

**Московский международный
научно - практический семинар
«Расчет и проектирование
конструкций в среде SCAD
Office 21»**

23 апреля 2019 г.

Рекомендации
по расчету и проектированию
каменных конструкций, усиленных
базальтовой сеткой производства АО
«СТЕКЛОНИТ»

**Научно-исследовательский институт экспериментальной
механики НИУ МГСУ**

канд.техн.наук А.В.ГРАНОВСКИЙ

arcgran@list.ru



МВТУ имени Н.Э. Баумана
**КОМПОЗИТЫ
РОССИИ**

Межотраслевой инжиниринговый центр
«Новые материалы композиты и
нанотехнологии»

МГТУ им. Н.Э. Баумана

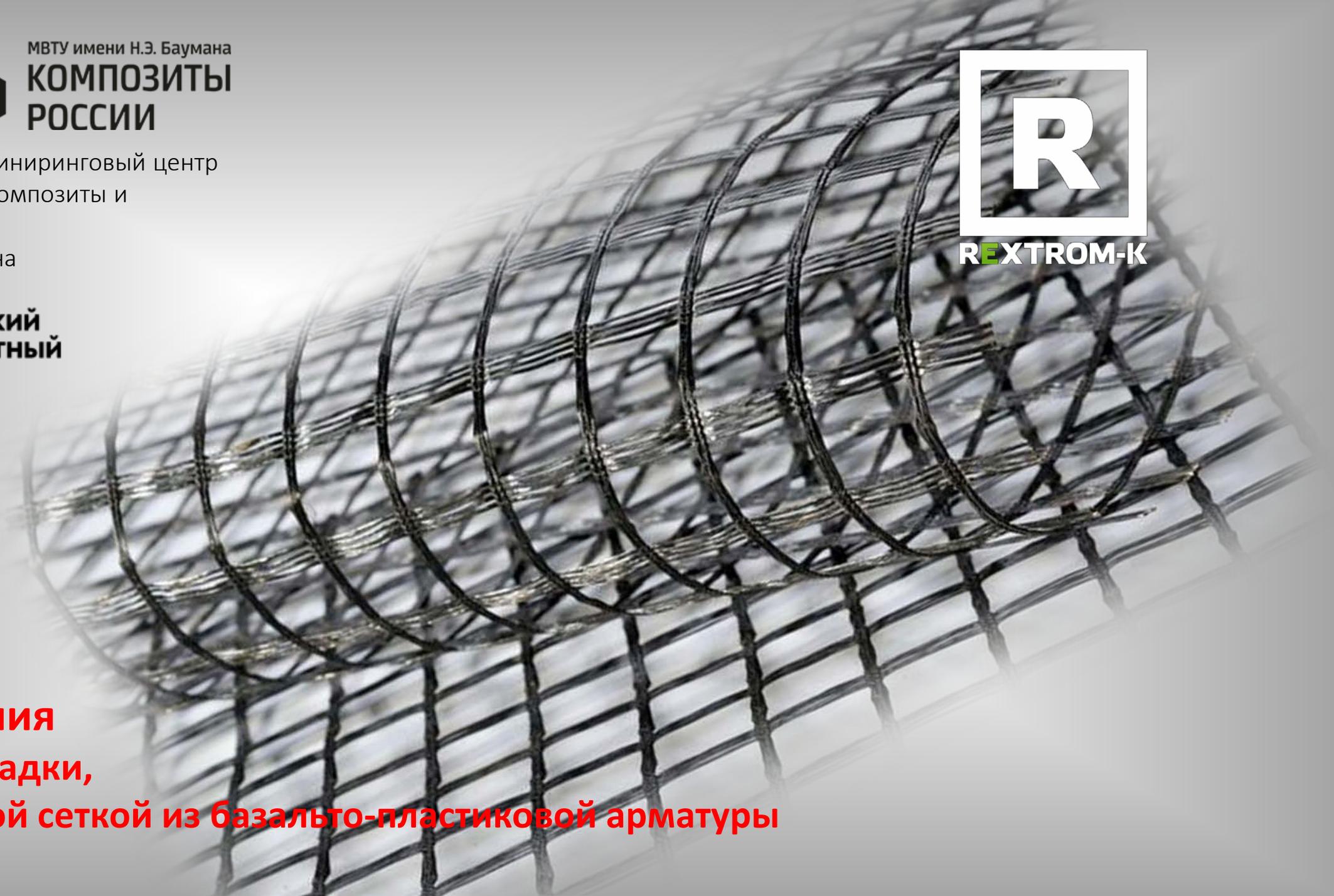


**МОСКОВСКИЙ
КОМПОЗИТНЫЙ
КЛАСТЕР**



REXTROM-K

**Исследования
прочности кладки,
армированной сеткой из базальто-пластиковой арматуры**

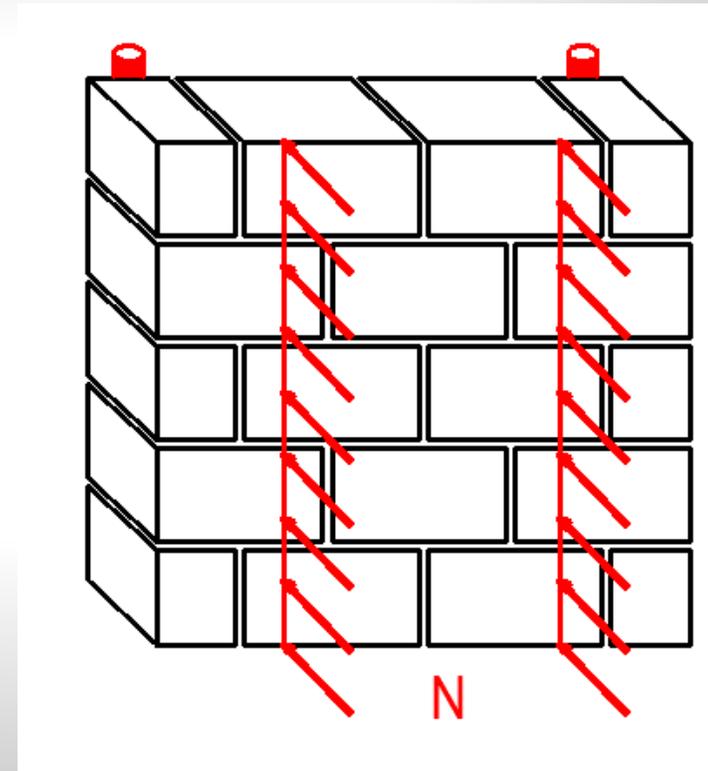
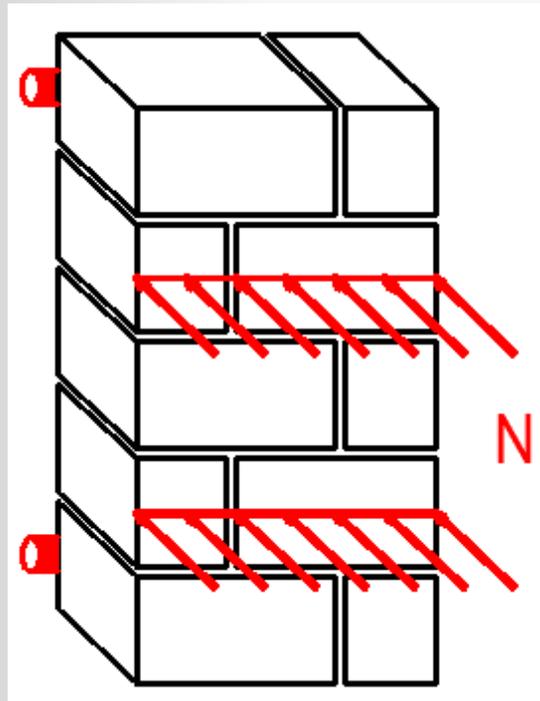


Мировое производство композита

По данным, приведенным на II международной
конференции по бетону и железобетону
(май, 2014г., г. Москва):

- **43%** произведенного в мире композитного материала использовано
в Азии;
- **35%** - в Америке;
- **22%** - в Европе;
- **1%** - в России (в системе «БРИКС»)

