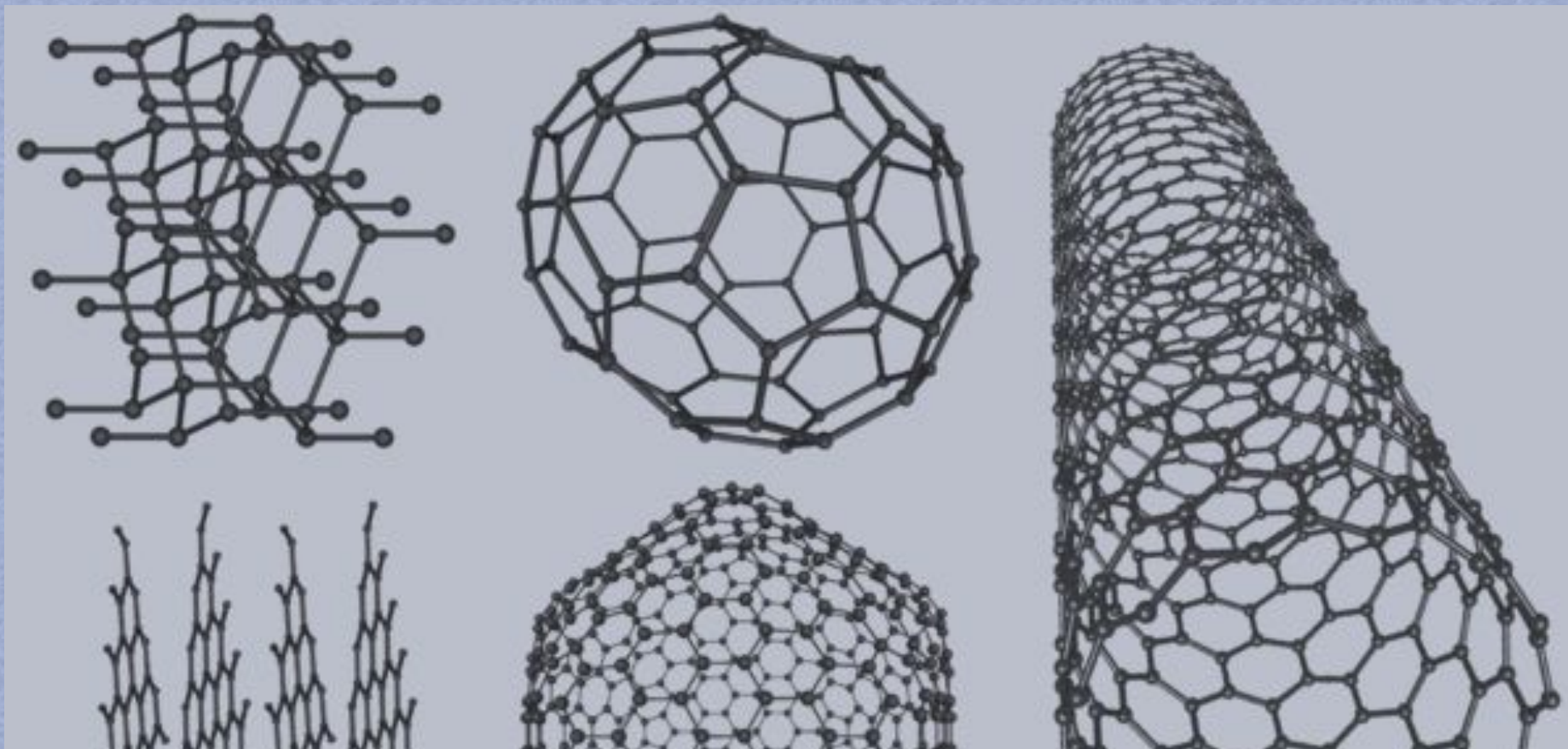


# *Углеволокно в строительстве*



**Углеродное волокно** – материал, состоящий из тонких нитей диаметром от 5 до 15 мкм, образованных преимущественно атомами углерода. Атомы углерода объединены в микроскопические кристаллы, выровненные параллельно друг другу. Выравнивание кристаллов придает **волокну** большую прочность на растяжение.



