

### Расчетные положения системы внешнего армирования Sika®

Руководитель направления усиление промышленных и гражданских зданий и сооружений ООО «Зика»

Легчилин Артем

Моб. +7-915-311-37-92

Генеральный директор ООО «Бюро Внедрения» группы компаний «Практик»,

к.т.н. Пасюта Александр Владиславович

Моб. +7-903-722-99-75



## Причины усиления ЖБК

- ❑ Ошибки в проектировании и технологии работ
- ❑ Механические повреждения:
  - прорезка отверстий
- ❑ Коррозионный износ: повреждение защитного слоя, уменьшения сечения арматуры
- ❑ Изменение назначения:
  - повышение нагрузок
  - изменение схемы нагрузок



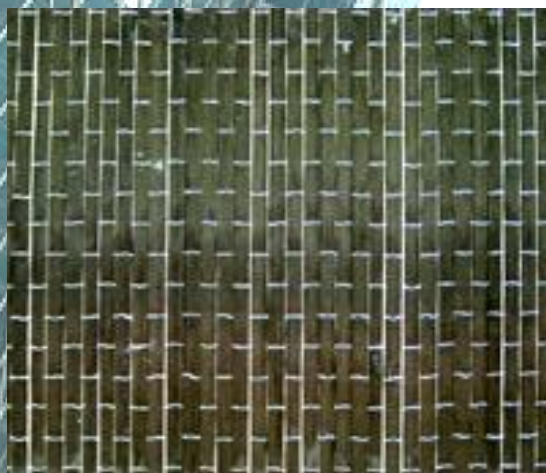
Решение:

- Применение углепластиковых лент Sika Carbodur



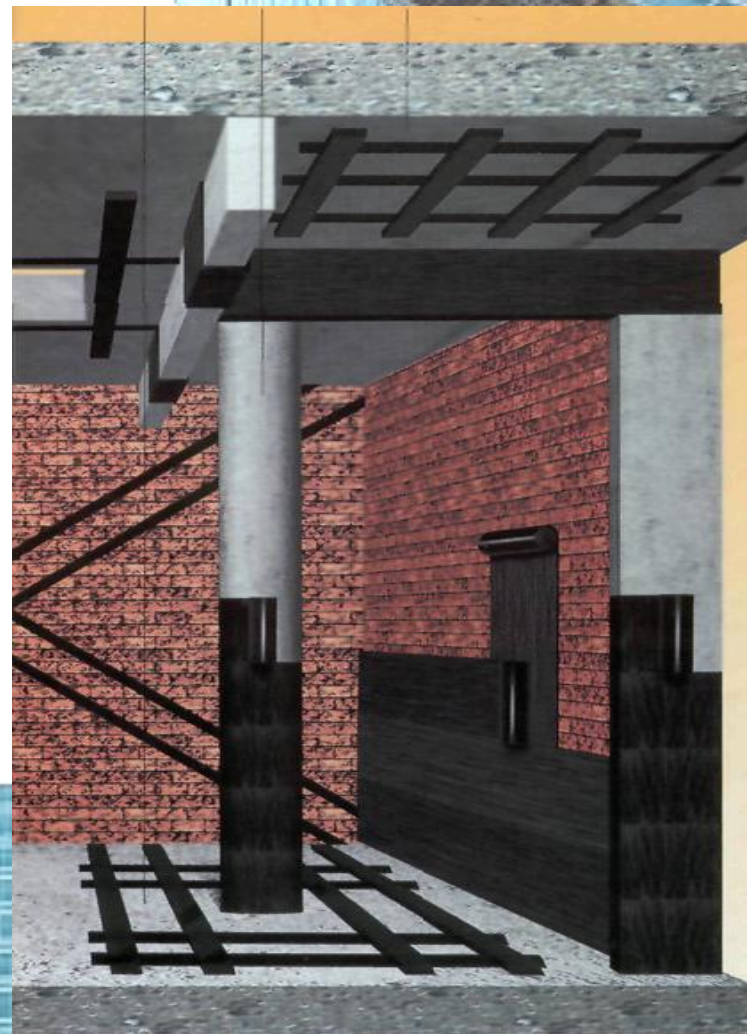
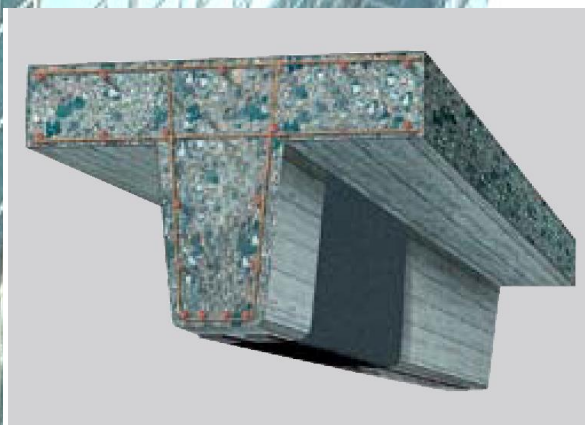
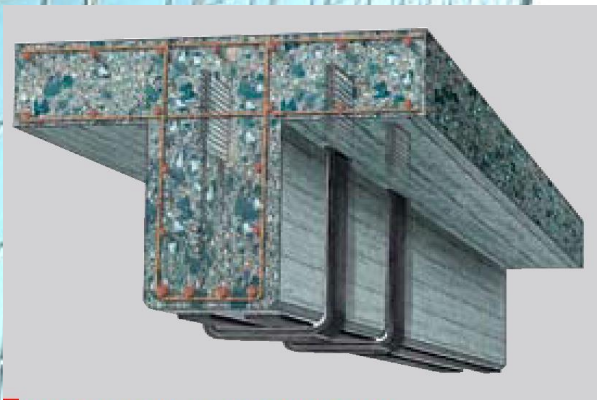


### □ Применение углеволоконной ткани Sika Wrap





### Принцип работы-добавление углепластиковой арматуры





Системы усиления конструкций Sika®

Construction

# Характеристики армирующих ВОЛОКОН

Sika®

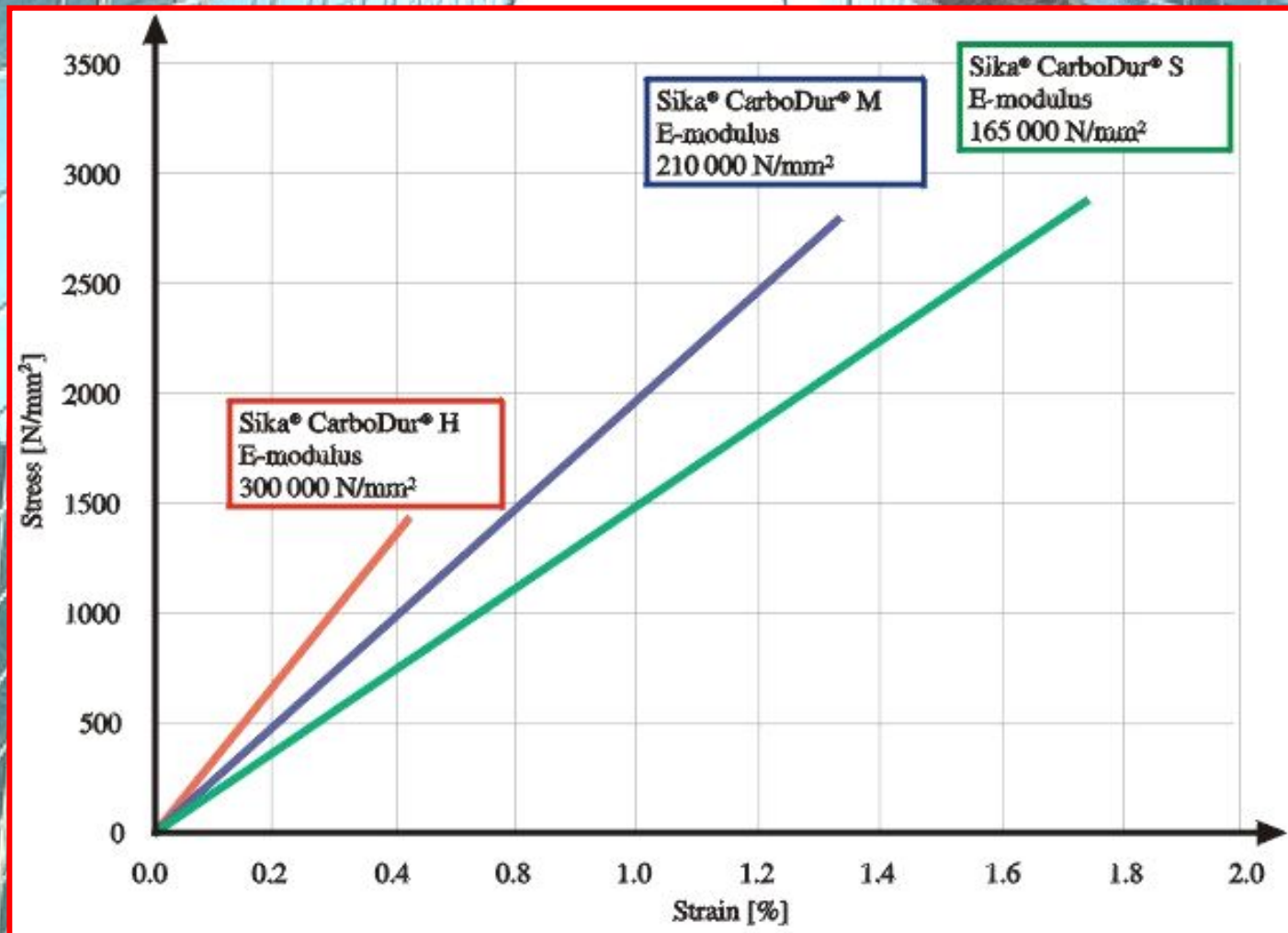


## Характеристики материалов

Construction

Тип пластины Sika CarboDur®			
	Sika® CarboDur® S	Sika® CarboDur® M	Sika® CarboDur® H
Модуль упругости, ГПа	165	210	300
Прочность на растяж, МПа	>2800	>2400	>1300
Растяжение перед разрывом, %	1,7	1,2	0,45

