

УДК 621.002.3:006.354

**КОМПОЗИТНАЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКАЯ АРМАТУРА  
ДЛЯ ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ  
НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

**Пивень К.В.**

*ООО «Комертул», г. Москва, Российская Федерация\**

В статье рассматриваются практические аспекты применения композитной неметаллической (КН) арматуры в строительстве фундаментов, а также особенности самого материала, в частности стеклопластиковой арматуры АСП и базальтопластиковой АБП производства ООО НПФ «Уралспецарматура», их отличия и преимущества перед аналогичной продукцией.

This article focuses on the practical aspects of the application for the foundations of a non-metallic composite reinforcement produced by Uralspetcarmatura Research and Production Company in comparison with similar products.

**История создания материала и технологии.** Технология производства композитной неметаллической стеклопластиковой арматуры (далее КН арматуры) была разработана в БССР в 80-е годы (ИСИА Госстрой БССР) [1]. Тогда же было начато ее применение на объектах: отделения сгущения «Беларуськалия», несколько жилых домов, автомобильные мосты на Дальнем Востоке и др. Примерно в это же время начато производство стеклопластиковой арматуры в Европе, Канаде, США.

\*Статья написана при консультативном содействии канд.техн.наук В.Н. Кравцова

В бывшем СССР аналогичная технология была создана так же в Перми при участии московского НИИЖБ им. Гвоздева. В настоящее время официальные права на производство и продажу КН арматуры принадлежат ООО НПФ «Уралспекарматура».

**Свойства материала.** Принятый с 1.01.2013, в качестве межгосударственного стандарта, ГОСТ 31938 – 2013 [2] определяет композит КН арматуры, как твердый продукт, состоящий из двух или более материалов, отличных друг от друга по форме и/или фазовому состоянию, и/или химическому составу, и/или свойствам, скрепленных, как правило, физической связью и имеющих границу раздела между обязательным материалом (матрицей) и ее наполнителями, включая армирующие наполнители. При этом матрица и наполнитель композита образуют единую структуру и действуют совместно, обеспечивая наилучшим образом необходимые свойства конечного изделия по его функциональному назначению.

Кроме того межгосударственный стандарт [2] вводит для КН арматуры понятие номинального диаметра и устанавливает минимальные физико-химические характеристики. Согласно паспорту на КН арматуру, производимую ООО НПФ «Уралспекарматура», ее характеристики превышают требования межгосударственного стандарта [2] и сопоставимы с характеристиками стальной арматуры периодического профиля класса А500С (S500), см. табл. 1.

Таблица 1

Сравнительные характеристики стальной арматуры класса А500С и НК арматуры АСП и АБП НПФ «Уралспекарматура»

Критерий оценки	Металлическая арматура	НК стеклопластиковая арматура	НК базальтопластиковая арматура
Используемый материал	Сталь	Щелочестойкие стеклянные волокна, связанные полимером	Базальтовые волокна, связанные полимером
Прочность при растяжении	360 МПа	1300 МПа	1400 МПа
Модуль упругости	200 000 МПа	55 000 МПа	55 000 МПа

Окончание табл. 1

Критерий оценки	Металлическая арматура	НК стеклопластиковая арматура	НК базальтопластиковая арматура
Удлинение относительное	25 %	2,2 %	2,2 %
Срок службы	До 50 лет	Минимум 80 лет	Минимум 80 лет
Коррозийная стойкость к агрессивным средам	Подвержена коррозии	Устойчива к коррозии	Устойчива к коррозии
Поведение под нагрузкой, зависимость «напряжение–деформация»	Кривая линия, текучесть под нагрузкой	Прямая линия, упруго-линейная зависимость	Прямая линия, упруго-линейная зависимость
Теплопроводность	Теплопроводна	Низкая теплопроводность	Низкая теплопроводность
Электропроводность	Электропроводна	Диэлектрик	Диэлектрик
Область применения	По строительным нормам	Возможно использование во всех видах строительства, рекомендации НИИЖБ	Возможно использование во всех видах строительства, рекомендации НИИЖБ
Длина	От 6 до 12 м	Любая	Любая
Плотность	7,6 тн/м <sup>3</sup>	1,9 тн/м <sup>3</sup>	1,9 тн/м <sup>3</sup>
Коэффициент линейного расширения *10(-6)/град. С	13–15	9–12	9–12

Согласно существующим экспериментальным методам оценки скорости старения (срок службы) материала КН арматуры в жестких условиях составляет около 80 лет. Реальный мониторинг гарантированных свойств КН арматуры в условиях севера Канады и Сибири составляет 40 лет. КН арматура АСП и АБП выдерживает многократные циклы перепадов температур от минус 70 до плюс 100 град. С.

