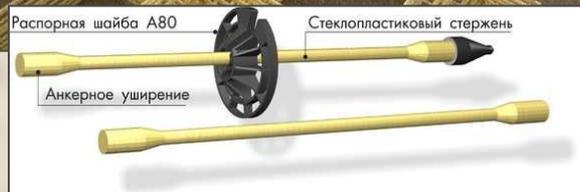


# Арматура неметаллическая (нанотехнологии)



**ГОСТ 31938-2012**  
**АРМАТУРА КОМПОЗИТНАЯ ПОЛИМЕРНАЯ**  
**ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ БЕТОННЫХ**  
**КОНСТРУКЦИЙ**  
**(введен впервые 01.01.2014г.)**

# Композитная (неметаллическая) арматура

*Стеклопластиковая  
арматура*



*Базальтопластиковая  
арматура*



- Новым элементом для выполнения строительных работ является **высокопрочная неметаллическая арматура** из композитных материалов, которая приходит на смену традиционной стальной арматуре.
- **Неметаллическая (композитная) арматура** производится в виде стержневой со спиральной рельефностью любой строительной длины из стеклянных (стеклопластиковая арматура) или базальтовых (базальтопластиковая арматура) волокон, пропитанных химически стойким полимером. Арматура, изготовленная из стеклянных волокон, называется стеклопластиковой АСК, а из базальтовых волокон – АБК.

## **Историческая справка**

### **Опыт разработки и применения композитной арматуры в строительстве**

**В 70-ых годах XX века неметаллическая арматура была применена в конструкциях из лёгких бетонов (ячеистых бетонов, арболита и др.), а также в фундаментах, сваях, электролизных ваннах, балках и ригелях эстакад, опорных конструкциях конденсаторных батарей, плитах крепления откосов, безизоляторных траверсах и других конструкциях.**

**В 1976 г. построены два подвижных склада в районах гг. Рогачев и Червень. Несущие наклонные элементы верхнего пояса арок армированы четырьмя предварительно напряжёнными стеклопластиковыми стержнями диаметром 6мм. Стержни расположены в двух пазах сечением 10x18 мм, выбранных в нижней пластине элементов. Приопорные участки элементов (в коньковом и опорных узлах) усилены деревянными накладками из досок толщиной 20 мм. Экономия древесины в несущих армированных элементах составила 22% , на 9% была снижена стоимость, масса конструкций уменьшена на 20%. Стоимость сооружения по сравнению с существующими типовыми решениями складов такой же емкости снизилась в 1,7 раза.**

**На кислотной станции Светлогорского комбината искусственного волокна перекрытия над технологическими галереями выполнены из полимербетона ФАМ со стеклопластиковой арматурой. Плиты армировали стеклопластиковыми стержнями диаметром 6 мм с предварительным напряжением ребёр и плиты в поперечном направлении.**

**Распределительная арматура полки выполнена без предварительного напряжения.**

**Экономический эффект в результате снижения приведенных затрат на 1 м<sup>2</sup> перекрытия составил 57,95 руб.**

**В 1969 г. ИСиА Госстроя БССР совместно с ГПИ «Сельэнергопроект» (г. Москва) разработаны и исследованы электроизолирующие траверсы для ЛЭП-10 кВ и ЛЭП-35 кВ. В**

**1970г. в районе Костромы сдан в эксплуатацию опытный участок ЛЭП-10 кВ со стеклопластбетонными траверсами.**

**В 1972 г. в районе Ставрополя сдан в эксплуатацию опытный участок ЛЭП-35 кВ с электроизолирующими стеклопластбетонными траверсами. Конструкция траверса состояла из трёх предварительно напряжённых стеклопластбетонных элементов (лучей), соединённых болтами на стальной пластине, которая хомутами закреплялась на вершине железобетонной опоры.**

## **Историческая справка**

### **Опыт разработки и применения композитной арматуры в строительстве**

**В 1975 г. в Гродно и Солигорске сданы в эксплуатацию два опытных участка ЛЭП-10 кВ с траверсами из стеклопластбетона. Конструкция траверсы сборная, трёхлучевая, состоит из двух прямолинейных предварительно напряжённых стеклопластбетонных элементов: горизонтального, на котором расположены два провода, и вертикального на вершине которого крепится третий провод. Сборная траверса основанием вертикального элемента присоединена к железобетонной опоре ЛЭП с применением стальных хомутов. Траверсы изготовлены из электроизолирующего бетона. Арматура –четыре стержня диаметром 6 мм в каждом элементе.**

**В 1979г. в районе г. Батуми сданы в эксплуатацию два опытных участка опор ЛЭП на 0,4 и 10 кВт с траверсами из бетонополимера, армированного стеклопластиковой арматурой диаметром 6 мм. На Усть-Каменогорском комбинате цветной металлургии освоено производство предварительно напряжённых электролизных ванн из ФАМ полимербетона, армированного стеклопластиковыми стержнями диаметром 6 мм. Размерами ванны в плане 1080х2300 мм, высота 1650 мм, толщина стенки 100 мм. Стенки и днище армированы двойной симметричной арматурой с шагами стержней 200 мм. Экономический эффект на одну ванну без учёта затрат, связанных с остановкой производства при замене железобетонных ванн, - 1015, 5руб.**

**В 1975 г. по проекту кафедры «Мосты и тоннели» Хабаровского политехнического института закончено строительство первого в мире клееного деревянного моста длиной 9 м, балки которого с поперечным сечением 20х60 см изготовлены из древесины ели и армированы четырьмя предварительно напряжёнными пучками из четырёх стеклопластиковых стержней диаметром 4 мм. Второй мост в СССР со стеклопластиковой арматурой построен в 1981г. в Приморском крае через р. Шкотовка. Пролётное строение моста состоит из шести металлических двутавров №45, предварительно напряженных затяжками из 12 стеклопластиковых стержней диаметром 6 мм. Балки объединены монолитной железобетонной плитой проезжей части. Пролетное строение имеет длину 12 м, габариты проезжей части и тротуаров – Г8+2х1 м, расчётные нагрузки Н-30, НК-80. В Хабаровском крае мост с применением стеклопластиковой арматуры построен в 1989 г. В поперечном сечении пролётного строения длиной 15 м установлено 5 ребристых без уширения в нижней зоне балок. Армирование балок пролётного строения моста было принято комбинированным: создание начальные напряжений в них осуществлялось четырьмя пучками по 24 стеклопластиковых стержня диаметром 6 мм в каждом и одним типовым пучком из стальных проволок. Армирование балок не напрягаемой арматурой классов А-I и А-II было оставлено без изменений.**

## **Историческая справка**

### **Опыт разработки и применения композитной арматуры в строительстве**

В Германии в начале 80-х годов стеклопластиковую арматуру стали применять для армирования бетонных мостов. В г. Дюссельдорф построен мост для пешеходного движения. Автодорожный двухпролётный мост шириной 15 м на Уленбергштрассей, армированный стеклопластиковыми стержнями, открыт для движения в 1987 г. Максимальная неподвижная нагрузка для транспорта составляет 600 кН . Длина пролётов - 21,3 и 25,6 м.

В 1986 г. и 1988 г. в Японии построены мосты, в конструкции которых применена преднапряженная стеклопластиковая и углепластиковая арматура. Положено начало использованию неметаллической арматуры в конструкциях морских портовых сооружений.

В США стеклопластиковая арматура Parafil применена в конструкциях фундамента и пола при строительстве госпиталя Сан-Антонио (штат Техас).

Высокая коррозионная стойкость стеклопластиковой арматуры Parafil даёт возможность применять их вместо стальной арматуры в условиях, в которых сталь корродирует. С использованием стеклопластиковой арматуры Parafil изготавливаются фундаментные балки и плиты, сваи и элементы конструкций, эксплуатируемых в морской воде.

Стеклопластиковая арматура Parafil применяется в качестве внешней напрягаемой арматуры при строительстве мостов. С использованием такой арматуры построен виадук в Великобритании, а также мост в США.

**В 2000 г. в России были возобновлены исследования по разработке базальтопластиковой арматуры повышенной долговечности.**

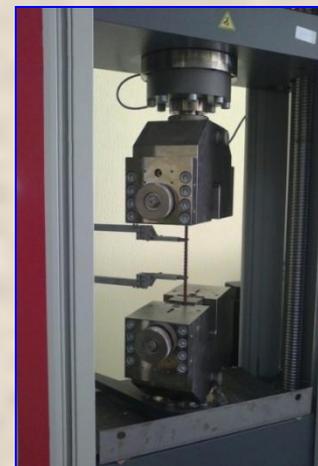
Проведены обследования трех пролетных строений мостов, несущие конструкции которых предварительно напряжены стеклопластиковой арматурой. Выводы:

- 1. В пролетных строениях опытных мостов из клееной древесины (31 год эксплуатации), сталежелезобетонного пролетного строения (25 лет эксплуатации) и пролетного строения из стеклопластбетона (17 лет эксплуатации) **сохранен эффект предварительного напряжения СПА.****
- 2. **Оправдано использование СПА в качестве анкеров в несущих конструкциях на основе эпоксидных смол.****
- 3. **Положительные результаты** дает применение неметаллической композитной арматуры **в дорожном и промышленно-гражданском строительстве.****

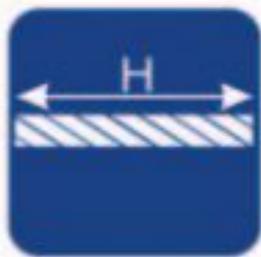
# Основные преимущества неметаллической арматуры:

Результаты испытаний на растяжение  
(временное сопротивление разрыву):

- стальной арматуры класса АIII (А400С) – 360 МПа,
- стеклопластиковой арматуры – 1000МПа,
- базальтопластиковой арматуры – 1200МПа.



Малый  
удельный  
вес



Высокая  
прочность на  
растяжение



Низкая  
теплоп  
ро  
водност



Диэлектр  
ик



Стойкость в  
агрессивных  
средах

Экономическая выгода по сравнению с металлом.

АРМАТУРА стеклопластиковая композитная, цена от 8.20 до 56 руб./м

**В 3 раза прочнее! В 5-10 раз легче! Дешевле на 40%**

**использование неметаллической арматуры в строительстве  
позволяет увеличить срок службы конструкций в несколько раз.**



## Стеклопластиковая арматура в бухтах длиной до 300 метров.

Диаметры арматуры от 4 до 8 мм.

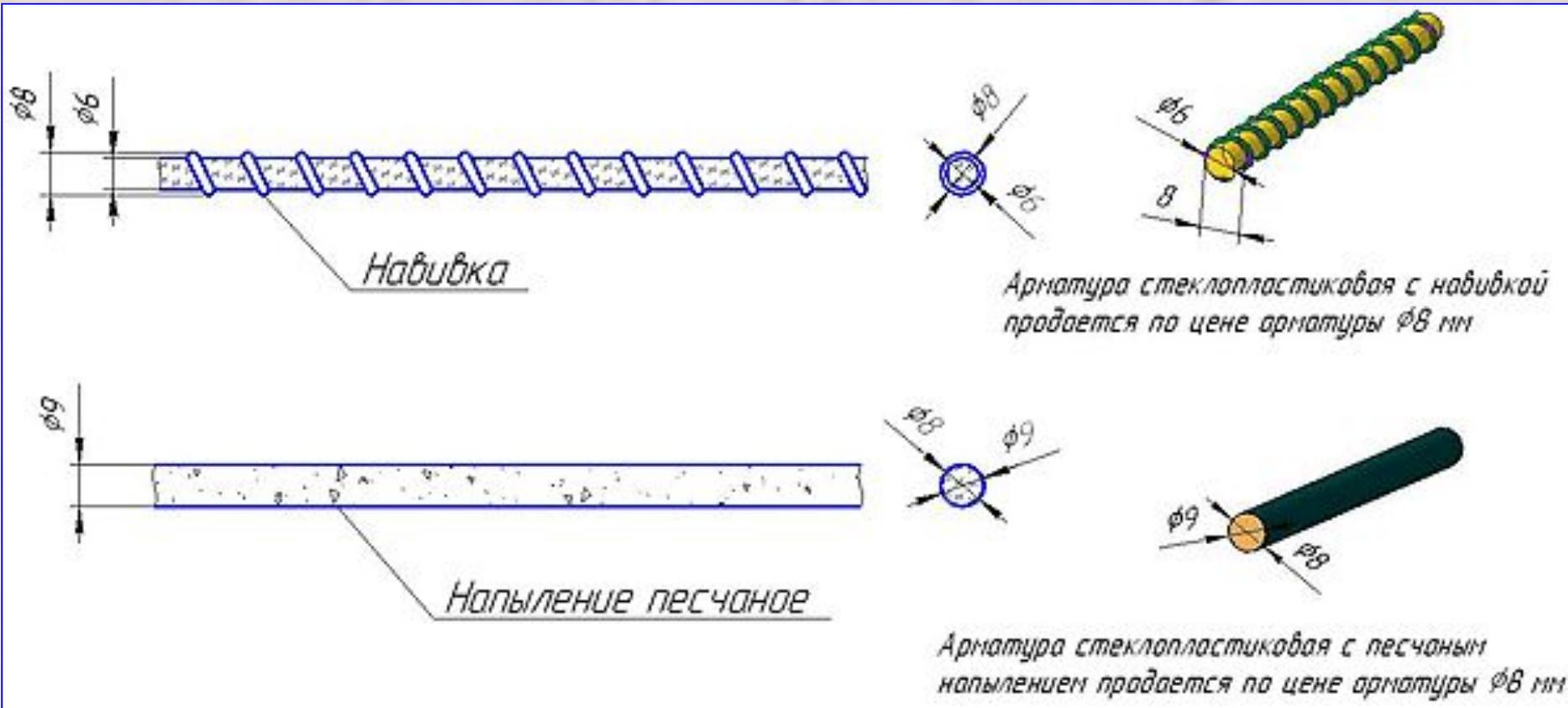
Арматура в бухтах отображает качество продукта, демонстрируя ее прочностные характеристики и 100% память.