Схемы испытаний фрагментов стен из крупноформатного камня на изгиб по неперевязанному и перевязанному швам



Испытания на изгиб по перевязанному сечению

Схема испытания	Обозначение образца	Размеры образца (см)	Марка		N ^т _{тр} (кН)	N _{раз} (кН)		R _{u,tb} (МПа)		R _{экс} _{tb}	
			Камня	Раствора				R _i	R _{ср} /R _{мин}		
По перевязанному сечению (Рогах-200)	ОП-1*	150.0 × 91.2 × 20	150	200	14.5	15.5	0.94	0.410	0.413/0.408	0.21	
	ОП-2*			156	15.0	16.65	0.96	0.408			
	ОП-3*			160	14.0	15.5	0.92	0.421			
	ОП-4а				152	21.0	25.0	0.84	0.620	0.61/0.58	0.29
	ОП-5а				142	21.8	24.5	0.89	0.580		
	ОП-6а				139	23.9	27.8	0.86	0.564		

Испытания на изгиб по неперевязанному сечению

Схема испытания	Обозначение образца	Размеры образца (см)	Марка		N _{тр} ¹ (кН)	N _{раз} (кН)		R _{u,tb} (МПа)		R _{экс tb}
			Камня	Раствора				R _i	R _{ср} /R _{мин}	
По неперевязанному сечению (Pоромax-200)	ОНП-1*	114.0 x 7 6.5 x 20	150	175	18.0	18.8	0.95	0.35	0.34/0.32	0.16
	ОНП-2*			150	18.0	18.6	0.97	0.32		
	ОНП-3*			160	18.0	19.0	0.95	0.36		
	ОНП-4а			154	18.0	18.8	0.96	0.382	0.39/0.38	
	ОНП-5а			168	18.5	19.8	0.93	0.388		
	ОНП-6а			182	24.0	25.0	0.98	0.423**		

