozipovalenie prochnochnykh svoystv cteкло- i bazaltolactikovyx cterzhney na ocnove polimernykh matrits iz epokcidnykh kompaundov* [Prediction of the strength properties of glass and basalt bars based on polymeric matrices of epoxy compounds]: Diss. of Ph. D. Spec.: 05.17.06. Biysk. 2009. 164 p. (rus)
11. Ustinov B.V. *icledovanie xarakterictik i ucloviy primeneniya gibkix cvyazey iz cteklolactikovooy armatury (CPA) v trexclonnykh ctenovykh panylyax* [Exploration of the characteristics and conditions of the use of flexible connections of FRP reinforcement (SPA) in the sandwich wall panels]: Diss. of Ph. D. Spec.: 05.23.01. Novosibirsk. 2006. 158 p. (rus)
12. TA 013-1-04 *Texnicheckie rekomendatsii po primeneniyu nemetallicheckoy kompozitnoy armatury periodicheckogo profilya v betonnykh konctruktsiyax* [The use of non-metallic composite reinforcement of periodic profile in concrete structures] (rus)
13. Bayramukov S.H. *Metody paccheta i otsenki nadezhnocti zhelezobetonnykh konctruktsiy c napryagaemoy i nenapryagaemoy armaturoy* [Methods of calculating and assessing the reliability of reinforced concrete structures, and non-prestressed reinforcement]: Diss. of D.Sc. Spec.: 05.23.01. Cherkessk. 2001. 475 p. (rus)
14. Veselov A. A. *Nelineynaya teoriya ctsepleniya armatury c betonom i ee prilozheniya* [Non-linear theory of coupling reinforcements with concrete and its applications]: Diss. of D.Sc. Spec.: 05.23.01. Saint-Petersburg. 2000. 320 p. (rus)
15. Chairman C.A., Kumaresh Babu S.P. Mechanical and abrasive wear behavior of glass and basalt fabric-reinforced epoxy composites // Journal of Applied Polymer Science. №130 (1). 2013. Pp. 120-130.
16. Wang C.-Q., Jiang D.-Z., Xiao J.-Y. Study of nano-SiO₂ on properties of epoxy resin and its glass fiber reinforced composite materials // Gongneng Cailiao/Journal of Functional Materials. №43 (22). 2012. Pp. 3045-3048+3053.
17. Wang C.-Q., Jiang D.-Z., Xiao J.-Y. Fabrication of superhydrophobic surface on glass fibers reinforced epoxy resin composites // Gongneng Cailiao/Journal of Functional Materials. №43 (11). 2012. Pp. 1438-1442.

18. Issa M.S., Metwally I.M., Elzeiny S.M. Influence of fibers on flexural behavior and ductility of concrete beams reinforced with GFRP rebars // *Engineering Structures*. №33 (5). 2011. Pp. 1754-1763
19. Romanov S.K. *Prochnost, zhestkost i treshchinotoykoost predvapielno napryazhennykh nerazpezhnykh balok, armirovannykh vysokoprochnoy cterzhnevoy armaturoy* [The strength, hardness and fracture toughness of prestressed continuous beams reinforced with high-strength reinforcement bars]: Diss. of Ph. D. Spec.: 05.23.01. Nizhni Novgorod. 2009. 186 p. (rus)
20. Salov A.S. *Optimizatsiya konstruktivnykh resheniy bezrigelnogo zhelezobetonnoogo karkasa na ocnove primeneniya betonov i armatury povyshennykh klaccov prochnosti* [Optimization of design decisions concrete frame through the use of concrete and rebar higher strength classes]: Diss. of Ph. D. Spec.: 05.23.01. Ufa. 2011. 199 p. (rus)
21. Kleiman M.A. *Izgib predvapielno napryazhennykh derevyannykh kleenyykh balok so cteklolactikovoy armaturoy pri dlitelnom deystvii nagpuzok* [Bending prestressed glulam beams with fiberglass reinforcement under long-term loads]: Diss. of Ph. D. Spec.: 05.23.01. Minsk. 1984. 158 p. (rus)
22. GOST 5781-82. *Ctal gopyachekatanaya dlya armirovaniya zhelezobetonnykh konstruksiy* [Hot-rolled steel for reinforcement of ferroconcrete structures] (rus)
23. *Pocobie po texnologii izgotovleniya predvapielno napryazhennykh zhelezobetonnykh konstruksiy* [Manual on manufacturing of prestressed concrete structures] // Moscow. 1992. 104 p. (rus)
24. GOST 9561-91 *Plity perekpytiy zhelezobetonnye mnogopuctotnye dlya zdaniy i cooruzheni* [Reinforced concrete multihollow panels for floors in buildings] (rus)
25. Tihonov V. B. *Uctroyctva i metod opredeleniya dolgovechnosti anizotropnykh cteklolactikovyyh cterzhney* [Device and method for determining the durability of fiberglass rods anisotropic]: Diss. of Ph. D. Spec.: 01.04.01. Biysk. 2011. 151 p. (rus)
26. GOST 22362-77 *Konstruksii zhelezobetonnye. Metody izmereniya cily natyazheniya armatur* [Reinforced concrete structures. Methods for determination of reinforcement tensioning force] (rus)
27. Lam D., Nip D.F. Effects of transverse reinforcement on composite beam with precast hollow core slabs// *Advances in Steel Structures (ICASS '02)*. 2002. Pp. 503-510
28. Rosler J., Enavs A.G. The effect of reinforcement size on the creep strength of intermetallic matrix composites // *High Temperature Aluminides and Intermetallics*. 1992. Pp. 438–443
29. Fantozzi J., Chevalier J. Ceramic Matrix Composites with Roughly Equiaxed Reinforcements: Microstructure and Mechanical Behavior // *Encyclopedia of Materials: Science and Technology* .2001. Pp. 1067–1072
30. Lawrence C. Bank. Properties of FRP Reinforcements for Concrete // *Fiber-Reinforced-Plastic (FRP) Reinforcement for Concrete Structures*. 1993. Pp. 59–86
31. Kabelka J. Thermal expansion of composites with canvas-type reinforcement and polymer matrix// *Advances in Composite Materials*. 1980. Pp. 770–782
32. David W. Dwight. Glass Fiber Reinforcements // *Comprehensive Composite Materials*. 2000. Pp. 231–261
33. *Stroitelnye innovatsionnye materialy* [Constructional innovative material] [web source]. URL: <http://www.cl-vl.ru/index.php/k2/kompozitnaya-armatura/preimushchestva> (date of reference: 22.09.2013) (rus)
34. *SK-stroitel'nye kompozity* [CK-composite material] [web source]. URL: <http://www.ooo-ck.ru/jce/kompozitnaja-armatura/primeneniye-armaturi.html> (date of reference: 22.09.2013)
35. Raffaello F. Limit States design of concrete structures reinforced with FRP BARS// *University of Naples Federico II* p.24)
36. *Âroslavskij zavod kompozitov* [Yaroslavl's composite factory] [web source]. <http://yazk.ru/sravnitelnye-harakteristiki-kompozitnoy-armatury.html> (date of reference: 22.09.2013) (rus)