# Характеристики пластин Sika CarboDur®



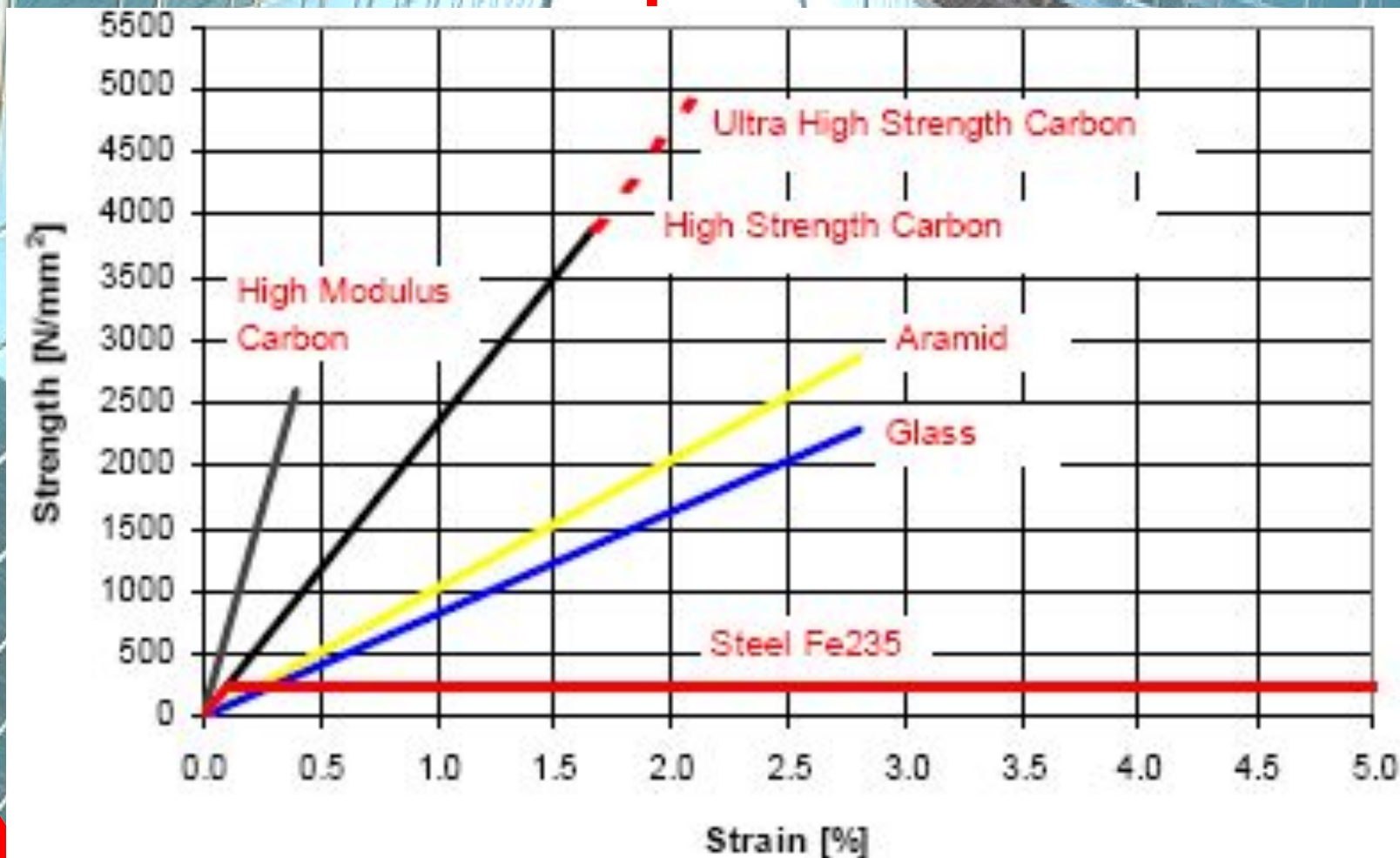


### Характеристики материалов

	Тип ткани Sika Wrap®		
	Sika® Wrap 230C-45	Sika® Wrap 530C-105	Sika® Wrap 300C Hi mod
Модуль упругости, ГПа	230	240	640
Прочность на растяж, МПа	3500	3800	2600
Растяжение перед разрывом, %	1,8	1,5	0,4
Плотность, г/ м <sup>2</sup>	230	530	300



# Зависимость удлинения материала от напряжений





Системы усиления конструкций Sika®

Construction

# Характеристики связующего клея

**Sika**®



# Системы усиления конструкций Sika®

Construction

	Единица измерения	Sikadur 30®	Sikadur 330®
Прочность	МПА	30	35
□ растяжение			
□ изгиб			
□ сжатие	75	95	
Адгезия к бетону	МПА	4,5	3,5
□ отрыв			
□ сдвиг			
Плотность	г/см <sup>3</sup>	1,66	1,32
Модуль Юнга	Мпа	13500	3900



**Sika**®



Construction

Системы усиления конструкций Sika®

система Sika Carbodur  
МОСТЫ



Sika®



Construction

Системы усиления конструкций Sika®  
система Sika Carbodur  
ТУННЕЛИ



Sika®



Construction

Системы усиления конструкций Sika®  
система Sika Carbodur  
фасады зданий





Construction

Системы усиления конструкций Sika®  
**система SikaWrap**  
Усиление консоли моста