**арматуру можно увезти в багажнике!**

На этой фотографии, в багажнике автомобиля лежит 500 метров арматуры АКП-СП-6мм (соответствует 10мм стальной арматуре класса АIII). На фото 5 бухт по 100 м.п. Общий вес 18 кг!





**Арматуру с ниткой навивки или с посыпкой, некоторые производители называют по внешнему диаметру, вводя покупателя в заблуждение и выдавая по факту арматуру со стержнем  $\phi 6$  мм за арматуру  $\phi 8$  мм.**

# Стоимость арматуры различных типов

Рынки	Стоимость, тонна/USD	Стоимость единицы объемного веса	Коэффициент перерасчета разрывной прочности	Соотношение стоимости с учетом коэффициента разрывной прочности и веса
Арматура из углеродистой стали (тип А400)	600,00	600,00	1,00	600,00
Арматура из черного металла с эпоксидным покрытием	798,00	798,00	1,00	798,00
Арматура из черного металла оцинкованная	1 248,00	1 248,00	1,00	1 248,00
Арматура из нержавеющей стали	4 002,00	4 002,00	0,90	4 446,67
Композитная арматура	6 000,00	1 550,00*	3,00	516,67

# ГОСТ 31938-2012 АРМАТУРА КОМПОЗИТНАЯ ПОЛИМЕРНАЯ ДЛ Я АРМИРОВАНИЯ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ (введен впервые 01.01.2014г.)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ  
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION  
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТАНДАРТ

ГОСТ  
31938—  
2012

АРМАТУРА КОМПОЗИТНАЯ ПОЛИМЕРНАЯ  
ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ БЕТОННЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ

Общие технические условия

(ISO 10406-1:2008, NEQ)

Издание официальное



## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие технические условия и распространяется на композитную полимерную арматуру периодического профиля (АКП), предназначенную для армирования обычных и предварительно напряженных строительных конструкций и элементов, эксплуатирующихся в средах с различной степенью агрессивного воздействия, отвечающих требованиям огнестойкости по ГОСТ 30247\* и пожарной безопасности по ГОСТ 30403\*\*.

## 3 Термины и определения

**3.1 композит:** 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.

**3.2 матрица полимерного композита;** матрица: Структура, состоящая из отвержденной термореактивной смолы, которая обеспечивает цельность полимерного композита, отвечает за передачу и распределение напряжений в армирующем наполнителе и определяет термостойкость, влагостойкость, огнестойкость и химическую стойкость полимерного композита.

**3.3 термореактивная смола:** Смола, которая при отверждении под действием температуры и/или в результате химической реакции необратимо превращается в твердый, неплавкий и нерастворимый материал с трехмерной сетчатой структурой.

# ГОСТ 31938-2012 **АРМАТУРА КОМПОЗИТНАЯ ПОЛИМЕРНАЯ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ** (введен впервые 01.01.2014г.)

**3.5 армирующий наполнитель:** Материал или изделие, соединенный или соединенное с терморезактивной смолой до начала процесса отверждения для улучшения физико-механических характеристик полимерного композита....

**3.7 стеклянное волокно; стекловолокно:** Волокно для армирования полимерных композитов, образованное из расплава неорганического стекла.

**3.8 базальтовое волокно; базальтоволокно:** Волокно для армирования полимерных композитов, образуемое из расплава базальта или габродиабаза.

**3.9 углеродное волокно; углеволокно:** Волокно для армирования полимерных композитов, образуемое путем пиролиза органических волокон прекурсоров и содержащее не менее 90% массы углерода. (Прим. К прекурсорам относятся, например, полиакрилонитрильные или гидратцеллюлозные волокна.)

## 4 Классификация, основные параметры и размеры

4.1 По типу непрерывного армирующего наполнителя АКП подразделяют на виды:

АСК - стеклокомпозитную;  
АБК - базальтокомпозитную;  
АУК - углекомпозитную;  
ААК - арамидокомпозитную;  
АКК - комбинированную композитную.

4.2 АКП выпускают номинальными диаметрами, мм  
4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32  
Примечание - Допускается изготавливать АКП других номинальных диаметров при условии соответствия требованиям настоящего стандарта.

4.4 АКП может иметь различный периодический профиль, обеспечивающий требуемую прочность сцепления стержня с бетоном, в т.ч. после воздействия агрессивных сред.



**АСП и АБП**



**Композитная арматура «РОСКВАР»**

**Арматура Армастек - АКС**

**Armatura Aspet АСПЭТ –  
Стеклопластиковая  
арматура**

**АСК - стеклокомпозитная;  
АБК - базальтокомпозитная;  
АУК - углекомпозитная;  
ААК - арамидокомпозитная;  
АКК - комбинированная композитная.**



**До 2014 года каждый производитель композитной арматуры работал в соответствии с ТУ, разработанными на предприятии, по индивидуальной технологии. Результат... Разный профиль изделий, «пестрая» маркировка. Теперь все перешли на единую систему обозначений.**



**АНС «ЛИАНА» – арматура неметаллическая стеклопластиковая;  
АНБ «ЛИАНА» – арматура неметаллическая базальтопластиковая;  
АНБ ВМ «ЛИАНА» – арматура неметаллическая базальтопластиковая высокомодульная (гибридная).**

# ГОСТ 31938-2012 **АРМАТУРА КОМПОЗИТНАЯ ПОЛИМЕРНАЯ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ** (введен впервые 01.01.2014г.)

4.6 АКП изготавливают в виде стержней мерной длины от 0,5 до 12,0 м с шагом длины 0,5 м, допускается изготовление стержней большей длины.

4.7 Предельные отклонения по длине мерных стержней должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 2:

Длина стержней, м	Предельные отклонения по длине, мм
До 6 включ.	+25
Св. 6 до 12	+35
Св. 12	+50

4.8 АКП номинальным диаметром от 4 до 8 мм допускается поставлять в мотках или барабанах.

4.10 Условное обозначение АКП должно включать в себя: условное обозначение вида изделия по типу армирующего волокна по 4.1, номинальный диаметр, значение предела прочности при растяжении, значение модуля упругости при растяжении и обозначение настоящего стандарта.

### **Примеры условного обозначения**

- арматуры стеклокомпозитной, диаметром 12 мм, пределом прочности при растяжении 1000 МПа, модулем упругости при растяжении 50 ГПа:

**АСК-12-1000/50 - ГОСТ 0000-2012**

- арматуры композитной комбинированной, содержащей одновременно непрерывные армирующие наполнители из стекловолокна и базальтоволокна (армирующий наполнитель из стекловолокна является основным, из базальтоволокна дополнительным), диаметром 10 мм, пределом прочности при растяжении 1300 МПа, модулем упругости при растяжении 90 ГПа:

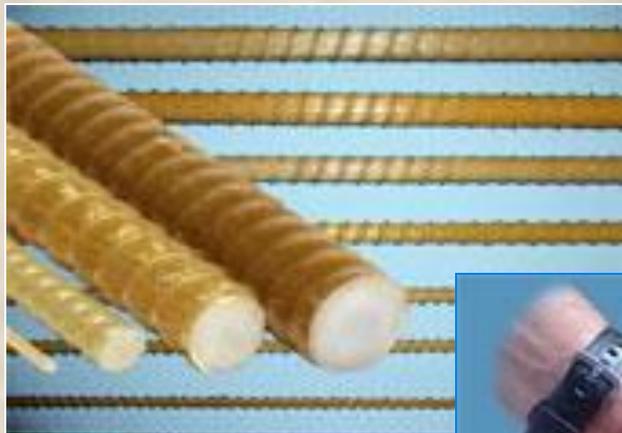
**АКК (СБ)-10-1300/90 - ГОСТ 0000-2012**

# СТЕКЛОПЛАСТИКОВАЯ АРМАТУРА

- **Стеклопластиковая арматура** не уступает по своей прочности стальной проволоке, имеет в несколько раз меньшую массу и большую, по сравнению со стальной арматурой, устойчивость к коррозионным воздействиям. Меньший, по сравнению со сталью, модуль упругости, чувствительность к динамическим и температурным нагрузкам и сравнительная сложность изготовления пока ограничивают более широкое применение стеклопластиковой арматуры.
- Применение стеклопластиковой арматуры в крупнопанельном строительстве даёт следующие **преимущества**:
  - технологичность процесса формовки;
  - использование существующей оснастки.

## Сравнительные характеристики металлической и стеклопластиковой арматуры

Характеристики	Металлическая арматура	Композитная арматура (АСП – стеклопластиковая, АБП – базальтопластиковая)
Материал	Сталь	АСП – стеклянные волокна; АБП – базальтовые волокна
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	Кривая линия с площадкой текучести под нагрузкой	Прямая линия с упруголинейной зависимостью под нагрузкой
Коэффициент линейного расширения $\alpha \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$	13-15	9-12
Плотность, т/м <sup>3</sup>	7	1,9-АСП и АБП
Коррозионная стойкость	Подвержен коррозии	Нержавеющий материал, стойкий, в том числе к щелочной среде бетона
Теплопроводность	Теплопроводна	Нетеплопроводна
Электропроводность	Электропроводна	Диэлектрик
Выпускаемые диаметры	6-80	4-20
Длина	Стержни длиной до 12 м	Любая длина
Экологичность	Экологична	Не выделяет вредных веществ
Долговечность	По строительным нормам	Прогнозируемая долговечность не менее 100 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
Экономика	Стоимости металла растет	Финансовая экономия составляет до 40%
Области применения	По строительным нормам	Эффективно для дорожного строительства для изделий, работающих на упругом основании (асфальтобетонное покрытие, плиты и др.).





**Композитная арматура «ЛИАНА»** состоит из армирующих элементов и матрицы. В качестве армирующих элементов используются непрерывные высокопрочные стеклянные или базальтовые волокна объединенные в стержень полимерной матрицей на модифицированном эпоксидном связующем, методом безфильерной протяжки «плейнтрузии» с двойной спиральной обмоткой противоположных направлений (ноу-хау). **Арматура** имеет непрерывную ромбическую рельефную поверхность, которая обеспечивает **высокое сцепление с бетоном**.