*Впервые получение и применение углеродных нитей было предложено и запатентовано известным американским изобретателем — Томасом Эдисоном — в 1880 г. в качестве нитей накаливания в электрических лампах.*





## *ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА*

*Углеродные волокна обычно получают обработкой химических или природных органических волокон, при которой в материале волокна остаются, главным образом, атомы углерода (99 %).*

*В строительстве углеволокно применяется для армирования и для усиления конструкций — в качестве армирующего наполнителя, обладающего значительной устойчивостью к деформациям, а также к трещинам при резких перепадах температур.*



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОЛОНН



*Вторая основная область применения карбона в строительстве — реставрация несущих каменных элементов.*





## **Достоинства:**

*Бетонные стеновые панели можно делать намного тоньше.*

*Вес панелей становится намного легче (до 75%).*

*Не требуется дополнительная теплоизоляция, потому что углеволокно не проводит тепло или холод.*

*Обладает высокой огнестойкостью.*

*Этот новый материал уже используется для производства стеновых сэндвич-панелей.*

## **Недостатки:**

*Этот материал довольно дорогой по сравнению с аналогами. Цена полотна шириной 300 мм от 1000 руб. за погонный метр.*

*Материал имеет способность отражать электрические волны, что может быть недостатком в некоторых случаях.*

*Процесс изготовления композитов более трудоемкий, чем изготовление металла.*

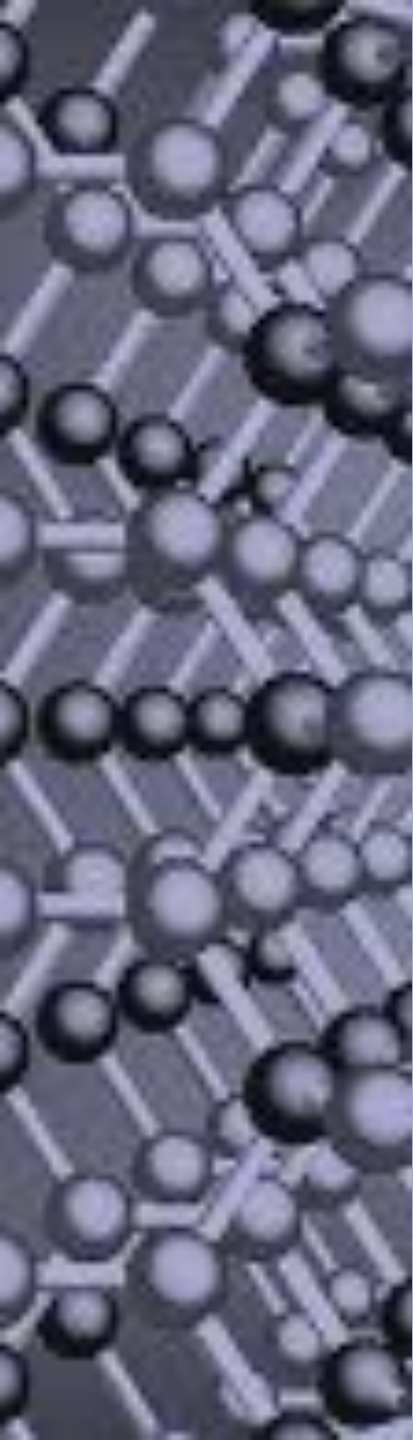


# **Композитная арматура**

*Существует несколько видов композитной арматуры:*

- стеклопластиковая*
- базальтопластиковая*
- углепластиковая*





## **Состав композитных стержней:**

- Волокна (армирующий материал)
- Смола (полимер)