**Sika**®



Системы усиления конструкций Sika®  
система SikaWrap

Усиление монолитного перекрытия





Construction

Системы усиления конструкций Sika®  
система SikaWrap  
Усиление колонн

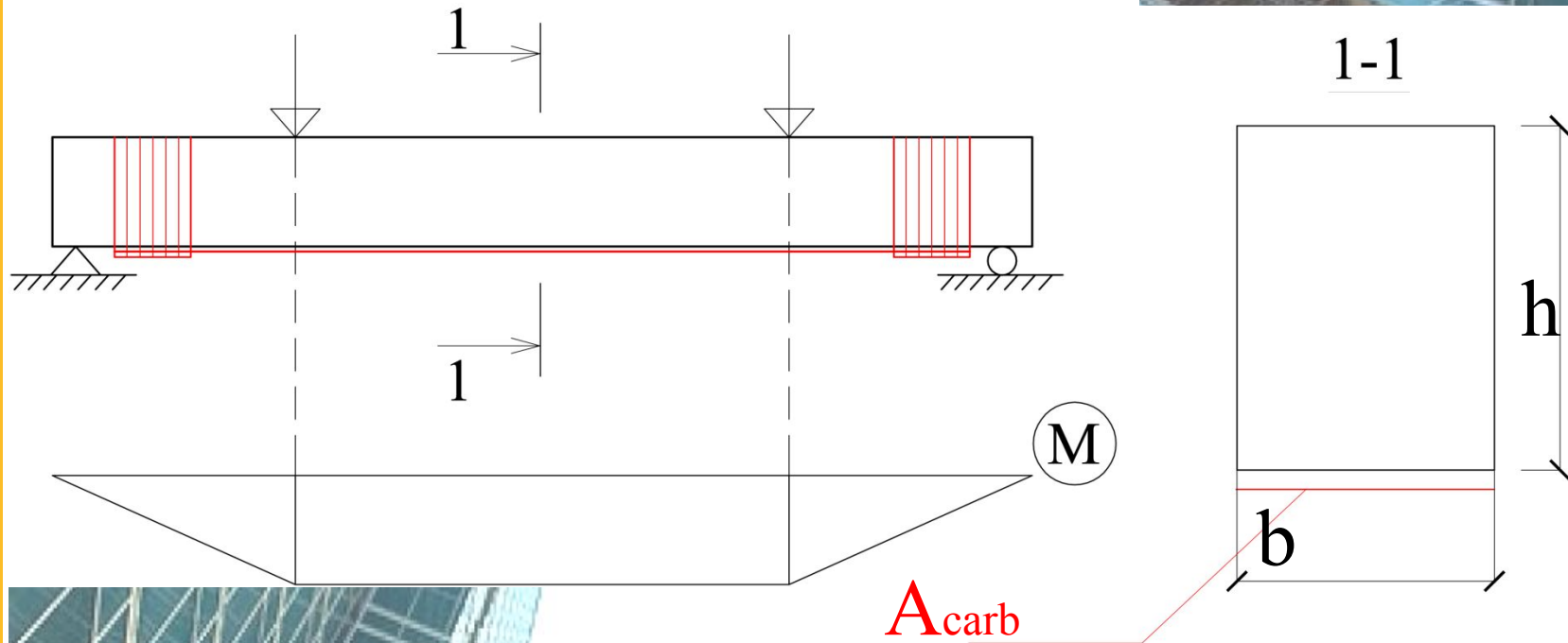


17/01/2007

Sika®

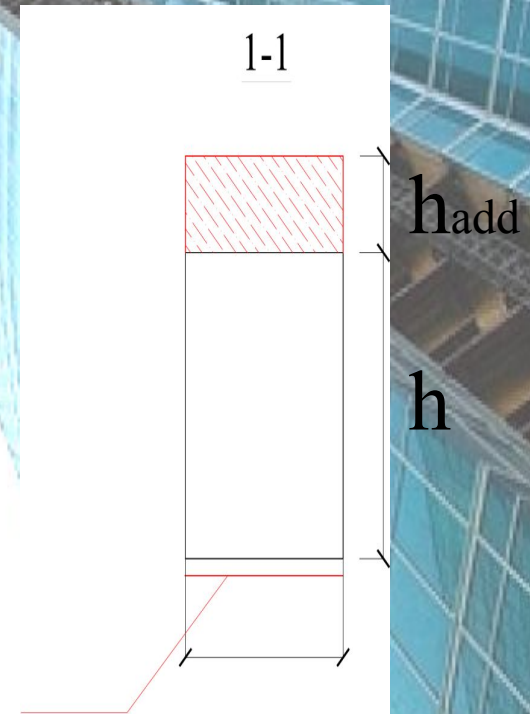
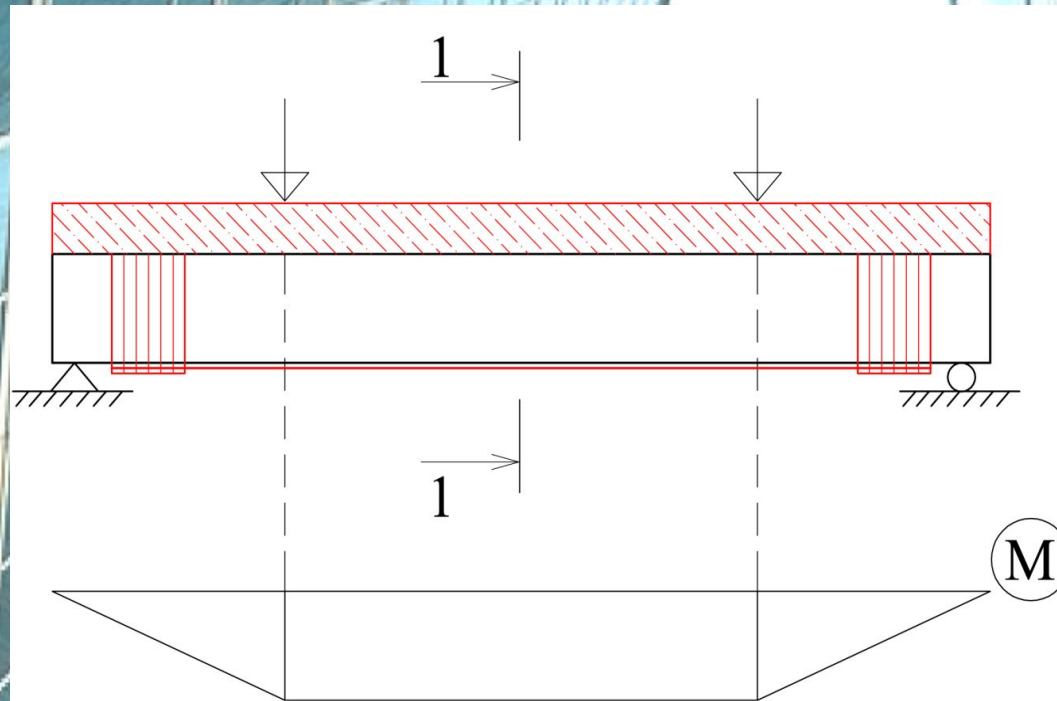


Наращивание растянутой зоны.





### Наращивание сжатой и растянутой зоны.

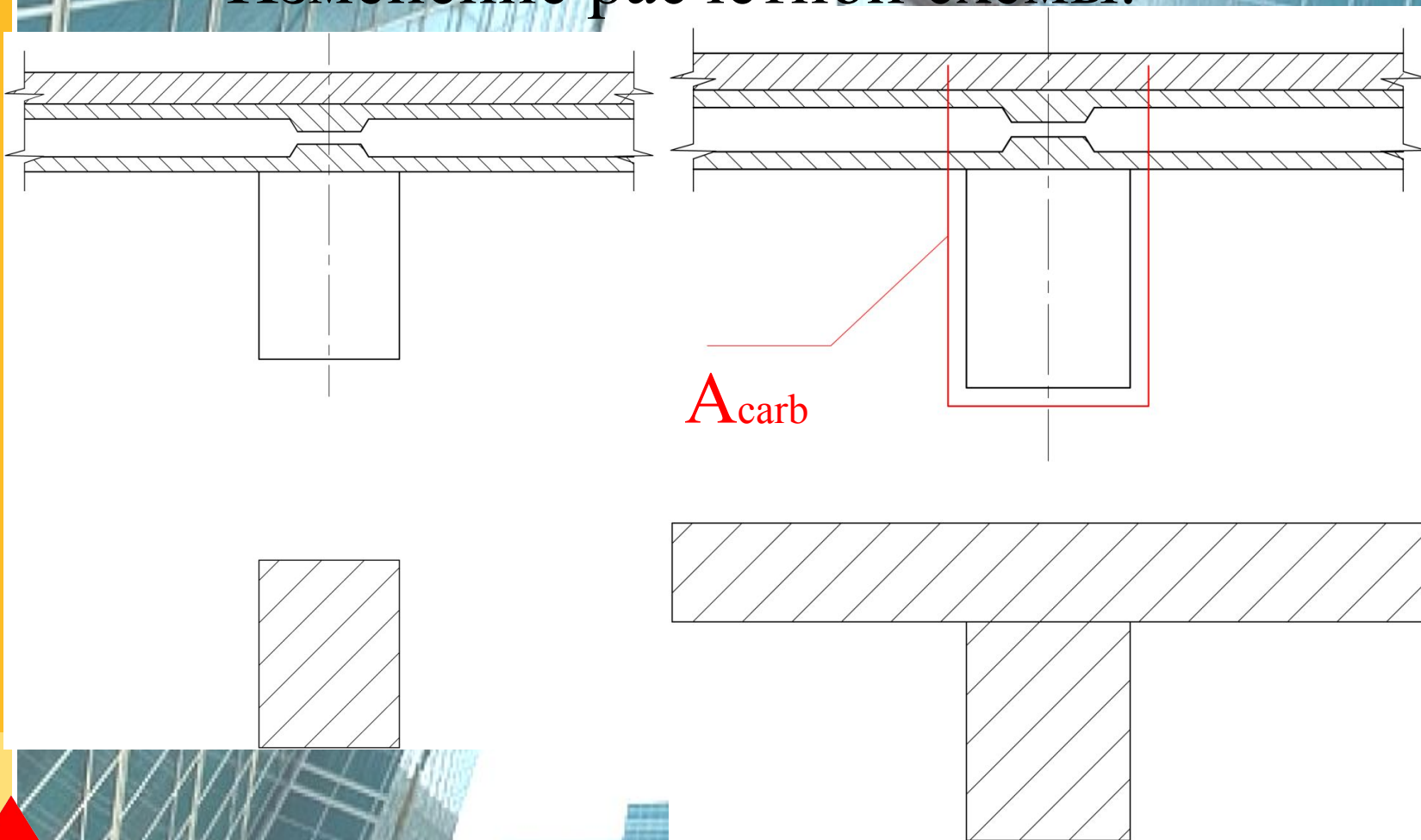


$A_{carb}$

$b$



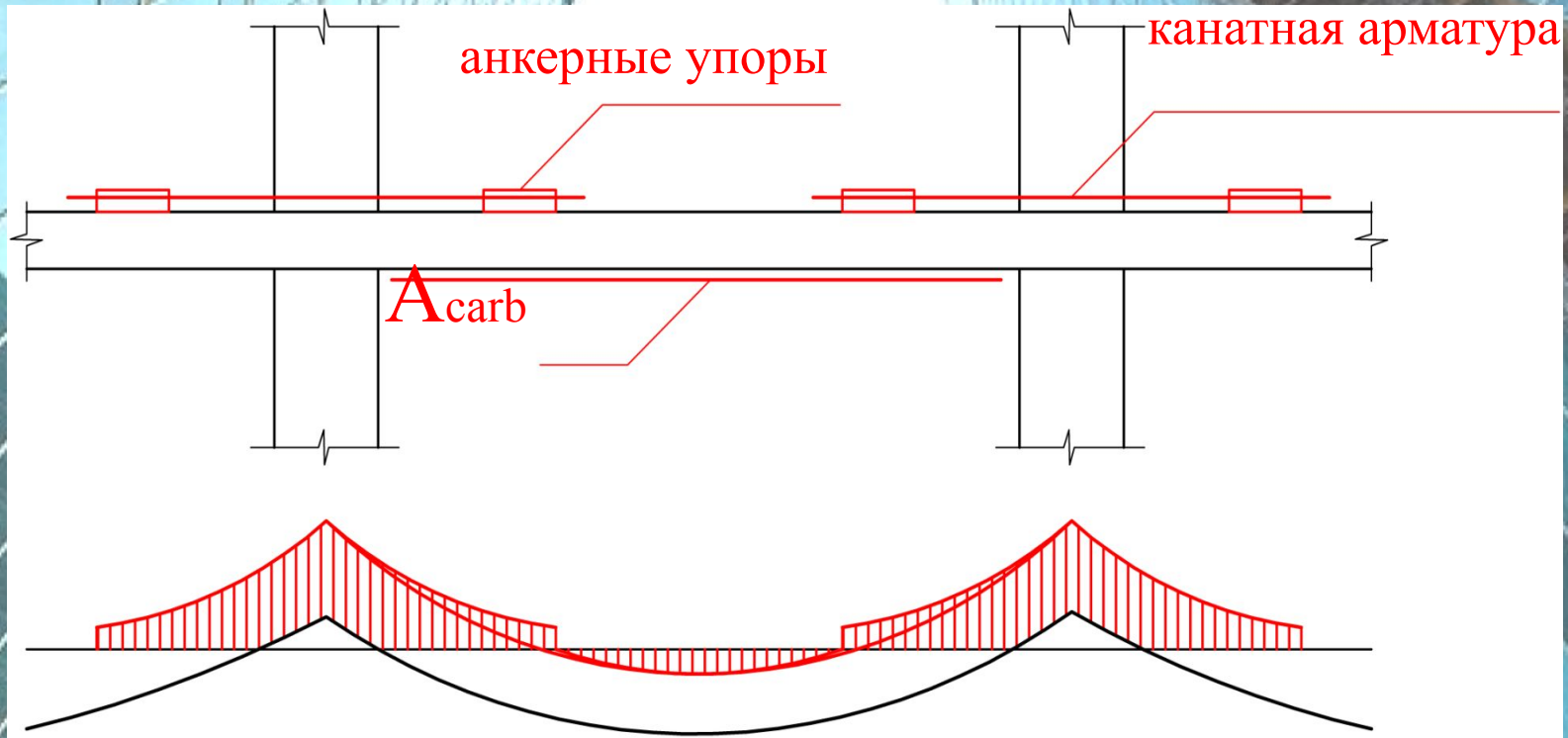
### Изменение расчетной схемы.