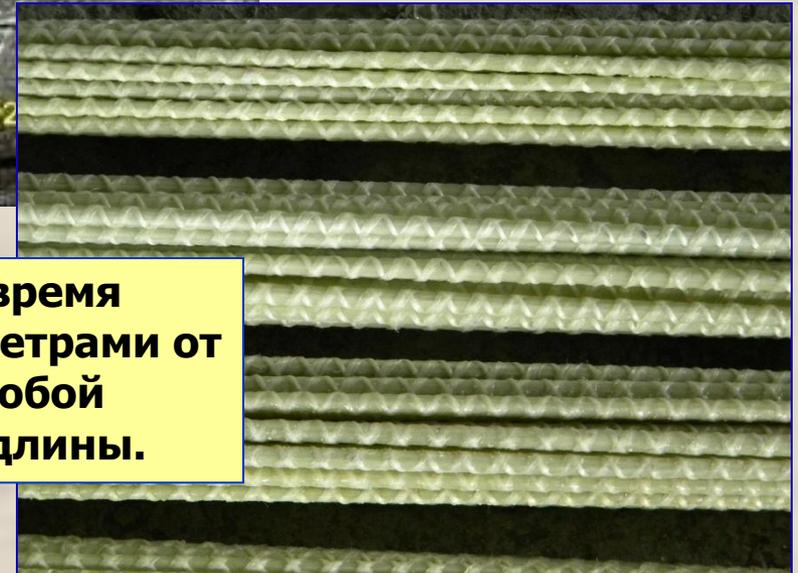
По виду используемых волокон выпускаются следующие **композитные арматуры** диаметрами от 4 до 14 мм:

АНС «ЛИАНА» – **арматура неметаллическая стеклопластиковая;**  
АНБ «ЛИАНА» – **арматура неметаллическая базальтопластиковая;**  
АНБ ВМ «ЛИАНА» – **арматура неметаллическая базальтопластиковая высокомодульная (гибридная).**

## Композитная арматура «ЛИАНА»



**В настоящее время  
выпускается диаметрами от  
4 до 24 мм любой  
строительной длины.**





# Арматура ЛИАНА

## Арматура ЛИАНА



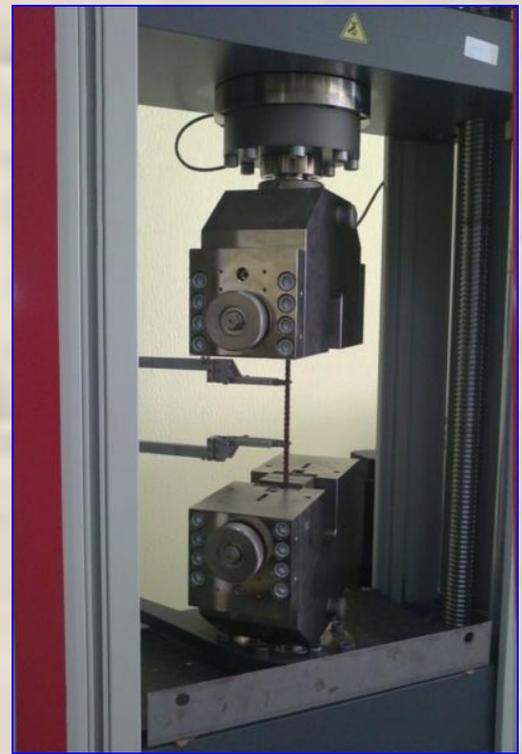
**Удельный вес в 4 раз меньше стали;  
Малая теплопроводность;  
Долговечность более 80 лет;**

**Прочность на разрыв в диапазоне  $\sigma_b = 1250 - 1850 \text{ Н/мм}^2$   
Модуль упругости в диапазоне  $E = 70\,000 - 200\,000 \text{ Н/мм}^2$ ;  
Высокая коррозионная стойкость, в том числе к щелочной среде бетона;**

# Арматура ЛИАНА



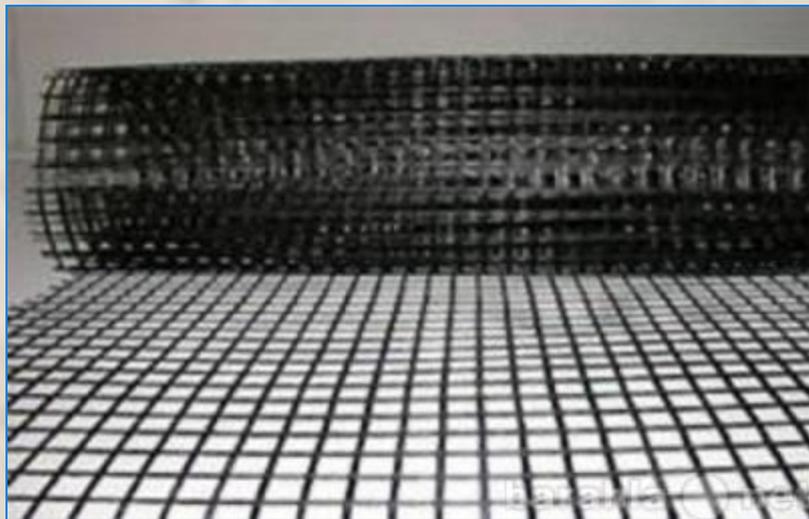
# Armatura Aspet АСПЭТ – Стеклопластиковая арматура



## Композитная арматура "ROCKBAR®"

применяется для армирования бетонных конструкций и представляет собой композитные стержни диаметром от 2,5 до 32 мм, длиной до 12 метров (скрученные в бухты или барабаны в зависимости от диаметра и длины) с различным финишным покрытием.

При нормальных условиях эксплуатации долговечность композитной арматуры "ROCKBAR®" составляет около 100 лет;



## Сетка базальтовая СБПД 25x25



# Сравнительные характеристики арматуры «ROCKBAR®»

Технические характеристики	Композитная арматура «ROCKBAR»	Арматура из углеродистой стали AV	Стеклопластиковая арматура	Арматура из нержавеющей стали
Прочность на растяжение, МПа	1300	550	1000	550
Теплопроводность	менее 0,46	56	менее 1,0	17
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,60 - 2,10	7,85	2,10	7,85
Модуль упругости, ГПа	50-350	200	45	200
<b>Показатели безопасности:</b>				
Электрическая проводимость	не проводит электричество	проводит электричество	не проводит электричество	проводит электричество
Магнитная характеристика	не намагничивается	намагничивается	не намагничивается	не намагничивается
Огнестойкость, °C	до 300 (600*)	до 600	до 150(300*)	до 600
Показатели надежности	коррозионная и химическая устойчивость <b>очень высокая</b>	коррозионная и химическая устойчивость <b>низкая</b>	коррозионная и химическая устойчивость <b>высокая</b>	коррозионная и химическая устойчивость <b>высокая</b>

# Стеклопластиковая и базальтопластиковая арматура периодического профиля

## ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ:

- в качестве гибких связей;
- для армирования бетонных конструкций и смешанного армирования ЖБК-ий;
- в конструкциях, подвергающихся воздействию агрессивных сред, а так же в элементах дорожного строительства, которые подвергаются агрессивному воздействию противогололёдных реагентов;
- при ремонте ЖБК-ий, поврежденных воздействием агрессивных, в первую очередь хлоридных сред;
- в случаях, когда отсутствует возможность обеспечить нормативные требования к толщине защитного слоя (тонкостенные конструкции различного назначения, например: панели защитных сооружений от шума, ограды, конструкции архитектурного назначения и другие);
- в бетонах на шлакопортландцементе, пуццолановом цементе, смешанных вяжущих с высоким содержанием активных минеральных добавок и т.п.;
- в монолитных бетонах с хлоридсодержащими противоморозными добавками, (хлорид кальция ХК, нитрат-хлорид кальция НХК, нитрат-хлорид кальция с мочевиной НХКМ и другие);
- в пористых и крупнопористых бетонах (дренажные трубы), легких и ячеистых бетонах, в том числе при монолитном строительстве;
- при армировании кирпичной кладки, в т. ч. в зимнее время, когда в кладочный раствор вводятся ускорители твердения и противоморозные добавки - хлористые соли, вызывающие коррозию стальной арматуры.

## **Области строительства, в которых применение композитной арматуры является предпочтительней по сравнению со стальной**

- **армированные бетонные емкости и хранилища очистных сооружений и химических производств, элементы инфраструктуры химических производств;**
- **канализация, мелиорация и водоотведение;**
- **укрепление дорожного полотна и береговой линии, а также морские и припортовые сооружения;**
- **осветительные опоры, опоры ЛЭП, а также изолирующие траверсы ЛЭП;**
- **фундаменты ниже нулевой отметки залегания, настилы и ограждения мостов;**
- **дорожные и тротуарные плиты, заборные плиты, а также различные столбы и опоры;**
- **железнодорожные шпалы;**
- **фасонные изделия для коллекторов, трубопроводных и трассопроводных (теплоцентрали, кабельные каналы) коммунальных систем;**
- **реставрационные работы.**

**дорожное полотно и ограждения**



**морские и припортовые сооружения**





**настилы и ограждения мостов**



**дорожное строительство**

**фрагмент асфальтирования дороги с использованием композитной сетки (г. Пермь, ул.Карпинского, 2004 г.)  
состояние дорожного покрытия после пяти лет эксплуатации (г. Пермь, ул. Карпинского, 2009 г.)**





**Берегоукрепление**



**Перекрытия**



**Полы**



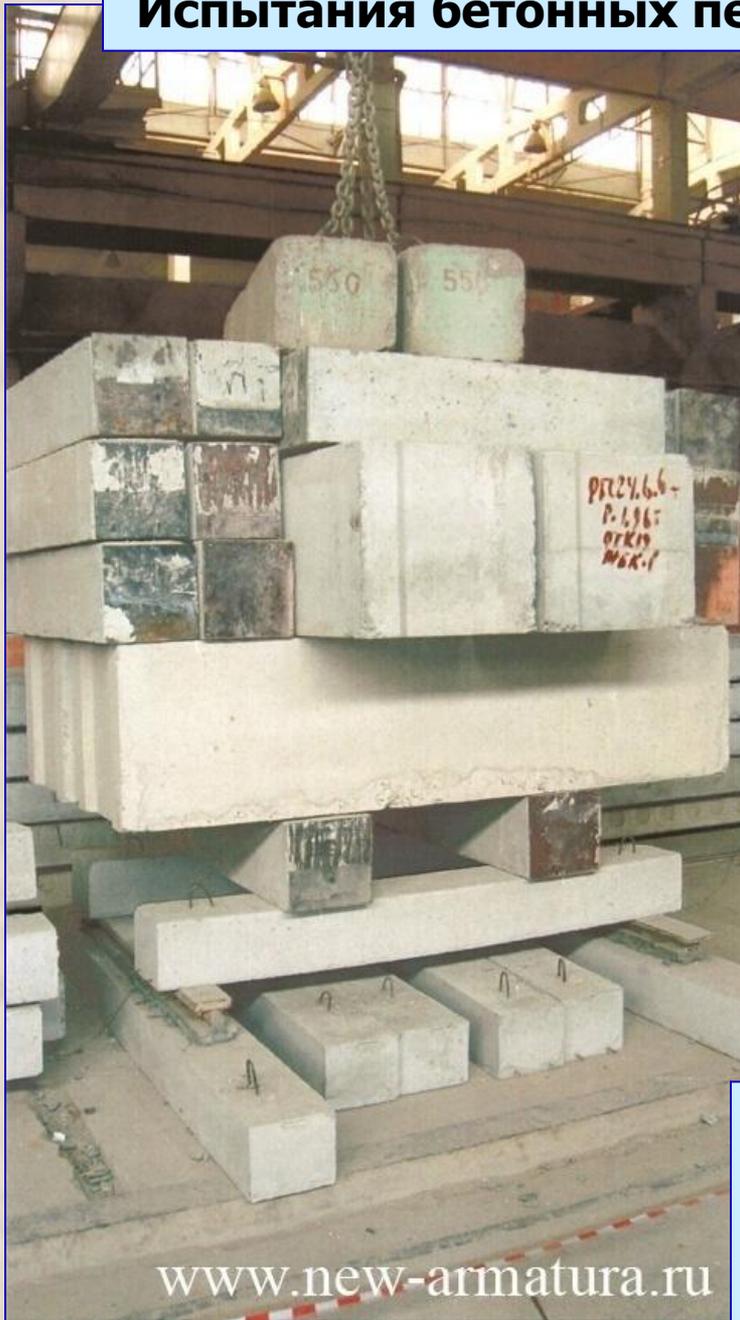
**Монолитный участок между плитами перекрытия**

**Перемычки без натяжения  
из стеклопластиковой арматуры**



**Перемычки с натяжением**

## Испытания бетонных перемычек



[www.new-armatura.ru](http://www.new-armatura.ru)

состояние бетонных перемычек с преднапряженной базальтопластиковой арматурой при нагрузке 7500кг (г. Пермь, 2009 г.)

