

## Расчет усиления балок моста композиционным материалом.

Расчет выполнен согласно методике расчёта и подбора сечения композиционного материала ОДМ 218.3.027-2013 «РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТКАНЕВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕМОНТЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ»

### Расчет по прочности нормального сечения в L/2

Длина балок **12** м - L **11.4** м - L<sub>расч</sub>

Типовой проект **Инв №. 29100-М**

h=	<b>0.7</b>	м	- высота балки
x=	<b>0.1087</b>	м	- высота сжатой зоны
x'=	<b>0.054</b>	м	- положение центра тяжести сжатой зоны
M <sub>расч</sub> =	<b>157.8</b>	тс*м	<b>1546.44</b> кНм - расчетный M
	<b>30</b>	%	- потеря несущей способности
ΔM	<b>47.34</b>	тс*м	<b>463.932</b> кНм
E <sub>a</sub> =	<b>196000</b>	МПа	- модуль упругости арматуры

### Характеристики композитного материала

BASF MBRACE FIB CF 230/4900.530g/5. 50m

	<b>4900</b>	МПа	- прочность волокон на растяжение
E <sub>k</sub> =	<b>230000</b>	МПа	- модуль упругости волокна
H <sub>k</sub> =	<b>0.0293</b>	см	- толщина волокна
B <sub>k</sub> =	<b>50</b>	см	- ширина полотна
R <sub>k</sub> =	<b>3103.33</b>	МПа	- расчетное сопротивление волокна
F <sub>k</sub> =	<b>3.02</b>	см <sup>2</sup>	- требуемая площадь поперечного сечения ткани

$$F_k = \frac{\Delta M}{(h-x') \cdot 0,9 \cdot R_k} \cdot \frac{E_k}{E_a}$$

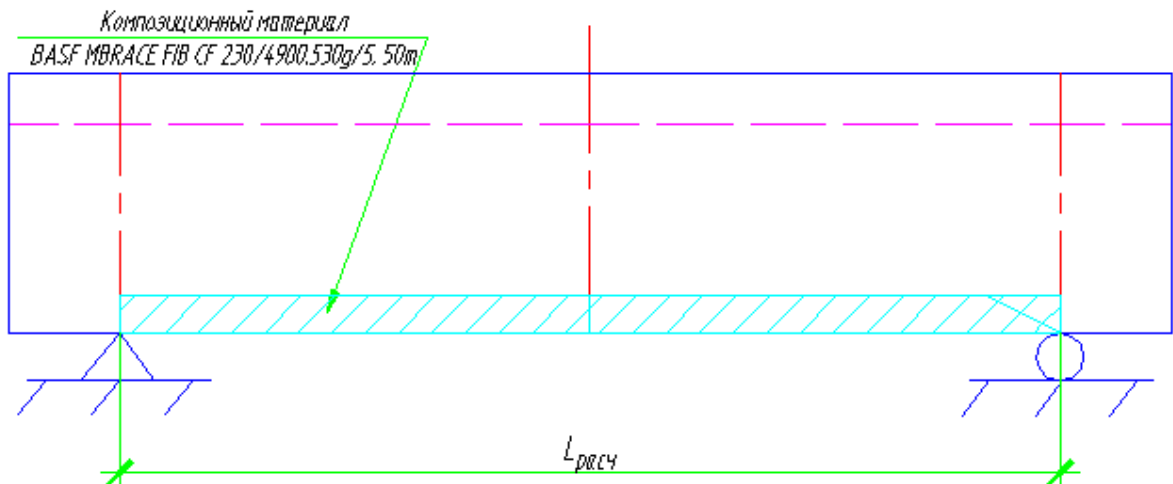
Т.к. балка на 2-х ребрах, делим значение на 2

F <sub>k1</sub> =	<b>1.51</b>	см <sup>2</sup>	- требуемая площадь (для одного ребра)
S=	<b>1.465</b>	см <sup>2</sup>	- площадь сечения одного полотна
n=	<b>1.03</b>		
	<b>1</b>		- количество слоев полотна

Длины полотен принимаем равными (для каждого из 2-х ребер балки):