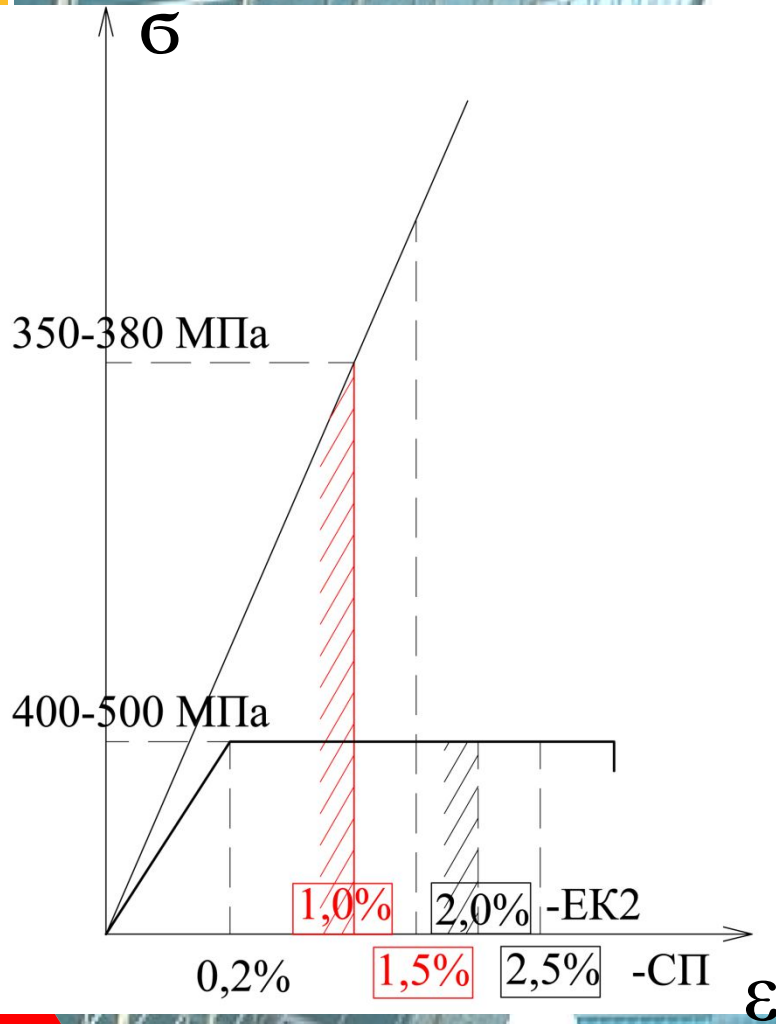
Комбинация:  
наращивание + изменение расчетной  
СХЕМЫ .

предварительно  
напряженная  
канатная арматура





Рабочая диаграмма.



$\epsilon_{s,ult} = 0,2\%$

$\epsilon_{carb} = 1,5\%$

$R_s = 400-500 \text{ МПа}$

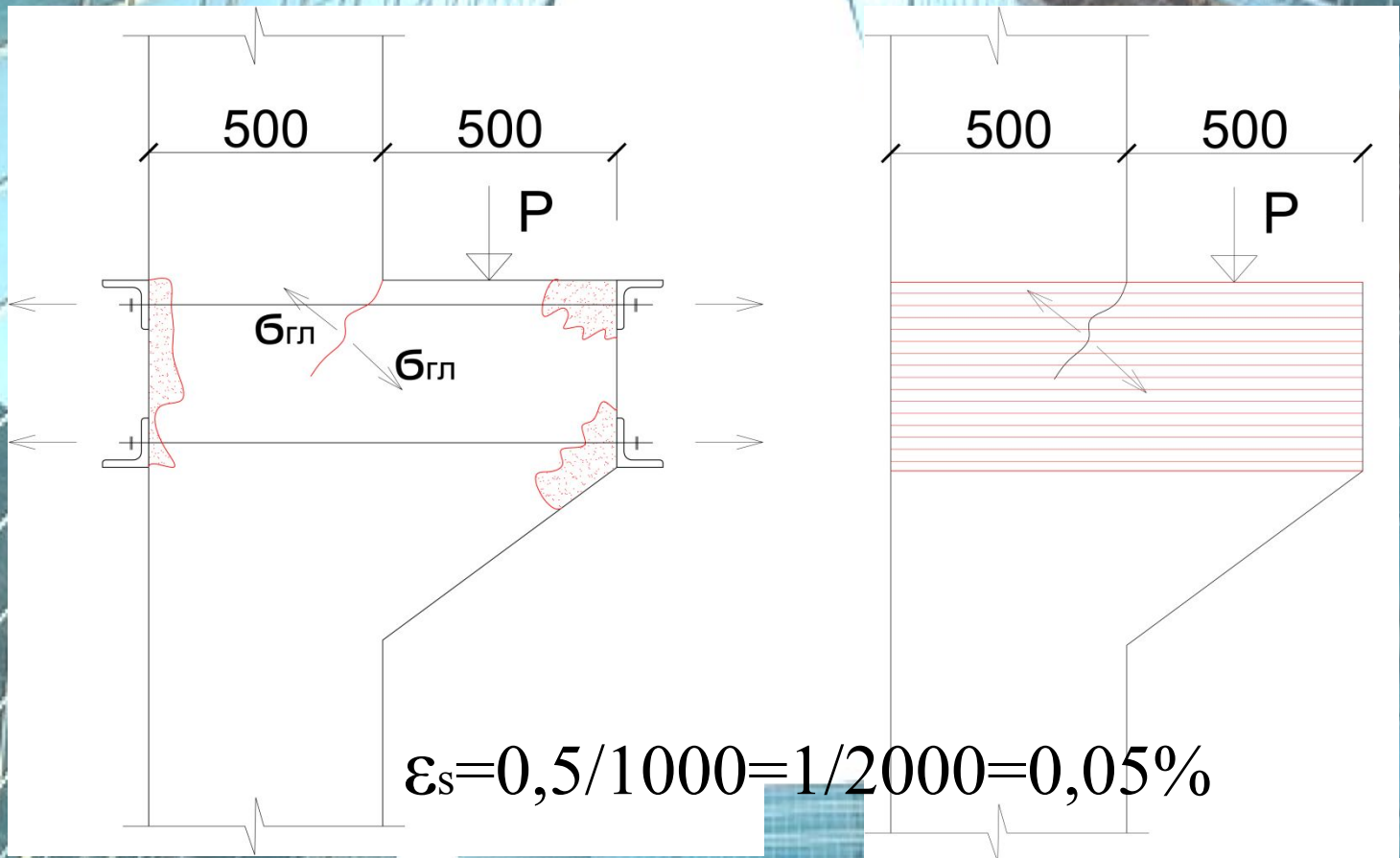
$R_{carb} = 3500-3800 \text{ МПа}$

$E_s = 190000-210000 \text{ МПа}$

$E_{carb} = 230000 \text{ МПа}$

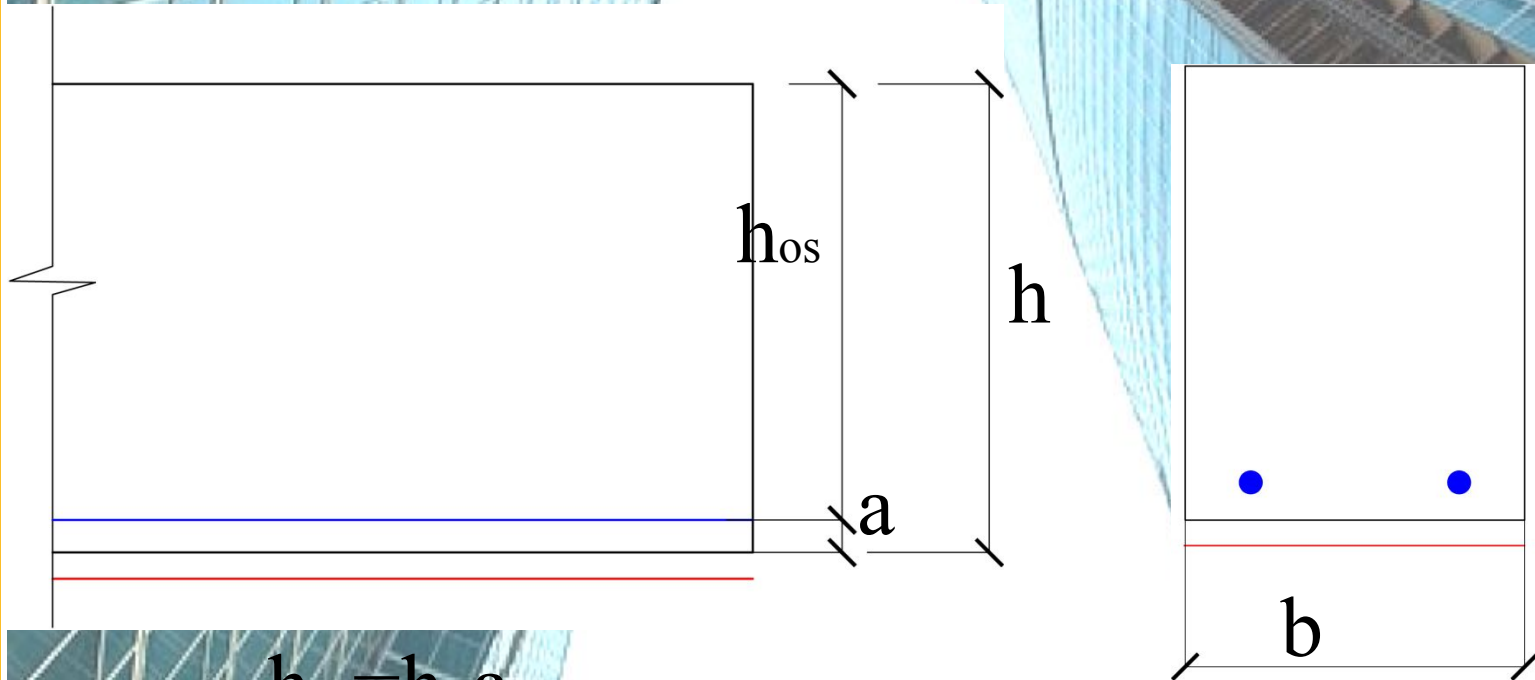


### Сопоставление стали и углеволокна в конструкции усиления.





Рабочая высота сечения.