Коэффициент линейного расширения в таблице 1 указан для продольного направления, в поперечном он выше, Это необходимо учитывать при использовании неметаллической композитной арматуры больших диаметров.

**Области применения и экономика.** Область эффективного применения КН арматуры обусловлена свойствами ее материала и распространяется: а) на использование в агрессивных средах; б) на область применения стальной арматуры периодического профиля класса А500С (S500). Такое разделение необходимо для понимания экономической эффективности применения КН арматуры и формирования маркетинговой политики.

В первом случае стоимость самой арматуры отходит на второй план, т.к. использование других видов арматуры невозможно или неэффективно. К таким объектам, например, относятся: радиотехнические, где необходима «радиопрозрачность»; предприятия, где требуется исключить электрическую коррозию стальной арматуры; производства химической промышленности; строительная область (в частности дороги, основания, фундаменты и др.); конструкции с лимитированным весом или с гибкими связями, для предотвращения их коррозии и уменьшения потерь тепла и др. Эффективно так же применение КН арматуры для создания сейсмостойких конструкций оснований и фундаментов.

Во втором случае неметаллическая композитная арматура применяется как альтернатива стальной класса А500С или при комбинированном армировании для снижения стоимости возводимых объектов. Это промышленное и гражданское строительство: устройство фундаментов, силовых полов, дорожных и аэродромных плит, сельское хозяйство, берегоукрепление и т.д. Здесь мы неизбежно подходим к понятию равнопрочных замен. Общепринятая практика такова, что для конструкций, работающих на упругом основании, существует возможность замены стальной арматуры на стеклопластиковую АСП или базальтопластиковую АБП с уменьшением диаметра и стоимости нулевого цикла (табл. 2).

При такой замене стоимость самого материала в сравнении со стальной арматурой уменьшается примерно на 20 %. Прямая экономия обеспечивается также снижением затрат на транспорт (вес в 9 раз меньше), отсутствием необходимости использования подь-

емных кранов, ручное перемещение по объекту. Из опыта применения КН арматуры, время вязки каркасов из арматуры АСП на объекте по сравнению со стальной значительно уменьшается, что обеспечивает экономию рабочего времени. Может быть уменьшена толщина защитного слоя бетона, что при значительных площадях ведет к заметному уменьшению кубатуры. Суммарно прямая экономия составляет до 40 %.

Таблица 2

Возможность равнопрочной замены стальной арматуры класса А500С на арматуру АСП

Неметаллическая композитная арматура АСП	Заменяемая стальная арматура периодического профиля
АСП 6	8 А500С (S500)
АСП 8	12 А500С (S500)
АСП 10	14 А500С (S500)
АСП 12	18 А500С (S500)
АСП 14	20 А500С (S500)
АСП 16	22 А500С (S500)

Долговременный экономический эффект связан со снижением потерь тепла, увеличением межремонтных интервалов, особенно при воздействии агрессивных факторов.

**Производство и технология. Производители.** Одним из наиболее важных отличий неметаллической композитной арматуры от стальной является зависимость характеристик продукции от производителя. Относительно невысокая стоимость линий для производства стеклопластиковой арматуры и кажущаяся простота технологии привели к появлению массы полукустарных производителей, поставляющих на рынок некачественную продукцию, прошедшую формальную сертификацию. Есть такие производства и в Республике Беларусь. В настоящее время только несколько производителей на постсоветском пространстве выпускают продукцию, соответствующую заявленным характеристикам и межгосударственному стандарту [2].

Это обусловлено тем, что для получения качественной КН арматуры необходимо использовать для ее производства стеклопластиковую арматуру дорогостоящий ровинг класса Advantex или алюмоборосиликатное стекло с добавлением значительных количеств оксида циркония, который и делает конечный продукт устойчивым к щелочной среде бетона. Кустарные же производители и даже некоторые «крупные» предприятия, пытающиеся производить композитную арматуру, используют дешевое электротехническое стекло, не стойкое к внешним воздействиям. С базальтовым волокном ситуация еще хуже. Это природный материал, и только высококачественное волокно обеспечивает постоянство характеристик любой партии продукции. То же самое касается замасливателей, компаундов. Результат - снижение химической стойкости, заметное даже при внешнем осмотре низкое качество (расслоение волокон, раковины, отслаивание оплетки и т.д.).