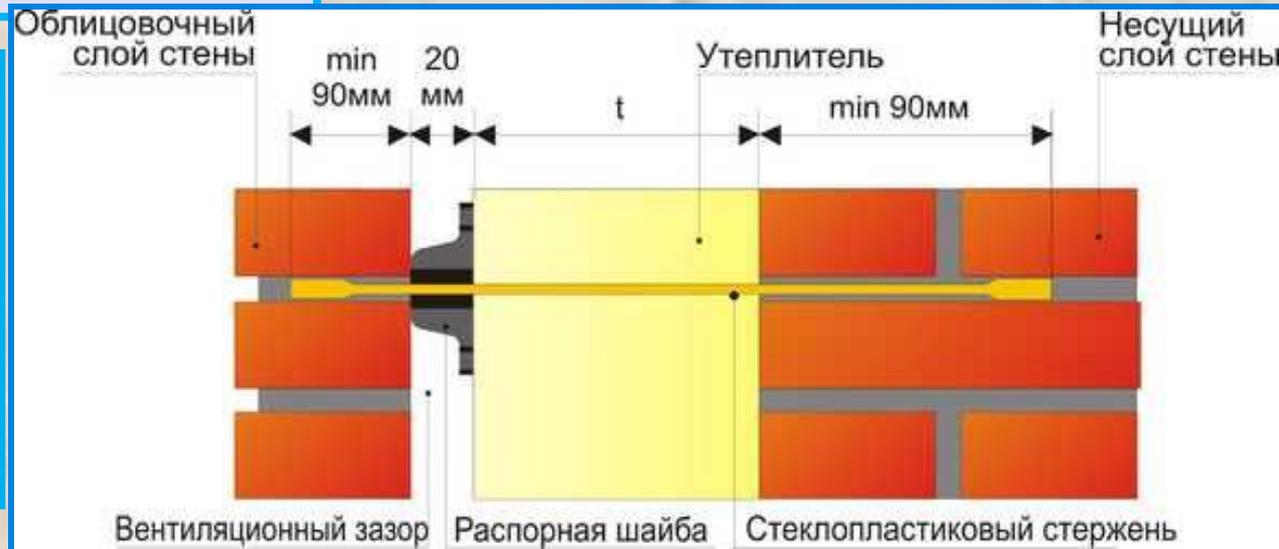
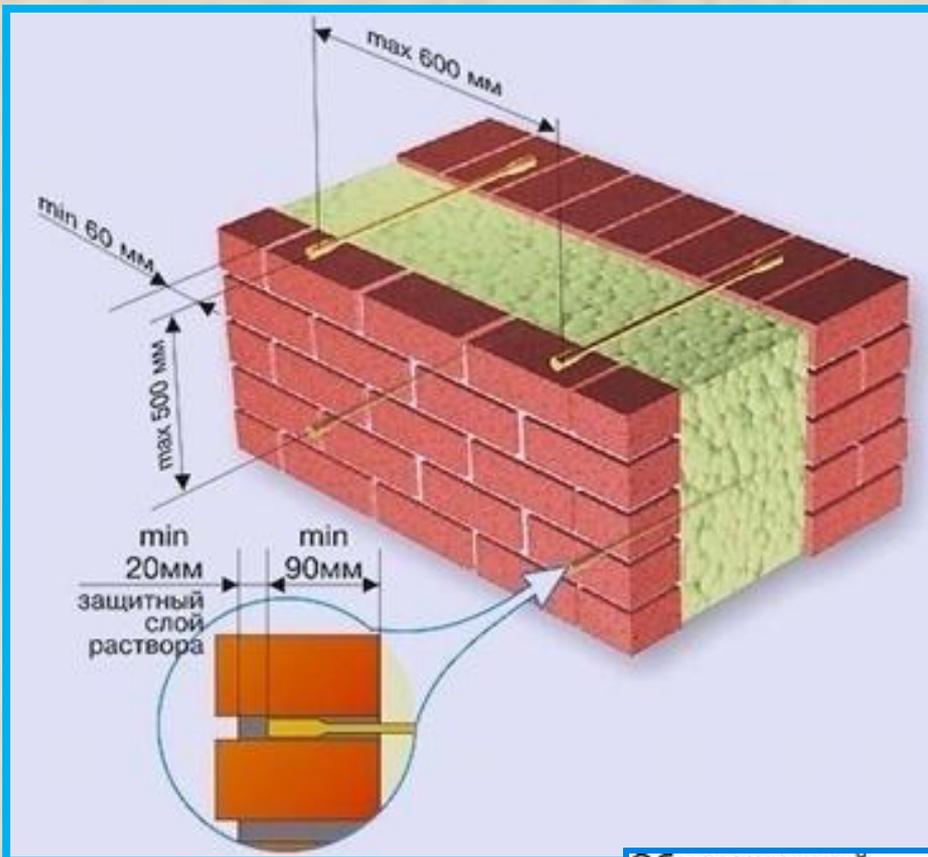
Состояние бетонных перемычек с преднапряженной базальтопластиковой арматурой после снятия нагрузки 7500 кг (г. Пермь, 2009 г.)



[www.new-armatura.ru](http://www.new-armatura.ru)

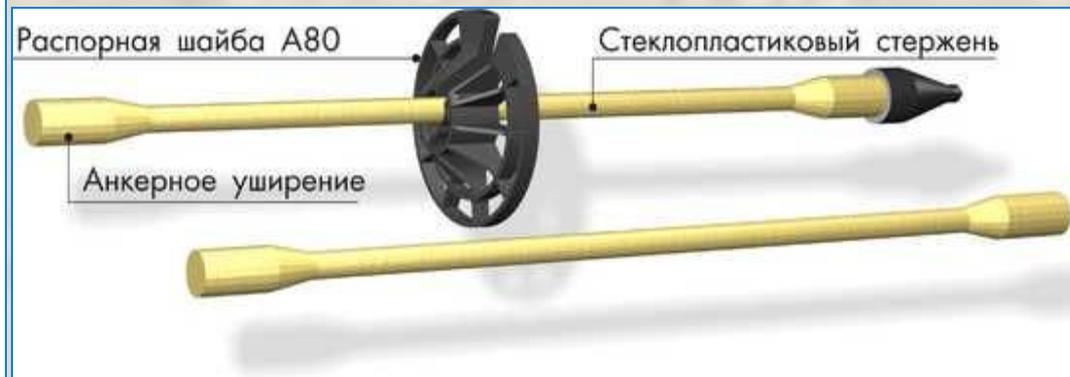
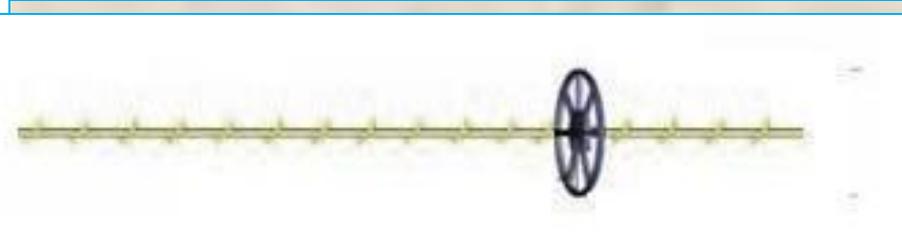
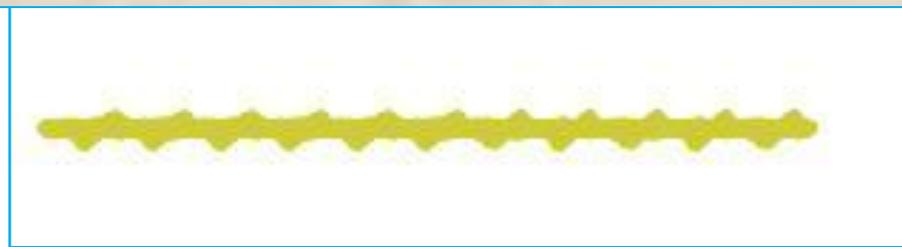
[www.new-armatura.ru](http://www.new-armatura.ru)

## Технологическая схема установки СПА в облегченной кирпичной кладке



# Стеклопластиковая и базальтопластиковая арматура периодического профиля

- Стеклопластиковая арматура:  
АСП-4мм, АСП-6мм, АСП-8мм, АСП-10мм, АСП-12мм, АСП-14мм, АСП-16мм



## Технологическая схема установки СПА в многослойных стеновых панелях типа «сэндвич»



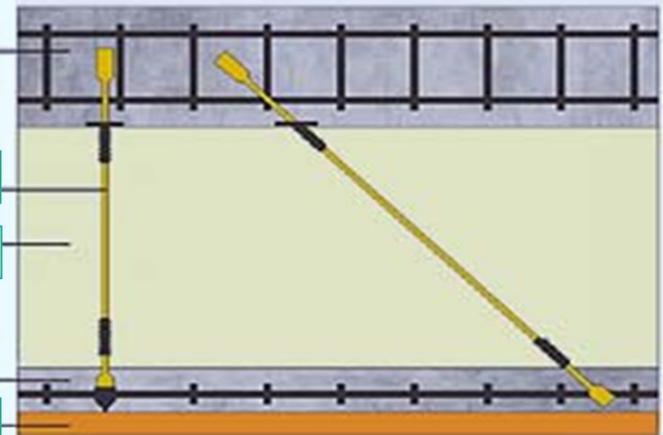
Несущий слой панели

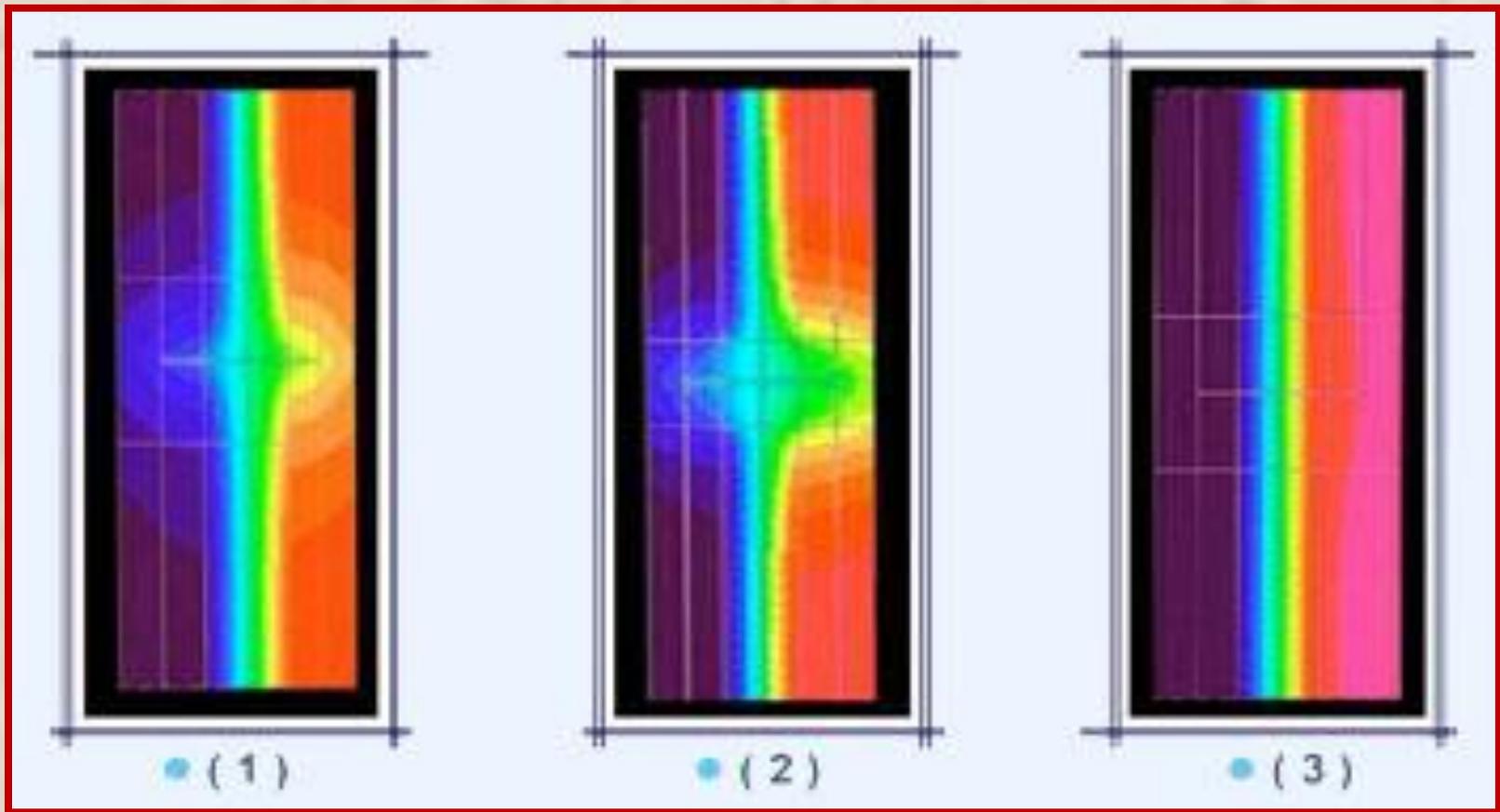
Арматура СПА (БПА)

Утеплитель

Облицовочный слой панели

Опалубка (форма)





## Схема тепловых потоков в панелях с разными типами соединений

- 1 - металлические связи;
- 2 - дискретные ж/б связи;
- 3 - стеклопластиковые связи СПА.