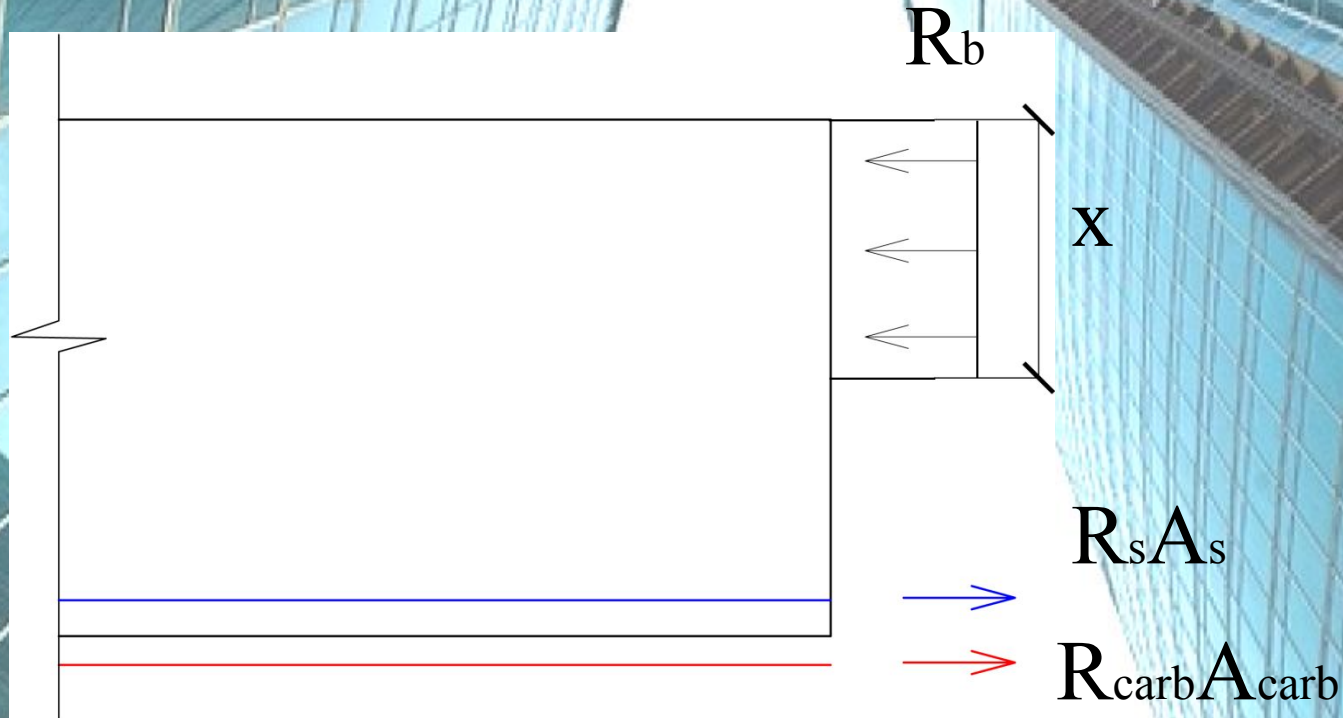


$$h_{0s} = h - a$$

$$h_{0,carb} = h$$



### Высота сжатой зоны.

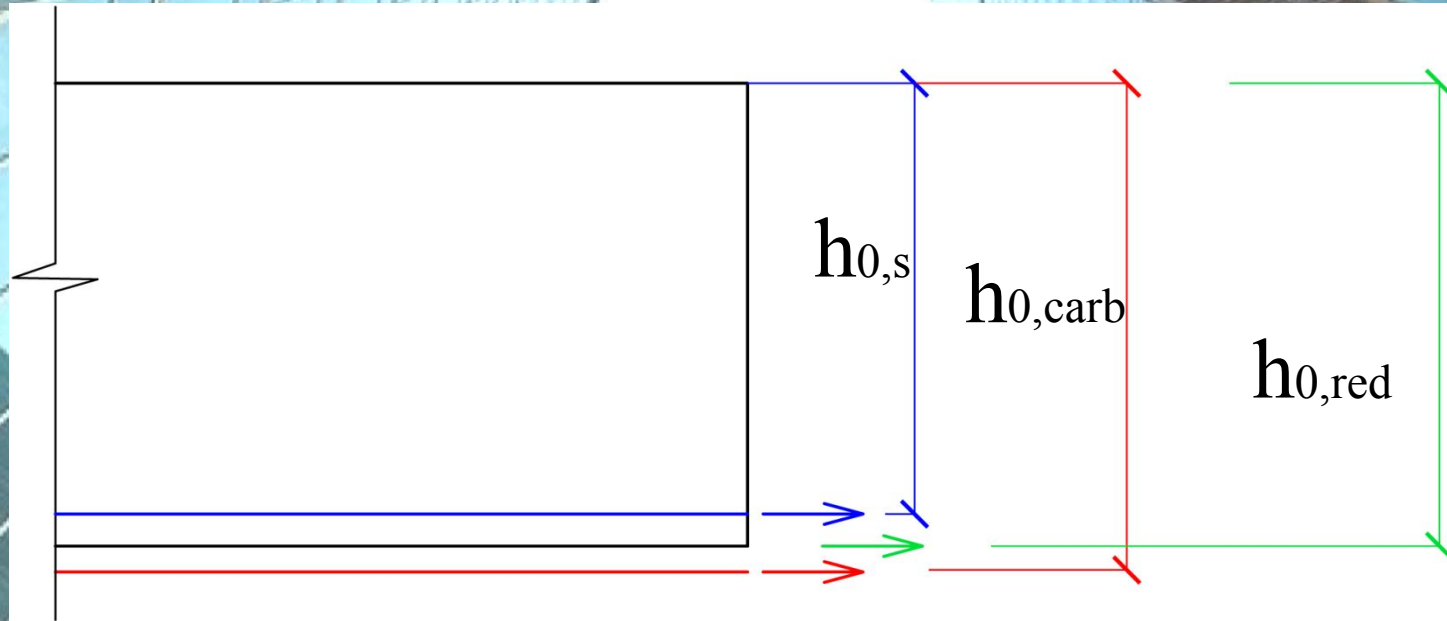


$$R_b b x = R_s A_s + R_{carb} A_{carb}$$

$$x = (R_s A_s + R_{carb} A_{carb}) / (R_b b)$$



Приведенная рабочая высота сечения.



$$h_{0,red} = (R_s A_s h_s + R_{carb} A_{carb} h_{carb}) / (R_s A_s + R_{carb} A_{carb})$$



Граничная относительная  
высота сжатой зоны.

$$\xi_R = 0,8 / (1 + (\epsilon_{carb,ult} / \epsilon_{b,ult}))$$

$$\epsilon_{carb} = 0,01$$

$$\epsilon_{b,ult} = 0,0035 \times (1 + \varphi_n)$$

$$\xi_R = 0.8 / (1 + (0,01 / 0,01)) \approx 0.4 - \text{EK2}$$



Условие применимости  
метода внешнего армирования.

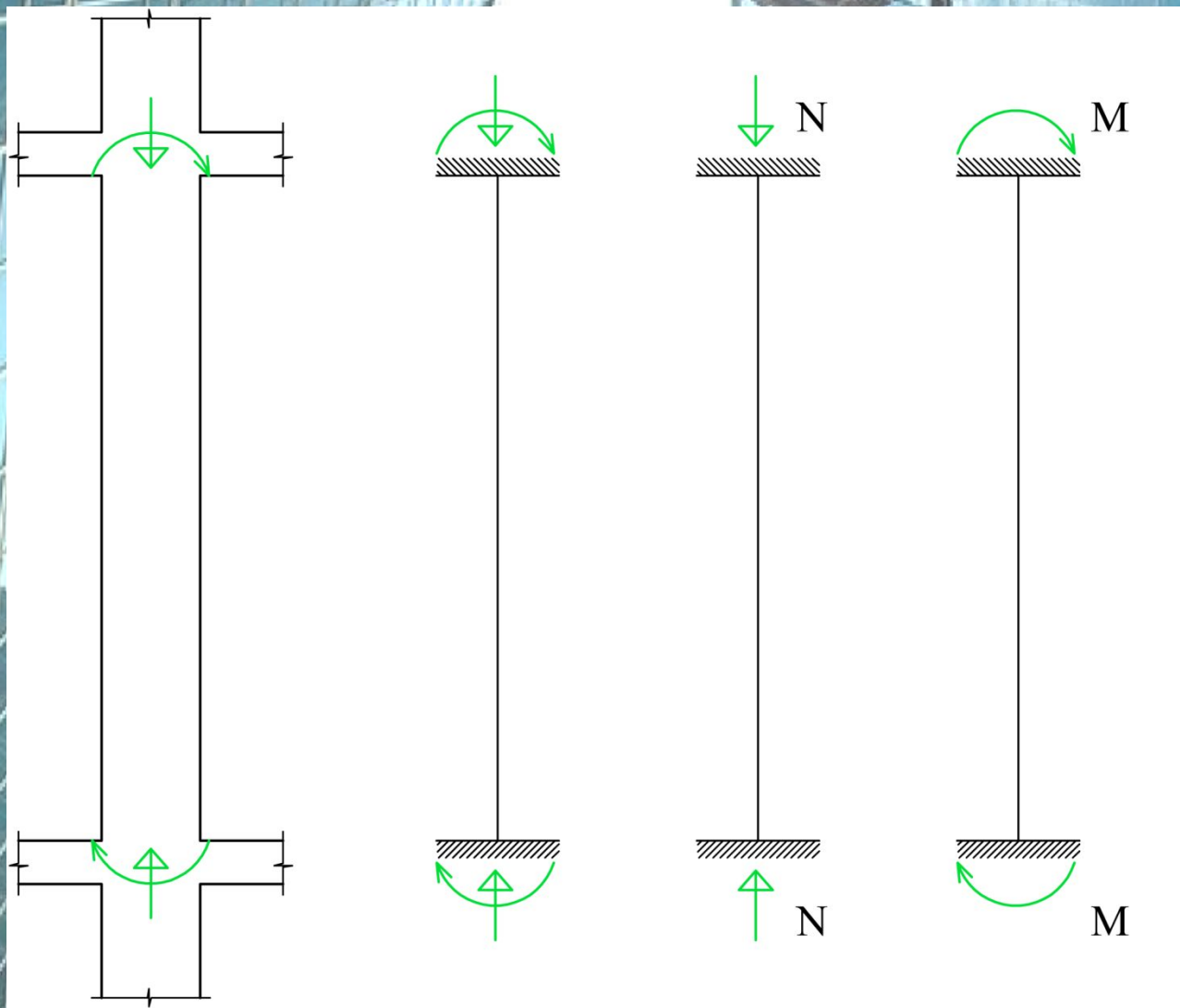
где  $\xi \leq \xi_R,$   
 $\xi = x/h_{0,red}$