Кроме того, для получения качественной КН арматуры требуется так же строгое соблюдение технологии. Так, изменение температуры, например, на 10 град. С изменяет вязкость компаунда в 3 раза и приводит к значительному снижению процента полимеризации. Известны факты, когда недобросовестные производители для получения разрешающих документов предоставляют для проверки арматуру известных фирм с гарантированным качеством, а покупателю некачественную КН арматуру собственного производства. При этом копируется даже внешний вид КН арматуры, например, запатентованная ООО НПФ «Уралспекарматура» расцветка «Зебра». На строительном рынке Республике Беларусь уже появилась такая некачественная продукция недобросовестных кустарных производителей. Действия фальсификаторов подрывают доверие к КН арматуре и могут привести к аварийным ситуациям.

Исходя из этого, перед использованием КН арматуры рекомендуется выяснять: сколько лет производится продукт; есть ли опыт его применения где-нибудь, кроме индивидуального строительства; есть ли патенты, лицензионные договора, стандарты, методические рекомендации и т.д.

**Проблемы и перспективы применения неметаллической композитной арматуры.** По разным оценкам, в ближайшие 10 лет неметаллическая композитная арматура займет до 15 % существующего рынка стальной арматуры в странах Европы и СНГ.

В настоящее время, кроме действий фальсификаторов ее применение сдерживает отсутствие полноценной нормативно-технической базы в Российской Федерации и Республике Беларусь.

В то же время имеющаяся нормативная база уже позволяет осуществлять строительство оснований и фундаментов зданий и сооружений с применением КН арматуры с гарантируемой надежностью, согласно действующих в РБ ТНПА и с соблюдением требований по щелочестойкости и адгезии к бетону [3–5].

Предлагаемая оригинальная КН арматура сертифицирована в РБ (ТС 01.1255.13). Область ее применения установлена: для армирования грунтобетона, асфальтобетона и полимербетона, в качестве связующего элемента (гибкая связь), в изделиях из гипсобетона и железобетона, при устройстве кирпичной кладки, а также для армирования различных типов фундаментов и грунтов, дорожных покрытий и др.

В настоящее время производимая ООО НПФ «Уралспекарматура» КН арматура апробирована при возведении аэродромных покрытий, фундаментов многоэтажных домов, при строительстве метрополитена, энергетических объектов. С КН арматурой решается проблема колеечности на дорогах, в том числе в жестких климатических условиях. Примеры использования КН арматуры в строительстве и методики расчетов конструкций с ней даны на рис. 1, на сайтах [www.armaturaperm.ru](http://www.armaturaperm.ru), [www.dub.by](http://www.dub.by), и в разработанных совместно с ОАО ЦНИИС и ОАО «КТБ ЖБ» стандартах [4], [5].



Рис. 1. Пример использования КН арматуры производства ООО НПФ «Уралспекарматура» для армирования перрона аэропорта

Научно-техническое сопровождение внедрения и апробацию КН арматуры производства ООО НПФ «Уралспекарматура» в фундаментостроении Республики Беларусь будет осуществлять отдел «Оснований и фундаментов» РУП «Институт БелНИИС», который, начиная с 1960 года, успешно работает в этой области [1].

## Литература

1. Фролов, Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции / Н.П. Фролов. – М. : Стройиздат, 1980. – 104 с.
2. Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия. – Москва : Стандартиформ, 2013. – 42 с.
3. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения : СНиП РФ 52-01-2003. – Москва : «ГУП НИИЖБ» Госстроя России, 2004. – 24 с.
4. ООО НПФ «Уралспекарматура». Стандарт организации. Применение в транспортном строительстве неметаллической композитной арматуры периодического профиля. – Пермь, 2010. – 58 с.
5. ООО НПФ «Уралспекарматура». Стандарт организации. Применение неметаллической композитной арматуры АСП и АБП в бетонных конструкциях. – Москва, 2012. – 20 с.