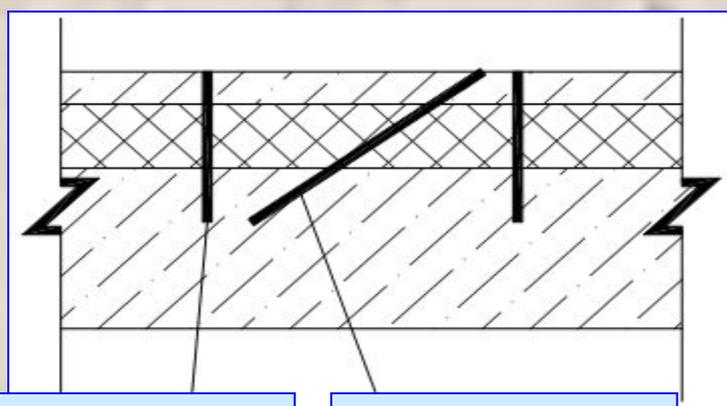
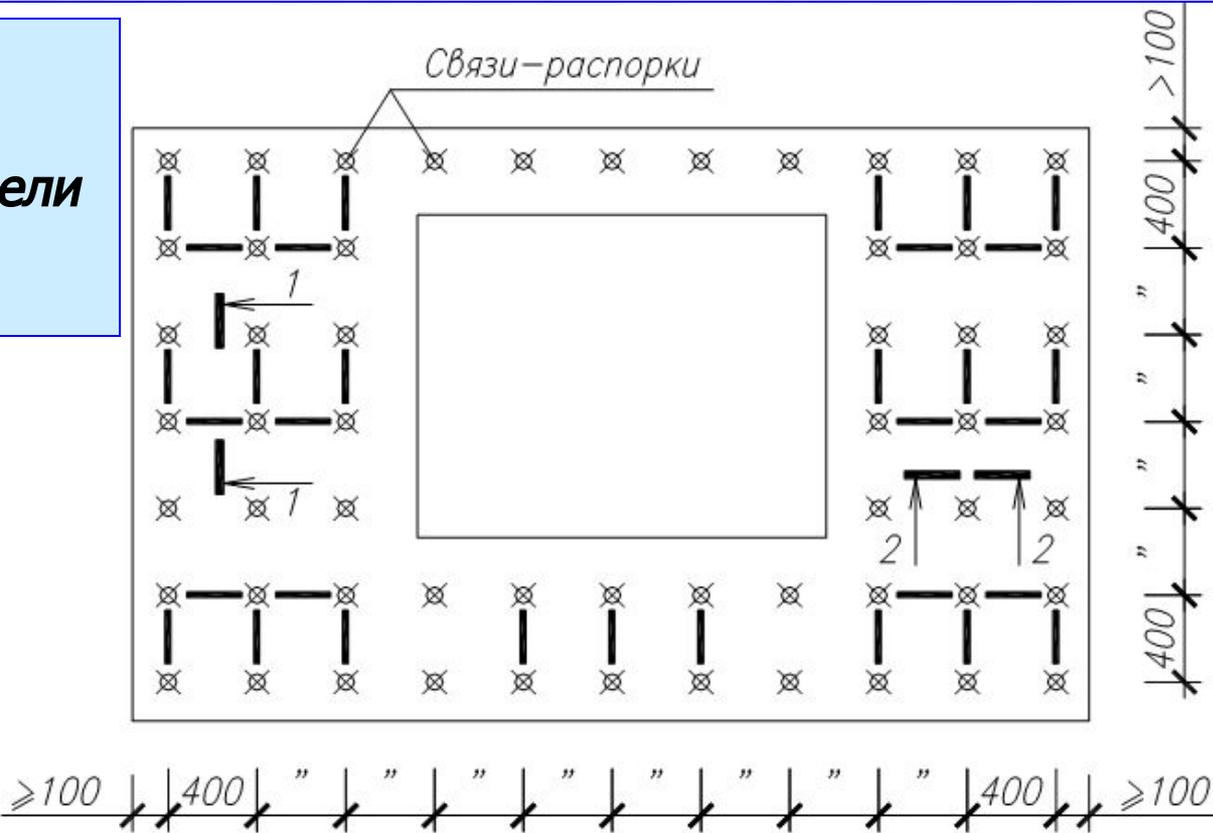
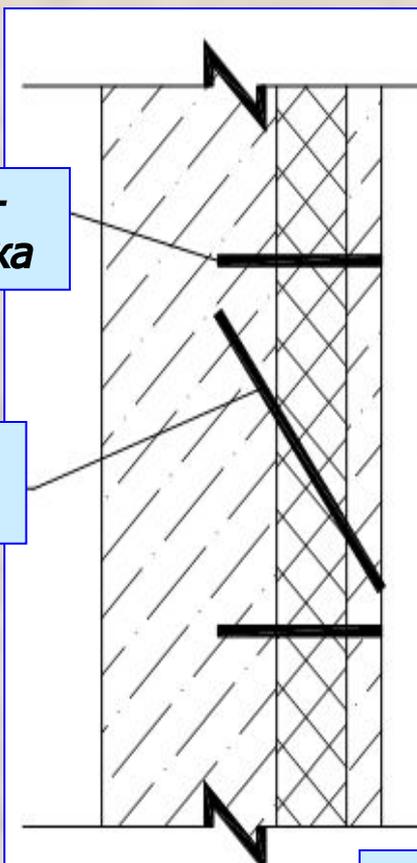
## **РЕКОМЕНДАЦИИ по применению базальтопластиковой арматуры БПА для изготовления трехслойных ЖБ сборных стеновых панелей.**

- **Рекомендации определяют только применение БПА, остальные элементы трехслойной конструкции проектируют и строят в соответствии с действующими нормативами.**
- **Базальтопластиковая арматура БПА-7.5 применяется для изготовления сборных железобетонных изделий.**
- **Основные показатели базальтопластиковой арматуры БПА-7.5:**
  - **разрушающее напряжение при растяжении:  $\sim 1200$  МПа,**
  - **модуль упругости при растяжении: 50000-55000 МПа,**
  - **коэффициент теплопроводности:  $0.36$  Вт/м<sup>2</sup>·°С**
  - **диаметр: 7.5 мм**
- **Для обеспечения анкеровки базальтопластиковая арматура БПА-7.5 изготавливается с анкерными зацепами на концах, в виде утолщений из песка на эпоксидной смоле.**
- **Для железобетонных сборных стеновых панелей глубина заделки связей БПА во внутренний слой панели – 100 мм, в наружный слой – на всю толщину слоя.**
- **Соединение бетонных слоев осуществляется тремя типами связей – подвесками, распорками (рядовыми и сжатыми), подкосами (см. рис. на следующем слайде).**
- **Шаг связей - распорок БПА-7.5 по вертикали и по горизонтали – 400 мм.**
- **Количество и схемы расположения связей – подвесок и связей – подкосов определяются проектом.**
- **Связи располагают на расстоянии не меньше 100 мм и не более 250 мм от края панели.**

**Примерная схема  
расположения  
связей в сборной ЖБ панели  
типа "сендвич"**

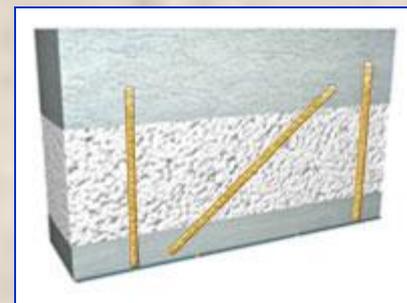
**Связь-распорка**

**Связь-подкос**



**Связь-распорка**

**Связь-подкос**



- **Использование стеклопластиковой арматуры позволило полностью исключить бетонные перемычки, а теплоизоляционные плиты STYROFOAM™, с повышенным запасом прочности и влагоустойчивости, укладываются вдоль всей панели без разрывов и стыков, что позволяет бетонным слоям панели изменять форму и размеры, под воздействием колебания внешних температур, свободно и независимо друг от друга. Такая конструкция панели позволяет значительно снизить расход энергии и свести к минимуму вероятность возникновения трещин на поверхностях панели. При использовании панелей системы СТАЙРОДОМ™ значительно снижается нагрузка на фундамент здания, за счёт использования ограждающих конструкций меньшего веса.**



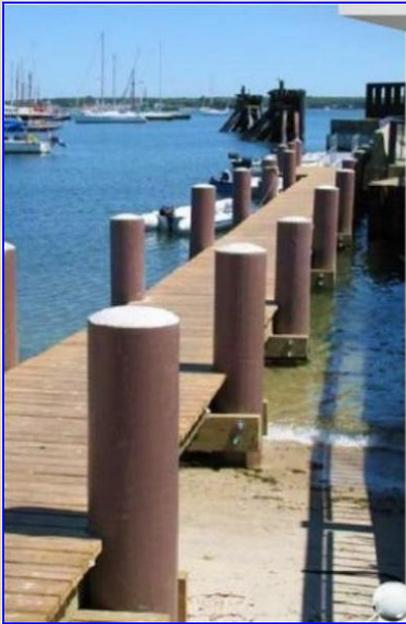
Характеристики	Композитная стеклопластиковая арматура	Наноарматура <b>огнестойкая</b>
Материал	Стеклянные волокна диаметром 24 микрон связанные полимером;	Специальные стеклянные волокна диаметром 24 микрон связанные специальным полимером с нанодобавками;
Временное сопротивление при растяжении, МПа	1200	До 2000
Модуль упругости, МПа	55000	До 100 000
Удлинение, %	8-10	8-10
Коррозионная стойкость к агрессивным средам	Не стойкая к воздействию горячих кислот и щелочей	Стойкая к воздействию горячих кислот, щелочей, постоянному воздействию теплой морской воды
Теплостойкость	До 120	> 200
Теплопроводность	Не теплопроводна	Не теплопроводна
Электропроводность	Диэлектрик	Диэлектрик
Стоимость	100%	110%
Длина	Любая длина по требованию заказчика	Любая длина по требованию заказчика
Экологичность	не выделяет вредных и токсичных веществ	не выделяет вредных и токсичных веществ
Долговечность	Прогнозируемая долговечность не менее 100 лет	Прогнозируемая долговечность не менее 100 лет
Области применения	Особенно эффективно при возведении фундамента и монолитных работах, а также в дорожном строительстве для изделий, работающих на упругом основании существующих, так и вновь возводимых.	Особенно эффективно при возведении фундамента и монолитных работах, в том числе в высотном жилом строительстве.