Предельный изгибающий момент  
при  $A_s=0$  .

$$M_{ult} = 0,6 R_{carb} A_{carb} h_{0,red}$$

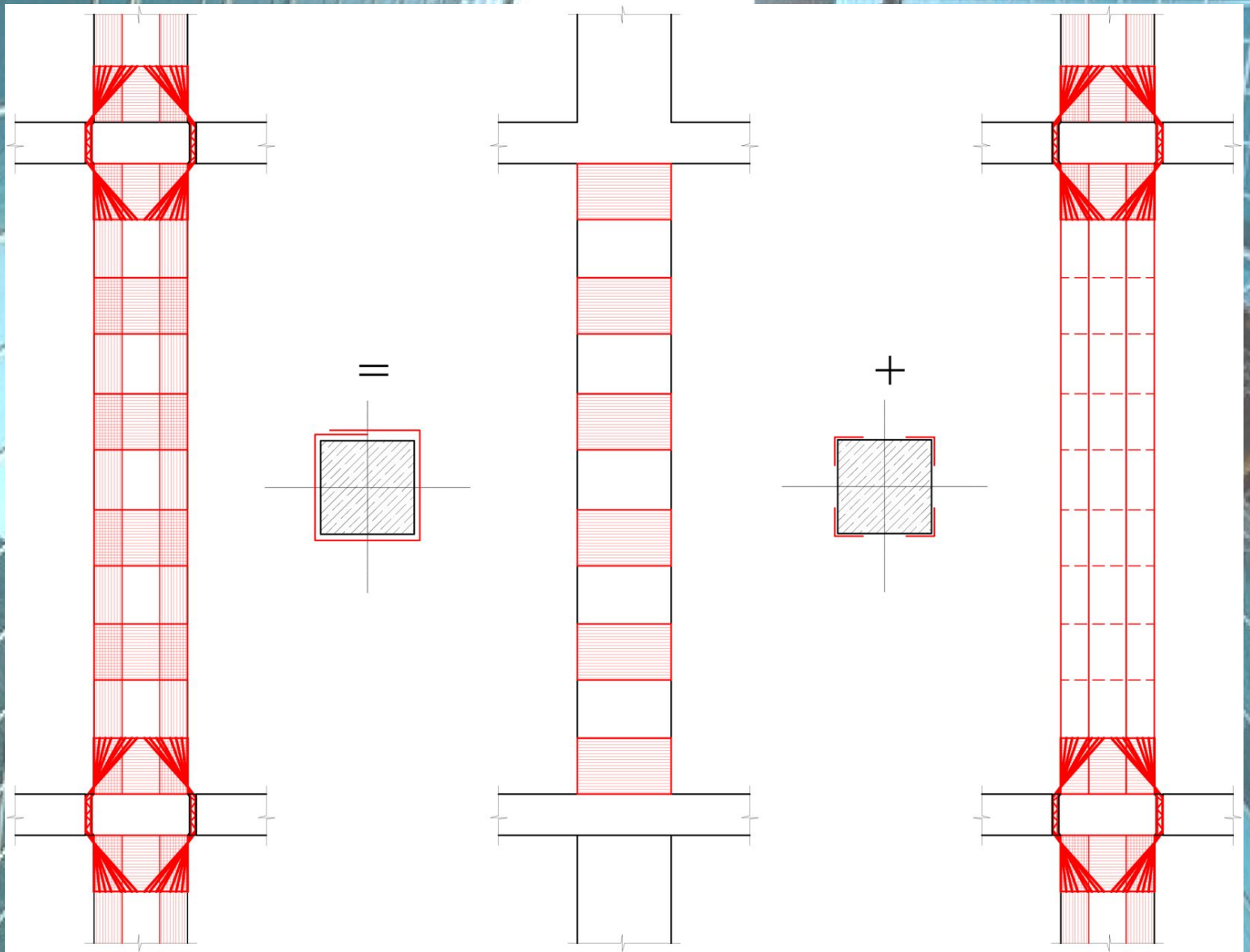


### Внецентренное сжатие.



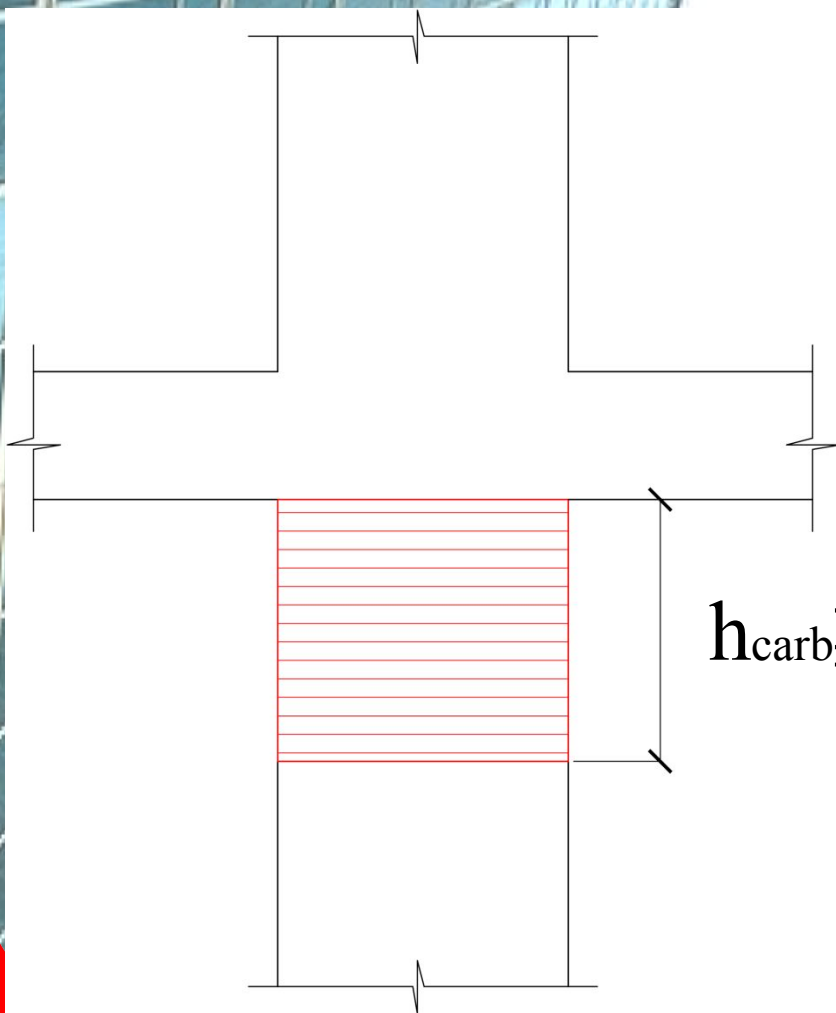
Преобразование расчетной схемы.







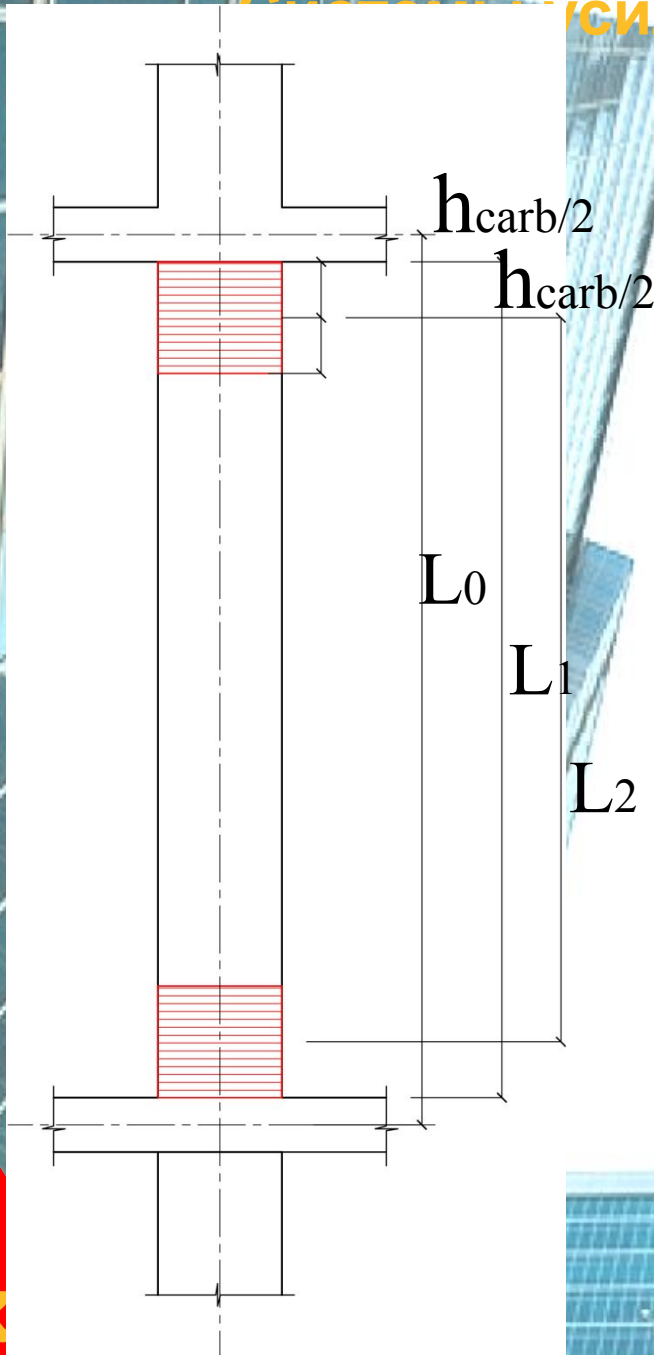
### Рамный узел.