1-й слой - на длине L<sub>расч</sub> **11.4** м

Схема расположения холстов по длине балки



**Расчет сечения, наклонного к продольной оси в L/8**

Мрасч=	70.9	тс*м	694.82	кНм	- расчетный М
	30	%			- потеря несущей способности
ΔМ	21.27	тс*м	208.446	кНм	
Z=	35	см			- расстояние между лентами

**Характеристики композитного материала**

BASF MBRACE FIB CF 230/4900.530g/5. 50m

Ек=	4900	МПа	- прочность волокон на растяжение
Нк=	230000	МПа	- модуль упругости волокна
Вк=	0.0293	см	- толщина волокна
Вк=	25	см	- ширина полтна
Рк=	3103.33	МПа	- расчетное сопротивление волокна
σ=	2793.00	МПа	- 0.9xRk
Fк=	2.13	см <sup>2</sup>	- требуемая площадь поперечного сечения ткани

$$F_k \geq \frac{\Delta M}{\sum \sigma_k \cdot z_i}$$

Т.к. балка на 2-х ребрах, делим значение на 2

Fk1=	1.07	см <sup>2</sup>	- требуемая площадь (для одного ребра)
S=	0.7325	см <sup>2</sup>	- площадь сечения одной ленты
n=	1.46		
	2		- количество лент на одном ребре балки

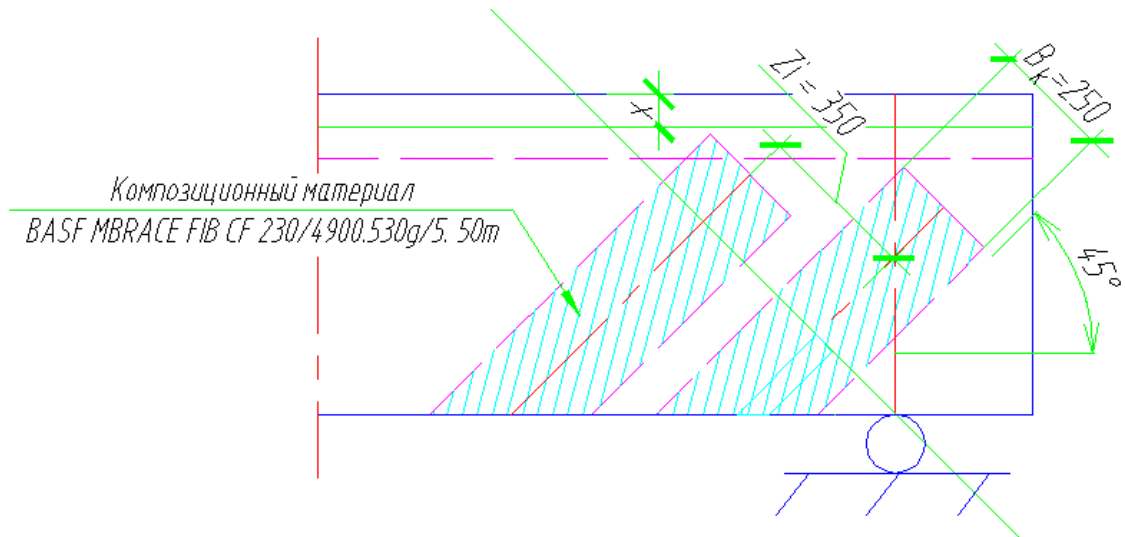
**Проверка по главным растягивающим напряжениям**

Q=	63	т	617.4	кН - поперечна сила
b=	17	см		- толщина стенки балки
h**=	56	см		- высота ребра балки
Rbt=	1.15	МПа		- бетон В35
Eb=	0.0345	Мпа		- модуль упругости бетона
σmt=	0.000003	Мпа	<	2.875 МПа

$$\sigma_{mt} = \frac{Q}{b \cdot h^{**} + F_k \cdot \frac{E_k}{E_b}} \leq 2,5 R_{bt}$$

Проверка выполняется

Схема расположения лент в приопорном сечении



**Вывод:**

*По результатам расчета принято усиление балок:*

- 1 слой холстов композиционного материала **BASF MBRACE FIB CF 230/4900.530g/5.50m** шириной 0.5м – на каждое ребро балки;
- по 2 холста композиционного материала **BASF MBRACE FIB CF 230/4900.530g/5.50m** шириной 0.25м на каждую сторону ребра на каждое приопорное сечение (по 8 холстов на каждое ребро балки, всего – 16 холстов на балку)