## ООО «Знаменский Композитный Завод» (Калининградская область)

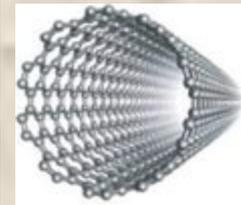
<http://nanoarmatura.com>



**Знаменский Композитный Завод  
начал выпуск **огнестойкой  
стеклопластиковой арматуры**  
с повышенными техническими  
характеристиками под брендом  
"Наноарматура™".**

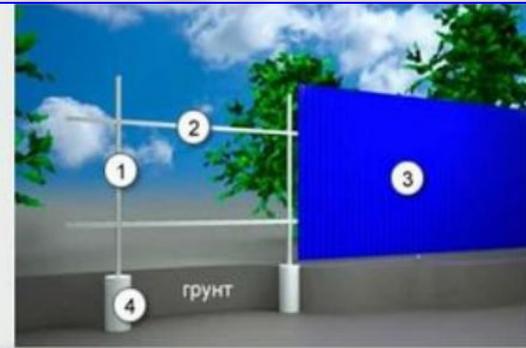


# СВАЯ

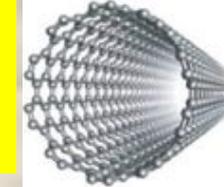


**ЗНАМЕНСКИЙ**  
КОМПОЗИТНЫЙ  
ЗАВОД

**Композитные (стеклопластиковые) трубы для ограждений и строительства припортовых сооружений имеют малый вес, устойчивы к коррозии, стоимость сравнимую со стоимостью черного и оцинкованного металла, также данные трубы нельзя сдать на металл и не надо каждый год красить, идеально подходят для ограждений, легких конструкций и дорожных знаков.**



# Композитные (стеклопластиковые) трубы для ограждений и строительства припортовых сооружений. Сравнительные характеристики



**ЗНАМЕНСКИЙ**  
КОМПОЗИТНЫЙ  
ЗАВОД

Показатель	Стеклопластиковые трубы	Чугунные трубы	Стальные трубы с эпоксидным покрытием	Трубы ПВХ	Трубы из полиэтилена высокой плотности (ПНД)
<b>Коррозионная устойчивость</b>	Хорошая	Очень плохая устойчивость к коррозии. Требуется цементное покрытие внутреннего слоя. Битумное или иное покрытие внешней поверхности трубы. Необходима катодная защита.	Для того чтобы избежать внутренней коррозии, требуется дополнительное эпоксидное покрытие. Наружная поверхность также должна быть покрыта каким-либо защитным слоем. Необходима катодная защита.	Плохая в щелочной среде.	Хорошая
<b>Обслуживание</b>	Не требуется	Внешнее покрытие может шелушиться по прошествии времени из-за повреждений при перевозке и монтаже и окружающей среды. Требуется периодическое обслуживание.	Внешнее покрытие может шелушиться по прошествии времени из-за повреждений при перевозке и монтаже и окружающей среды. Требуется периодическое обслуживание.	Требуется периодическое обслуживание.	Требуется периодическое обслуживание.
<b>Срок эксплуатации</b>	Более 50 лет	Из-за коррозии труб срок эксплуатации составляет 20 - 30 лет	Из-за коррозии труб срок эксплуатации составляет 20 - 25 лет	Срок службы ПВХ труб составляет 15 - 20 лет в зависимости от условий эксплуатации	Срок службы ПЭ труб составляет 20 - 30 лет в зависимости от условий эксплуатации
<b>Подземное применение</b>	Оптимальный дизайн для конкретных условий исходя из внутреннего давления и требований к жесткости достигается за счет гибкого производственного процесса.	Срок службы снижается за счет возникновения коррозии на внешней поверхности трубы	Срок службы снижается за счет возникновения коррозии на внешней поверхности трубы	Не подходит для применения в грунте	Неэкономичный дизайн в виду очень большой толщины стенки трубы
<b>Внутренняя шероховатость</b>	Коэффициент Хагена-Вильямса (C) = 150. Меньший расход на передачу жидкости.	C=120. Расход на передачу жидкости выше.	C=120. Расход на передачу жидкости выше.	C=150	C=150
<b>Удельный вес</b>	1.8 – 1.9	7.05	7.85	1.4 – 1.45	0.95
<b>Вес</b>	Легкий вес	В 6 раза тяжелее стеклопластика	В 3-4 раза тяжелее стеклопластика	Тяжелее стеклопластика в виду более толстой стенки трубы	Тяжелее стеклопластика в виду более толстой стенки трубы
<b>Манипулирование</b>	Очень простое манипулирование в виду легкого веса трубы	Сложное, в виду большого веса трубы	Сложное, в виду большого веса трубы	Очень простое	Простое
<b>Толщина стенки</b>	Малая толщина стенки за счет оптимального дизайна.	При определенном давлении толщина стенки больше, чем у стеклопластиковых труб	При определенном давлении толщина стенки больше, чем у стеклопластиковых труб	При определенном давлении толщина стенки больше, чем у стеклопластиковых труб	Толщина стенки больше, чем у стеклопластиковых труб
<b>Предел прочности на разрыв</b>	300-375 Мпа	Минимально 420 Мпа	Минимально 420 Мпа	50 Мпа	35 – 60 Мпа
<b>Модуль упругости</b>	35 Gpa	150 – 170 GPa	210 – 240 GPa	3 GPa	5 Gpa
<b>Гидроудар</b>	Наилучший показатель среди труб из других материалов	Большой гидроудар. Требуется специальное устройство.	Большой гидроудар. Требуется специальное устройство.	Не достаточно хорошо справляется с гидроударом	Не достаточно хорошо справляется с гидроударом

## Профили композитные



## Сетки композитные



Композитные сетки зафиксированы при помощи пластиковых хомутиков, проволоки или скоб таким образом, чтобы получить ячейки заданной геометрии. Сетки применяются в основном для армирования плит, полов, стен и дорожных покрытий.

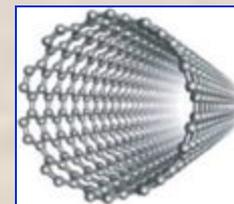
Кладочная сетка - в рулонах или в листах

## Шпунт композитный



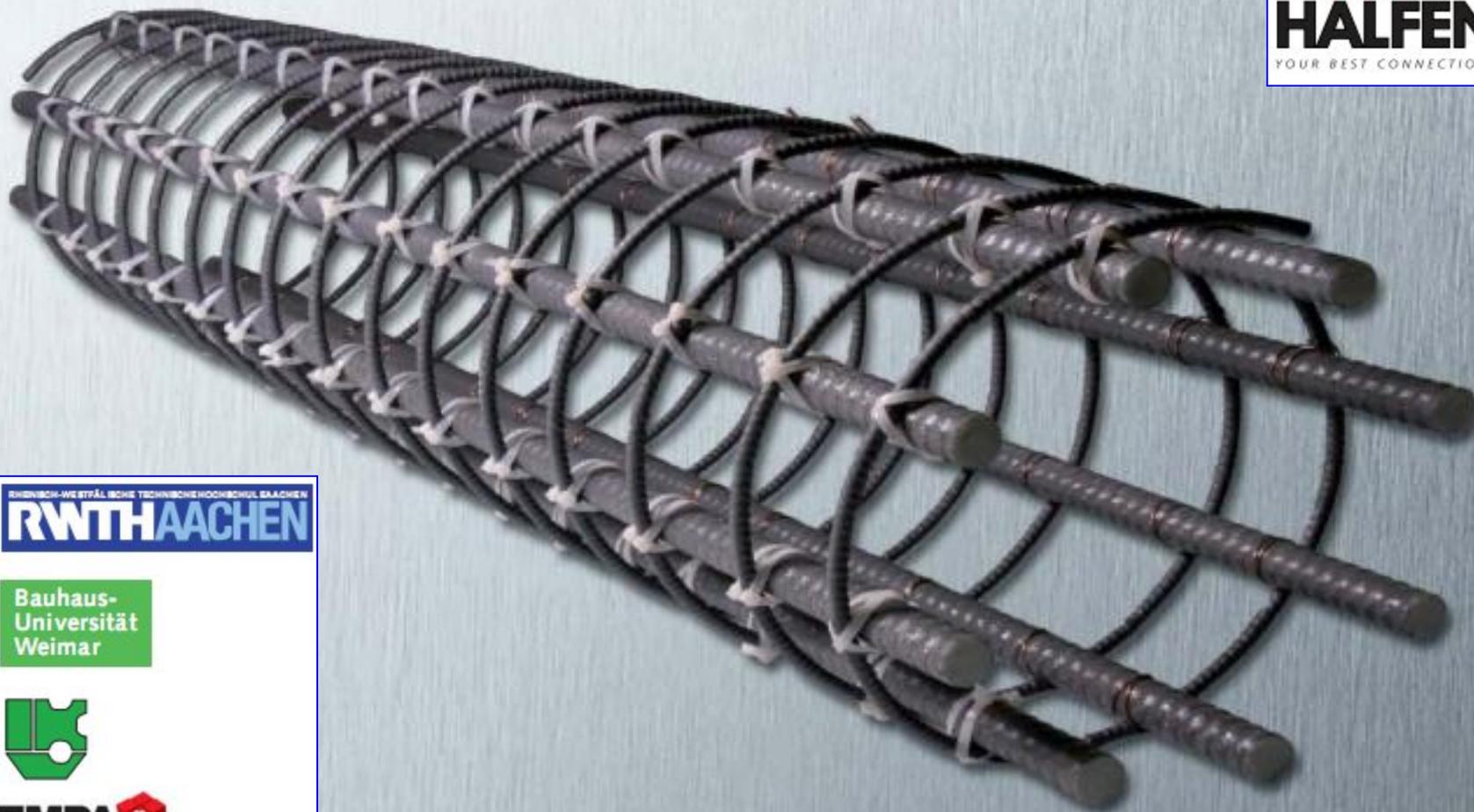
### Размеры сетки

Диаметр, мм	от 4 до 16
Длина, м	до 12
Ширина, м	до 2,5
Ячейка, см <sup>2</sup>	любая, по заявке



**ЗНАМЕНСКИЙ**  
КОМПОЗИТНЫЙ  
ЗАВОД

# СТЕКЛОФИБРОВАЯ АРМАТУРА HALFEN HFR

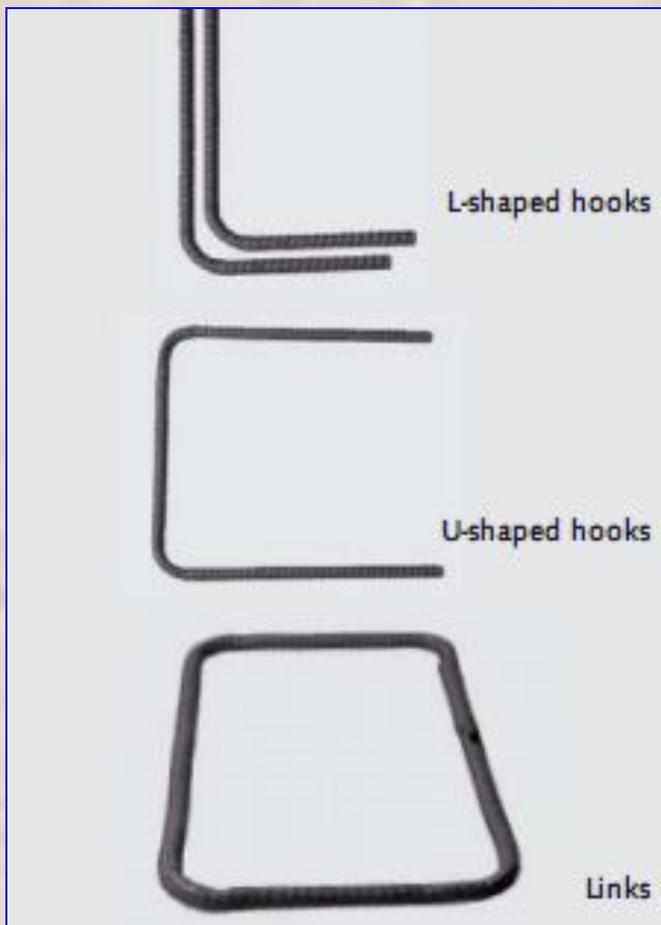


Bauhaus-  
Universität  
Weimar



**EMPA**

Materials Science & Technology





**НЕМЕТАЛЛИЧЕСКАЯ  
АРМАТУРА  
В ПРАКТИКЕ  
МИРОВОГО  
СТРОИТЕЛЬСТВА**

## Промышленные полы

Неметаллическое армирование  
Предупреждение  
трещинообразования  
Площадь армирования 1150 м<sup>2</sup>  
до 7,7 см<sup>2</sup>/м