$$h_{carb} \geq 1,5h_0$$

приклейка на  
всю зону  
влияния узла

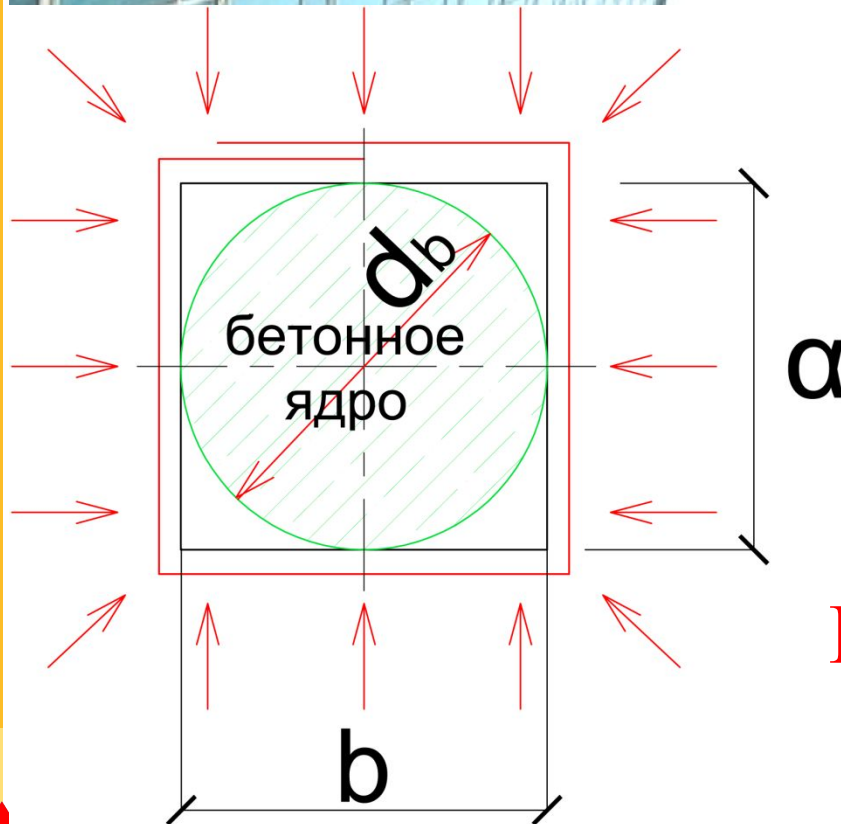
Уменьшение  
расчетной длины.



$$L_2 < L_1 < L_0$$



Расчет прочности при  
«центральной сжатии».

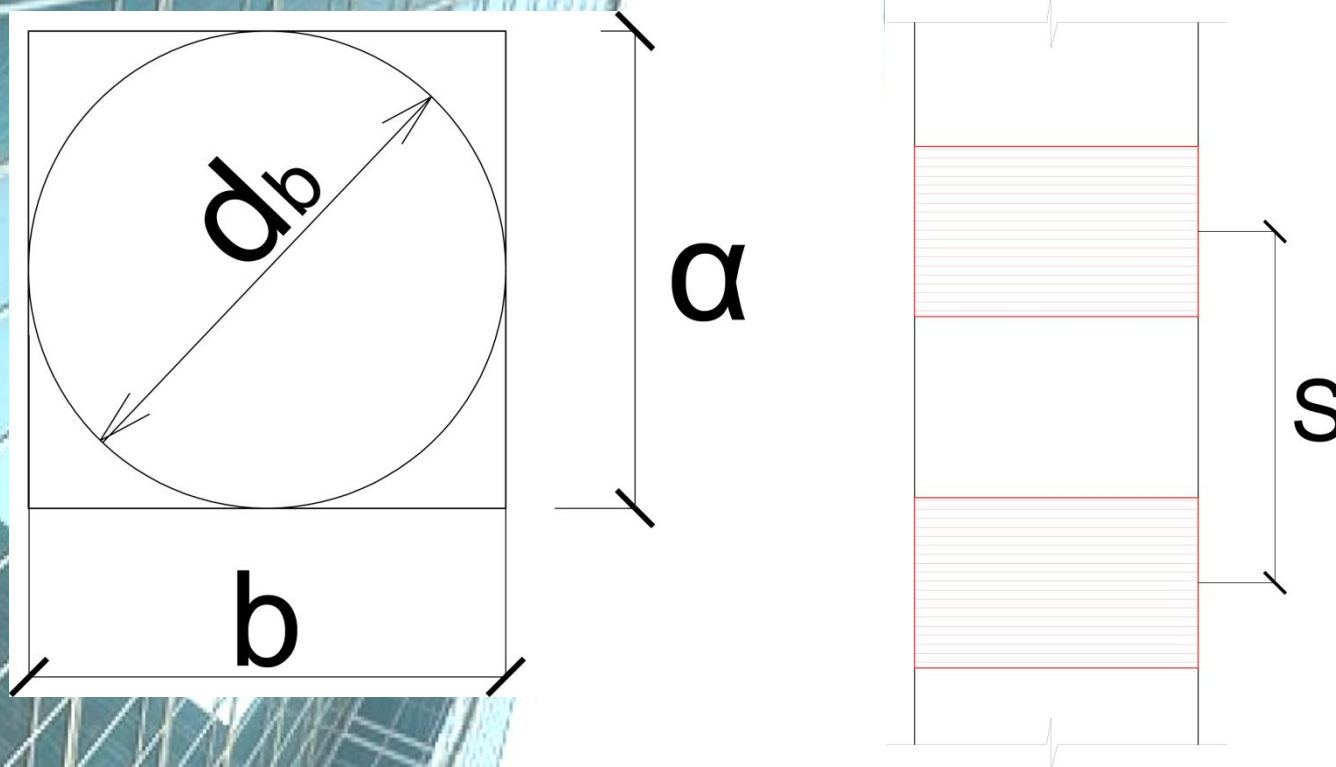


$$a/b < 2$$

$d_b$  — диаметр бетонного ядра

$$R^*_b = R_b + 1,5 \mu_{carb} R_{carb}$$

### Процент косвенного армирования.



$$\mu_{carb} = 4A_{carb} / (d_b \times s)$$

$s$ - шаг бандажей из углеволокна



Приращение прочности за счет косвенного армирования.

$\Delta N = \Delta R \times A_b$ ,  $A_b$  - площадь бетонного ядра

$\Delta R = \Delta N / A_b$

$$\Delta N = b A_b A_{carb} R_{carb} / (d_b \times S)$$

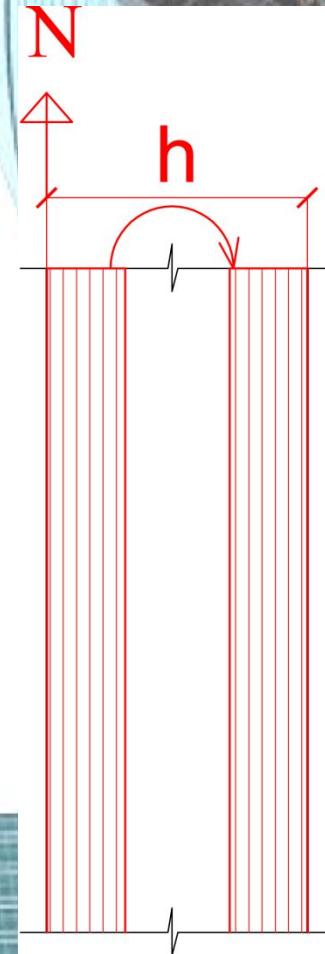
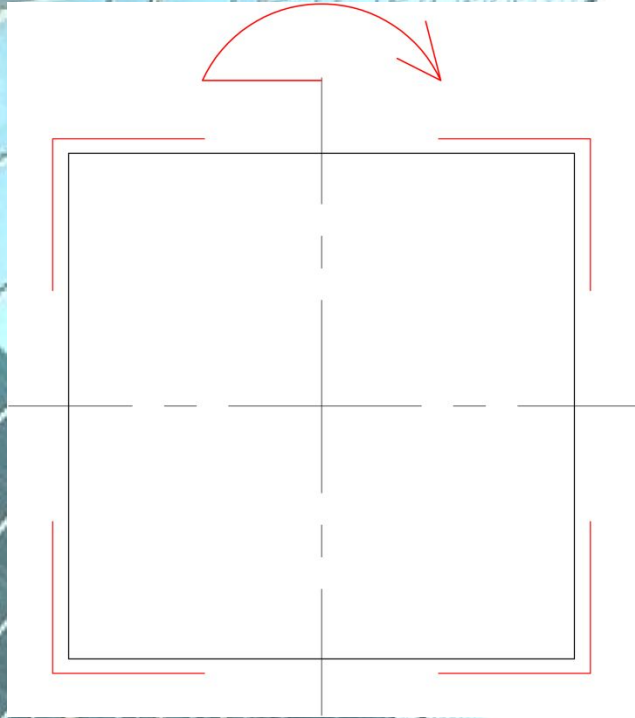


Требуемая площадь сечения бандажей при известном дефиците несущей способности.

$$A_{\text{carb}} = \Delta N \times d_b \times S / (\Delta A_b \times R_{\text{carb}})$$



Восприятие изгибающего момента  
внешним армированием.