*Прочие составляющие композитных стержней:*

- Наполнители
- Добавки

*Волокно, главным образом, отвечает за механическую прочность.*

*Смола- за химическую стойкость.*

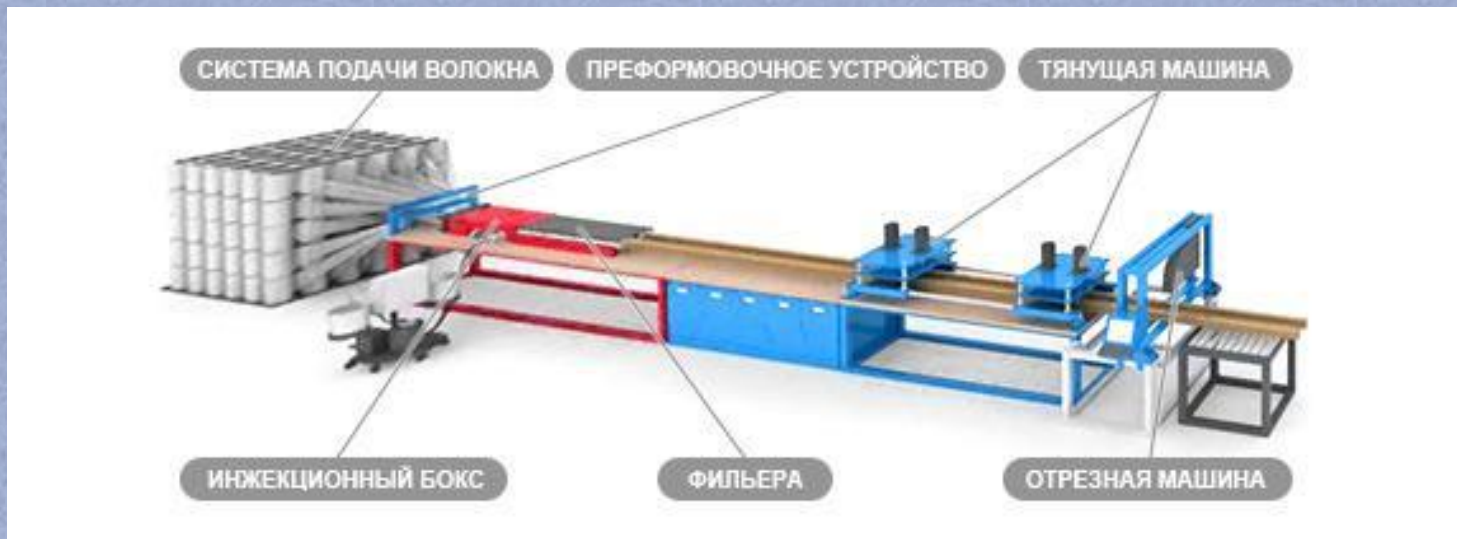
## **Процесс изготовления углепластиковой арматуры**

*Технология её изготовления называется пултрузией.*

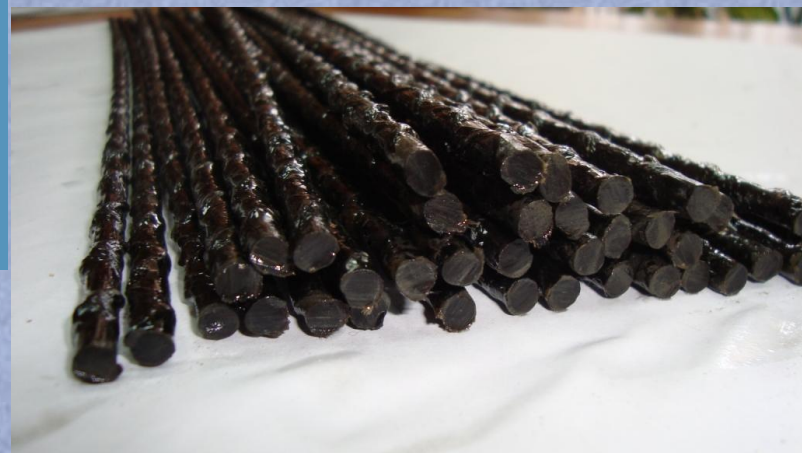
*Вначале, волокно графита подается в полимерную ванну, в которой оно пропитывается специальным полимером.*

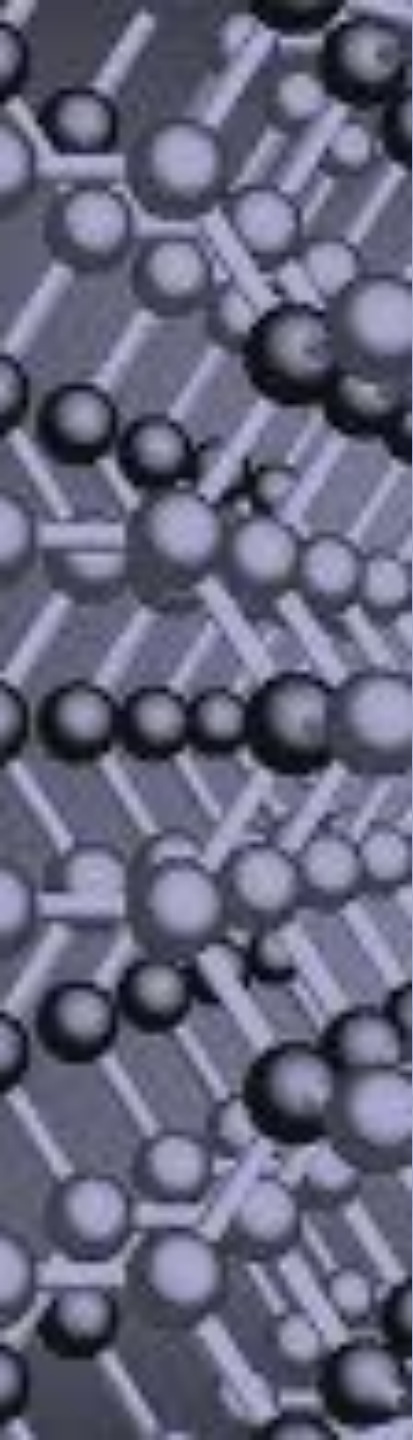
*Из ванны волокно попадает в преформочное устройство.*