**Niederrhein Gold**  
**Мёрс, Германия, 2007 - 2009**

## Промышленные сооружения

Металлургический завод

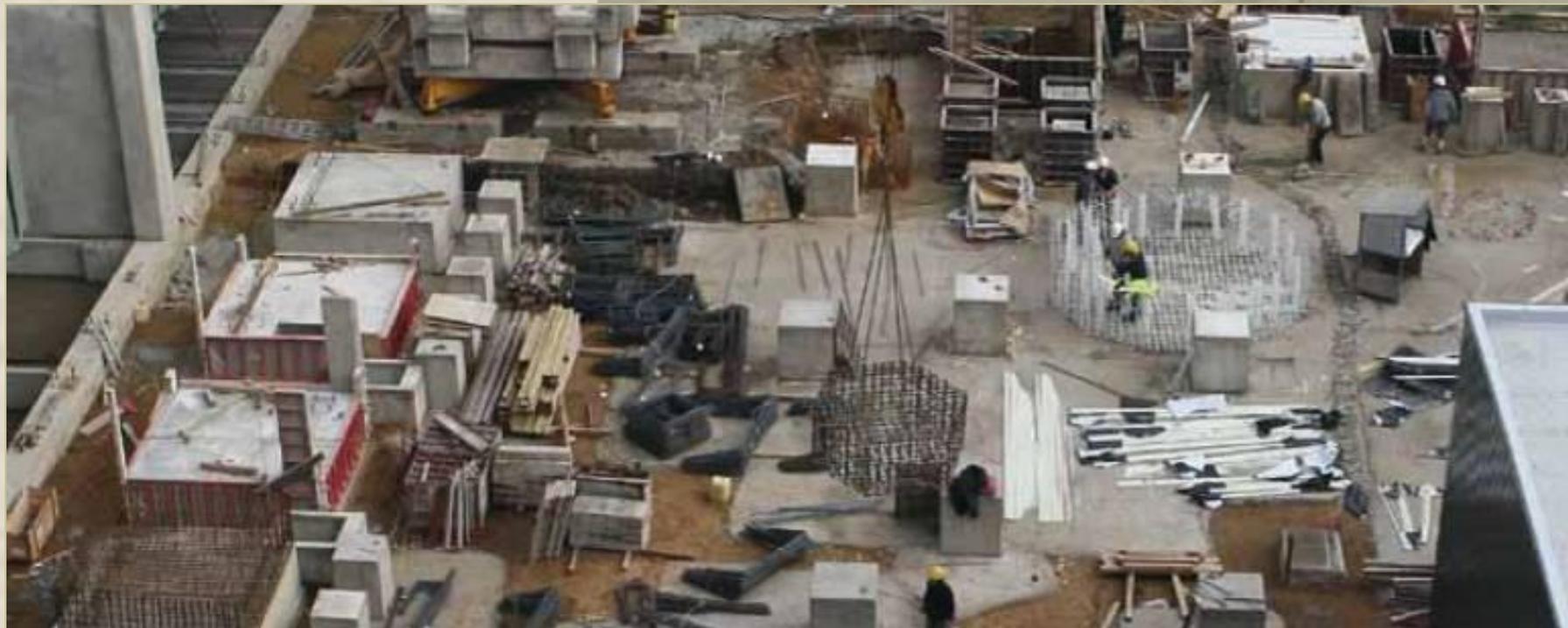
„Reine Träger“ 2009

Промышленные сооружения

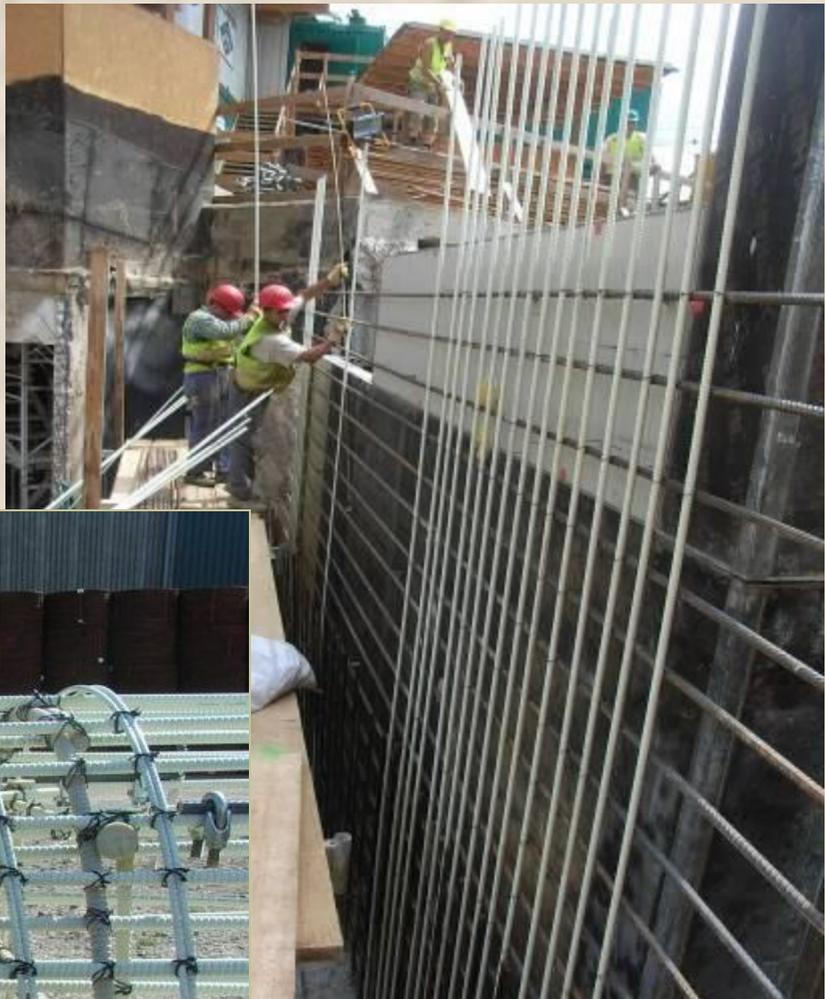
Фундамент для

сталеплавильной печи

Ø 3,5 м



# Вокзал Вена 2009



Стены нижних этажей и буронабивные сваи выполнены без применения стали во избежание возникновения индукционных токов от прилегающего тоннеля метро



**Крытая автостоянка  
Форум Штеглитц  
Берлин, 2006**

**Коррозионностойкое армирование  
Пол без отделки 6400 м<sup>2</sup>  
Предупреждение трещинообразования  
Сетка арматуры Ø 8 мм**

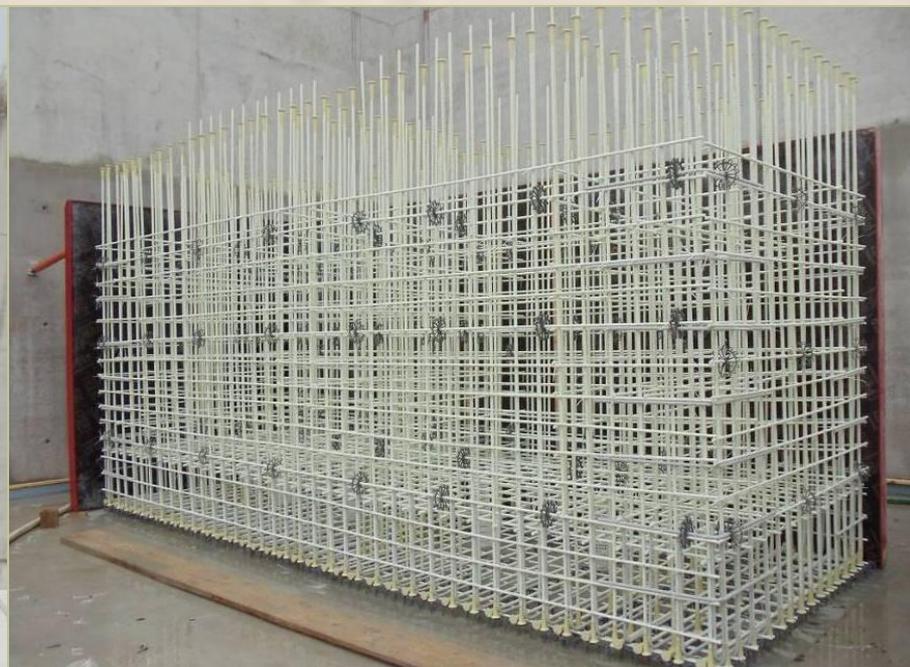
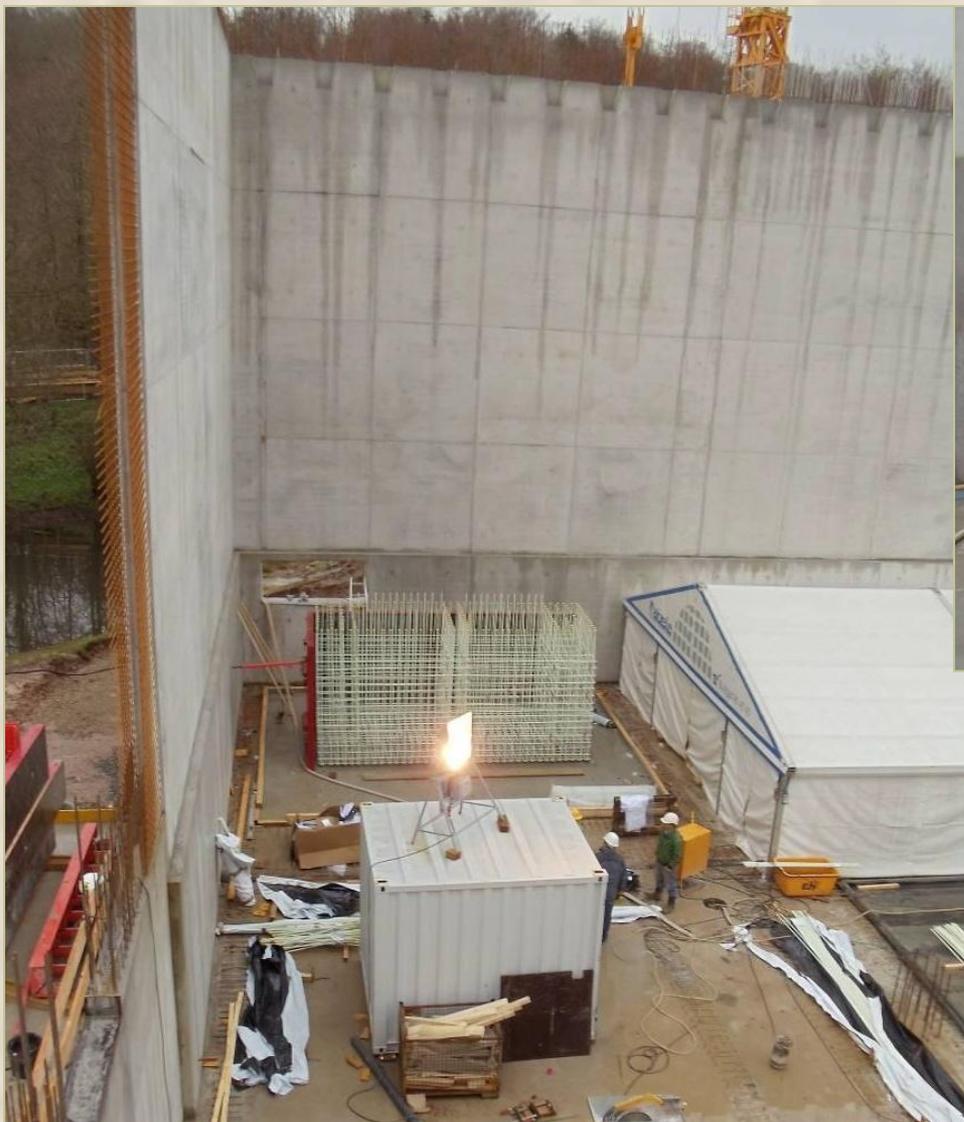
# Здания исследовательских центров

**Бесперебойная работа оборудования  
для проведения научно-исследовательских  
работ**



**Сетка арматуры Ø 16  
Центр квантовых нанотехнологий. Ватерлоо, Канада, 2008**

**Здания исследовательских центров.  
Бесперебойная работа оборудования  
для проведения научно-исследовательских работ**