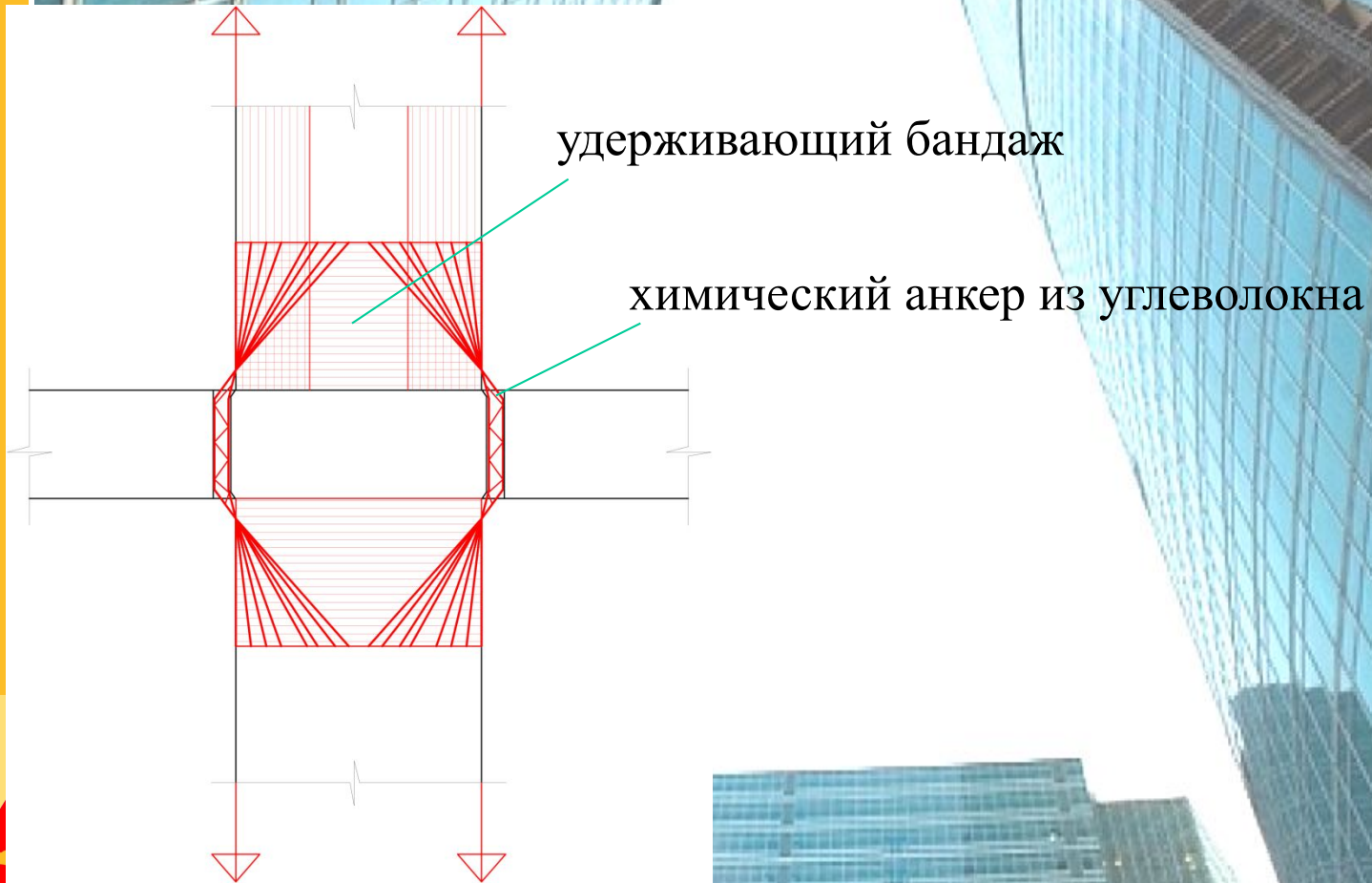


$$N_{carb} = \Delta M / h$$

$$A_{carb} = \Delta M / (R_{carb} h)$$

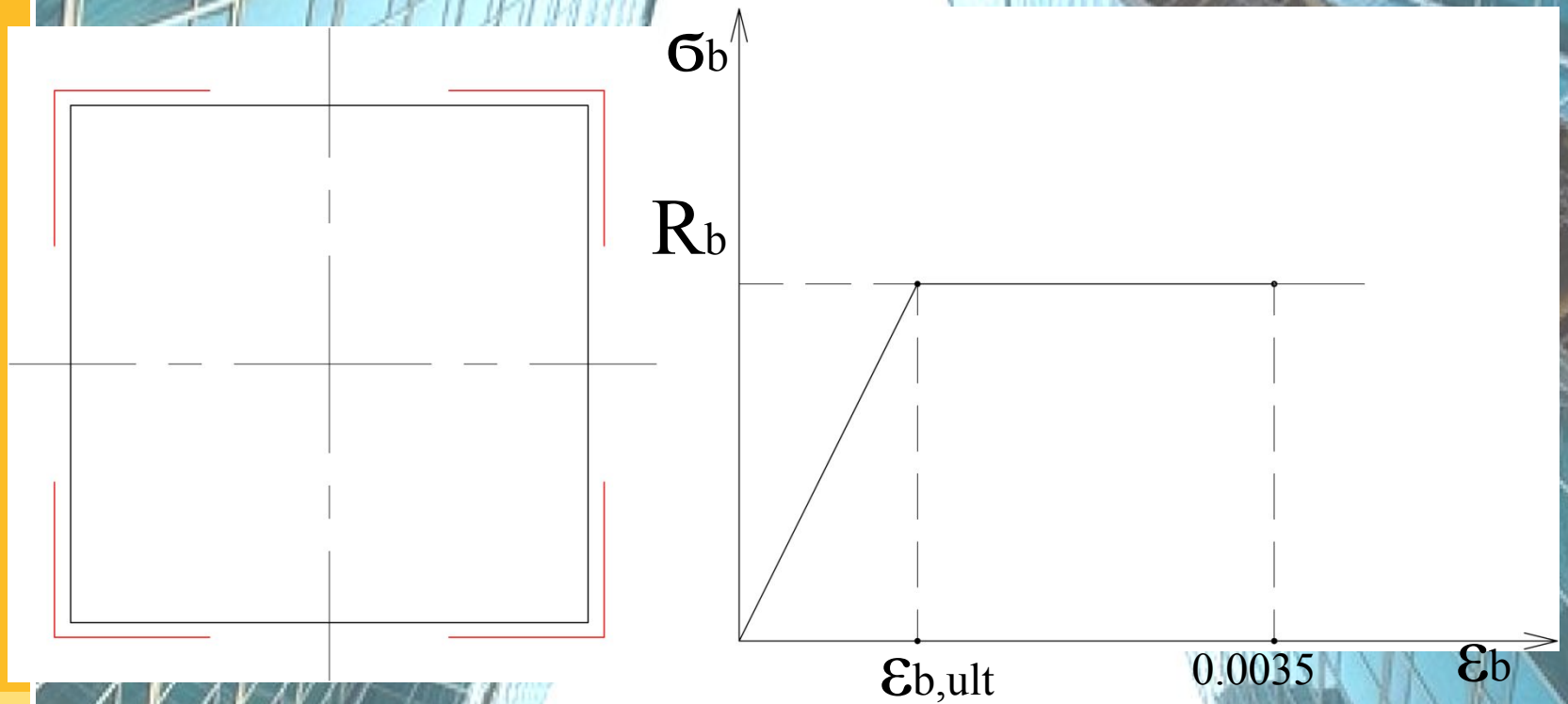


Передача усилий в рамном узле на соседние элементы каркаса.





Восприятие продольными элементами из углеволокна сжимающих напряжений.



$$R_{carb,c} = 0,0035 \times E_{carb} = 0,035 \times 230000 = 805 \text{ МПа}$$

## Системы усиления конструкций Sika®

SELGROS cash&carry Моск. Обл. г. Котельники





### Пешеходный мост г. Нижний Новгород





Автомобильный мост через р. Хворостань





# Системы усиления конструкций Sika®

Гараж Почта России Москва, ул. Докукина, д.16, стр.1

до



после





Москва, ул. Таганская, д.6





Construction

# Системы усиления конструкций Sika®

г. Москва , Новокосинская плаза





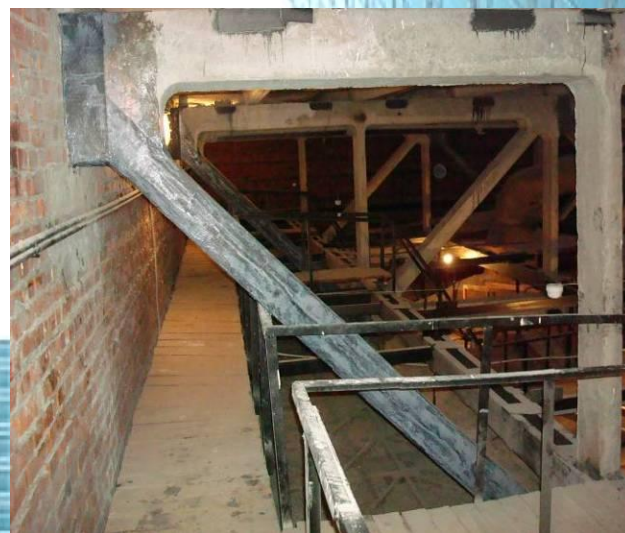
г. Москва , Ашан Белая Дача





## Системы усиления конструкций Sika®

г. Москва , Кинотеатр «Комсомолец»





Construction

# Системы усиления конструкций Sika®

Офисное здание г. Москва , Дмитровский переулок



Sika®



Construction

# Системы усиления конструкций Sika®

г. Санкт-Петербург , Карусель «Мередиан»



**Sika**®



Г. Москва, Техцентр «Тойота»





Construction

Системы усиления конструкций Sika®

Отличный результат вместе с  
компанией Sika® и Практик



ALLDAY.RU