*Оттуда, волокна карбона направляются в нагретую фильеру. Проходя через пресс-форму, в которой специальными нагревательными элементами создается до 6 зон с различной температурой, полимер затвердевает, и на выходе из нее получается охлажденный готовый продукт.*



*По своему внешнему виду данное изделие почти ничем не отличается от предшественницы – металлической арматуры. Оно тоже имеет вид тонких прутьев или стержней с различным диаметром поперечного сечения (4- 20мм).*





*Стержень композитной арматуры условно можно разделить на две части:*

***Сердечник***, задающий основные прочностные характеристики арматуры, который представляет собой параллельные волокна, связанные связующим на основе эпоксидных смол.

***Внешний слой***, отвечающий за свойства сцепления с бетоном, представляет собой нанесённый на эпоксидное связующее песок, который увеличивает адгезию с бетоном, т.к. сцепление происходит по всей длине стержня.

*Композитная арматура предназначена для применения в бетонных конструкциях с преднапряженным и ненапряженным армированием.*

*Коррозионно-устойчивые композитные стержни могут защитить мосты и объекты гражданской инфраструктуры от разрушающего воздействия коррозии.*





## **Достоинства:**

- Высокая прочность на разрыв.*
- Не подвержена коррозии и гниению.*
- Легче на 90 % по сравнению со стальной арматурой.*
- Устойчива к низким температурам.*
- Низкая теплопроводность.*
- Диэлектрик. Радиопрозрачна. Магнитоинертна.*
- Долгий срок службы.*
- Низкая стоимость.*

## **Недостатки:**

- Низкий модуль упругости.*
- Низкая огнестойкость материала.*
- Композитную арматуру невозможно сваривать.*
- Гнутые элементы можно изготовить только в заводских условиях.*

# Монтаж

*По технологии укладки, композитная арматура аналогична традиционным стальным материалам.*



*В большинстве случаев, легкая масса композитных стержней обеспечивает экономию веса и объема монтажа арматуры.*





## **Сравнительная таблица стоимости композитной и стальной арматуры.**

*Углепластиковая  
арматура*

<b>Сечение, мм</b>	<b>Стоимость 1 п.м.</b>
Ø 4	8,7 руб.
Ø 5	10,5 руб.
Ø 6	12,6 руб.
Ø 7	15,9 руб.
Ø 8	20,3 руб.
Ø 10	28,6 руб.
Ø 12	39,4 руб.
Ø 14	52,4 руб.
Ø 16	67,9 руб.
Ø 18	85,4 руб.
Ø 20	105,1 руб.

*Стальная  
арматура  
класса А400С*

<b>Сечение, мм</b>	<b>Стоимость 1 п.м.</b>
Ø 6	7,5 руб.
Ø 8	13,1 руб.
Ø 10	19,5 руб.
Ø 12	27,2 руб.
Ø 14	36,4 руб.
Ø 16	47,5 руб.
Ø 18	59,8 руб.
Ø 20	73,8 руб.
Ø 22	89,2 руб.
Ø 25	115,0 руб.
Ø 28	144,4 руб.

# ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Волокно (проволока)	Плотность $\rho$ , $\text{м}^3$	Температура плавления $T_{\text{пл}}$ , $^{\circ}\text{C}$	Временное сопротивление $\sigma_{\text{в}}$ , МПа	Модуль упругости при растяжении E, ГПа
Алюминий	2 687	660	620	73
Асбест	2 493	1 521	1 380	172
Углерод	1 413	3 700	2 760	200
Полиамид	1 136	249	827	2,8
Полиэфир	1 385	248	689	4,1
Сталь	7 811	1 621	4 130	200