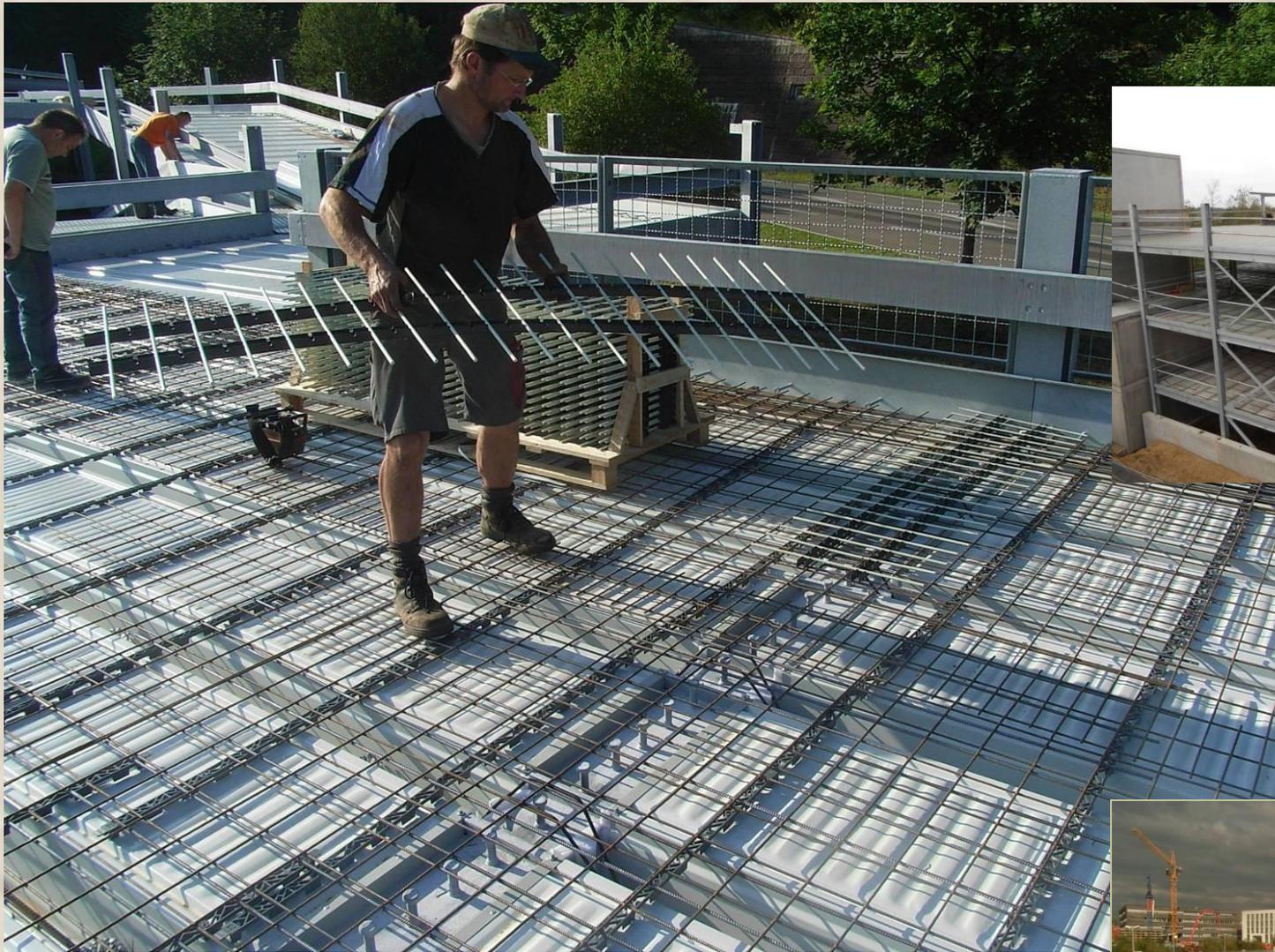
**Лаборатория высокой точности  
Институт Макса Планка  
изучения твердых тел,  
Штуттгарт  
2010 - 2011**



**Расширение крытой автостоянки Festo AG  
Эссlingen, Германия 2007**



# Парковки

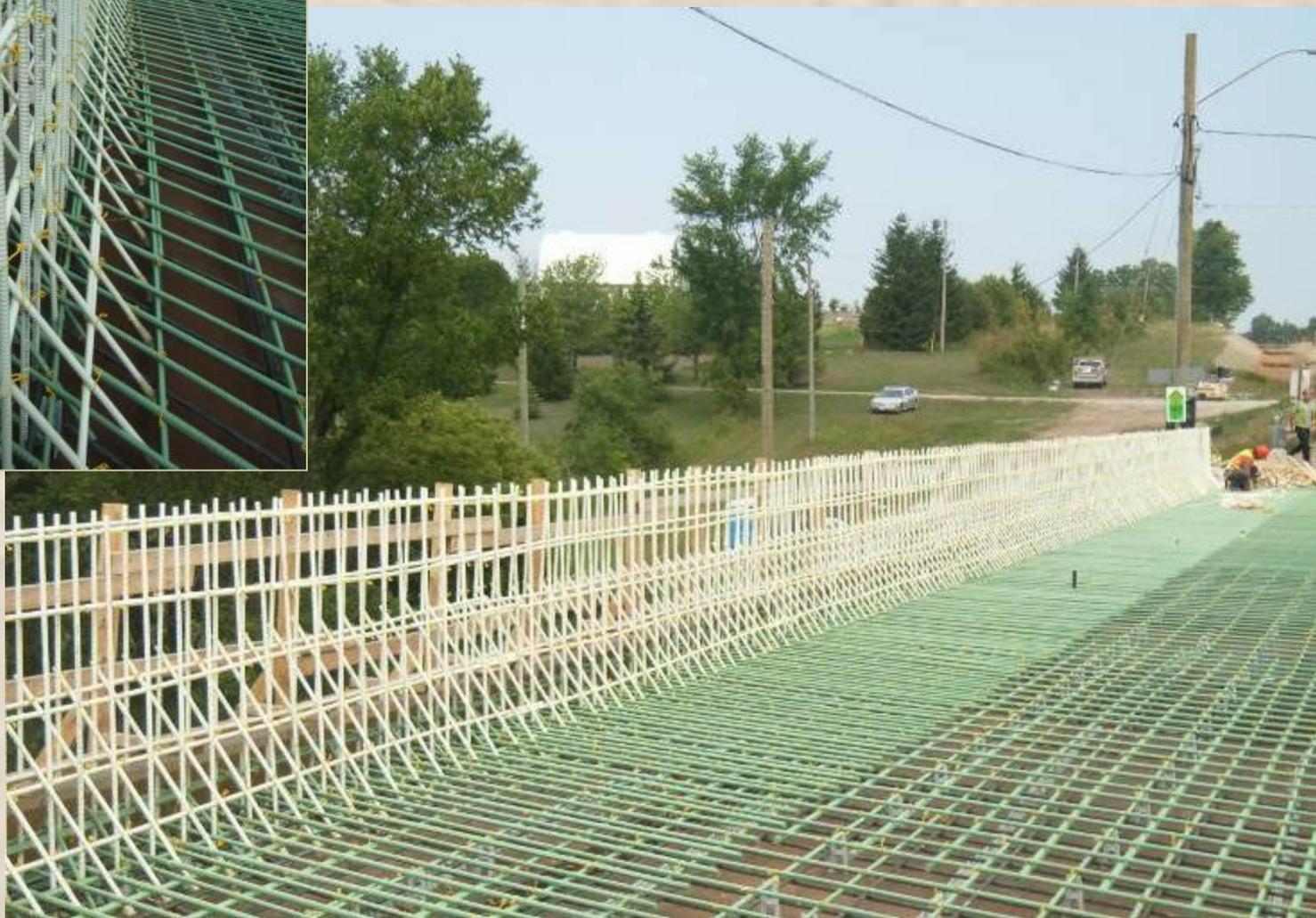


**Парковка VEGA Шильтах, 2008**  
**Парковка Lidl Фрайбург, Германия, 2008**  
**Парковка на ул. Рютгерштрассе Буххольц, Германия**



# Возведение мостов

Коррозионностойкая арматура  
Предупреждение трещинообразования  
Сетка арматуры Ø 16  
Мост Irvine Creek Онтарио, Канада, 2007



# Возведение МОСТОВ



**Армирование переходных плит  
Соединение с мостовым покрытием  
Мост 3rd Concession Bridge Онтарио,  
Канада, 2008**



**Реконструкция  
моста Ягстхаузен,  
Германия, 2008**



**Парапет  
Walker Road  
Канада  
2008**

**Мост МакХью Виндзор, Онтарио 2009**



**Расширение The Queen Elizabeth Way, Брэмpton, Онтарио, 2009**





## Укладка железнодорожного полотна и путей

Передача сигнала без помех

Магдебург, Германия 2005



Дельфт, Нидерланды. 2005



**Трамвайные пути  
Базель, Швейцария 2006**



**Укладка  
железнодорожного  
полотна и путей**

**Окружная ж/д  
Гаага, Нидерланды, 2006**

**Опорная плита железнодорожного полотна в депо  
Базель, Швейцария 2009**



# Морские сооружения

Замена коррозионностойкой стали. Совместное использование со стальной арматурой



Строительство набережной,  
Блэкпул, Великобритания  
2007 - 2008

# Морское строительство

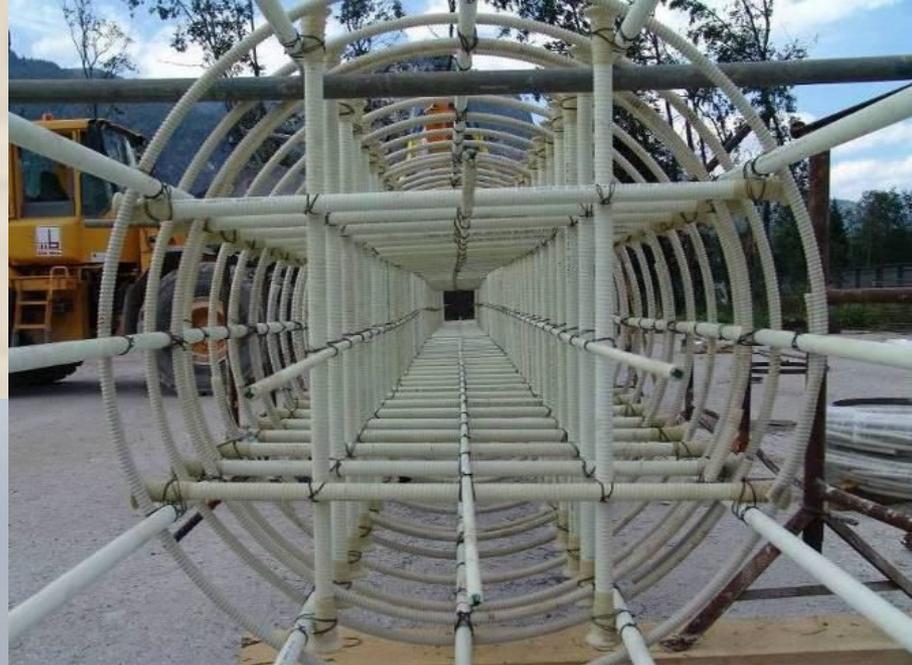


Королевская Вилла. Катар. 2009



**Подземное строительство  
Коллектор WSK-E Вена, Австрия. 2004**

# Подземное строительство



**Горный перевал Бреннер в восточных Альпах  
участок туннеля Север 2006**

# Подземное строительство



**Электростанция  
Вильгельмсхафен  
2010**

# Подземное строительство. Линия Север-Юг Кёльн, Германия 2007



**Шпунтовые стенки на 3  
станциях  
Ø ТБМ: 6 м**



**Подземное строительство**

**DESY Los 3 Гамбург,  
Германия 2009**



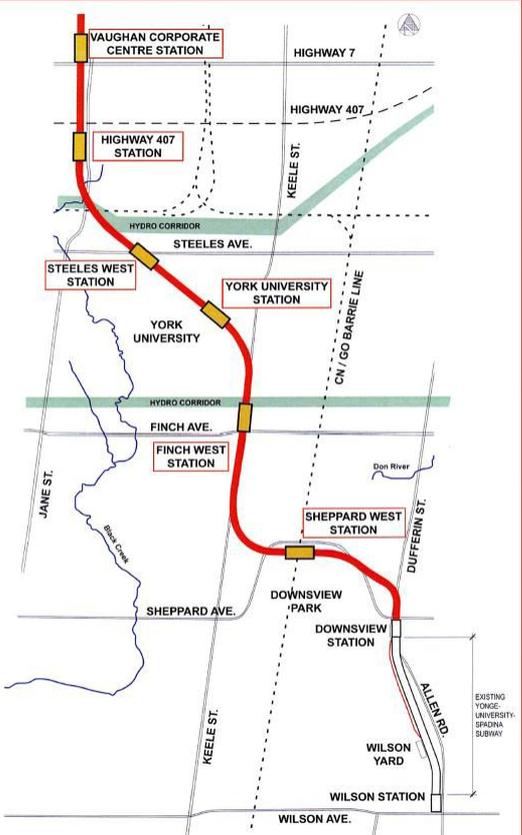
Цюрих 2010г.











**Проект TYSSE Метро Торонто Станция Steeles West Station, Станция Sheppard West Station 2010 - 2011 Подземное строительство**



<http://www.youtube.com>

1. На смену металлу - базальтопластик. ГТРК Чувашия, 2011
2. Композитные материалы, стеклопластиковая арматура
3. Семинар по композитной арматуре в РОСНАНО
4. Удобный город. Нанотехнологии в строительстве
5. Стелопластиковая арматура. Испытания.
6. Стеклопластиковая арматура
7. Линия для производства стеклопластиковой арматуры «ТЛКА-2»

## Контрольные вопросы

1. Опыт разработки и применения композитной арматуры в строительстве?
2. Виды неметаллической арматуры?
3. Преимущества композитной арматуры перед стальной арматурой?
4. Основные характеристики композитной арматуры?
5. Спектр применения композитной арматуры ?
6. Диаметр композитной арматуры?
7. Маркировка композитной арматуры в соответствии с ГОСТ 31938-2012?