ОБЩИЙ ВИД ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ

II СЕРИЯ



ОБЩИЙ ВИД ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ

III СЕРИЯ



ОБЩИЙ ВИД ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ ДО (а) И ПОСЛЕ (б) ИСПЫТАНИЙ

IV В СЕРИЯ

а)



б)





НИЦ строительство
научно-исследовательский центр



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «СТРОИТЕЛЬСТВО»,
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ИМЕНИ В. А. КУЧЕРЕНКО

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
д. т. н., проф.

И. И. Ведяков

«30 апреля» 2018 г.



**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ,
УСИЛЕННЫХ БАЗАЛЬТОВОЙ СЕТКОЙ ПРОИЗВОДСТВА
АО «СТЕКЛОНИТ»**

(по договору № 356/24-13-18/ск от 12.04.2018 г.)

Зам. Руководителя ЦИСС

А.А. Бубис

Заведующий лабораторией № 24
к.т.н.

А.В. Грановский

Заведующий сектором
к.т.н.

Б.К. Джамуев

Москва 2018 г.

dtsniisk@rambler.ru | www.tsnisk.ru, www.cstroy.ru

Адрес: 109428, Москва, 2-я Институтская улица, дом 6
Тел.: +7 (499) 171-2650, +7 (495) 602-0070
Факс: +7 (499) 170-1023, +7 (499) 171-2858

6.06.18г.

Расчет каменных конструкций, усиленных композитными сетками, уложенными в горизонтальные швы кладки

Несущая способность кладки, армированной базальтовой сеткой марки «БЕНСТЕН К», при сжатии и изгибе не зависит от направления укладки сеток: прочность стержней (ровингов) по направлениям как «основа» (вдоль), так и «уток» (поперек) одинакова. В связи с этим требованием к

контролю направления укладки сетки марки «БЕНСТЕН К» в Рекомендациях отсутствуют.

Расчет элементов, армированных сеткой из базальтового волокна «БЕНСТЕН К» при центральном сжатии, следует производить по формуле (28) СП 15.13330.2012, принимая в качестве расчетного сопротивления R_{sk}

$$R_{gb} = R + (\rho \times \mu \times k \times R_s) / 100$$

где R_{gb} - расчетное сопротивление (МПа) кладки, армированной сеткой из базальтового волокна, при центральном сжатии;

R_s - сопротивление, при котором происходит разрыв сетки. Данное значение принимается по каталогу фирмы АО«СТЕКЛОНИТ»;

R - расчетное сопротивление сжатию (МПа) неармированной кладки, принимаемое по таблице 2 СП 15.13330.2012;

k - коэффициент, принимаемый из эксперимента и равный 0,3;

ρ - коэффициент, принимаемый равным:

1 - для кладки из крупноформатных керамических камней пустотностью выше 30%;

1,5 - для кладки из кирпича (камня) пустотностью от 20% до 30%;

2 - для кладки из кирпича (камня) пустотностью до 20%.

$$\mu = \frac{V_a}{V_k} \times 100 = \frac{2 \times f_a}{c \times s} \times 100;$$

где V_a – объем арматуры (см^3);

V_k – объем кладки (см^3);

s – расстояние между композитными арматурными сетками по высоте кладки (см);

$c_1=c_2=c$ – для сетки с квадратными ячейками (см);

f_a – площадь сечения стержня (см²) – см. таблицу П1.2.

Расчет внецентренно сжатых элементов, армированных сеткой из базальтового волокна «БЕНСТЕН К» при малых эксцентриситетах, не выходящих за пределы ядра сечения, следует производить по формуле (29) СП 15.13330.2012, принимая в качестве расчетного сопротивления R_{skb}

$$R_{sgb} = R_1 + \frac{\rho\mu k R_s}{100} \left(1 - \frac{2e_0}{y} \right),$$

где R_{sgb} – расчетное сопротивление армированной кладки при внецентренном сжатии;

R_1, e_0, y – принимаются согласно СП 15.13330.2012;

ρ, μ, k, R_s – принимаются такими же как при расчете центрально сжатых элементов.

Упругая характеристика кладки при расчете элементов, армированных сеткой из базальтового волокна «БЕНСТЕН К» принимается по табл. 16 СП 15.13330.2012 как для неармированной кладки.

При расчете на местное сжатие расчет несущей способности кладки, армированной базальтовой сетки марки «БЕНСТЕН К», следует использовать формулу (17) по СП 15.13330.2012. При этом значение расчетного сопротивления кладки смятию R_c следует принимать равным R_{gb} .

Процент армирования μ при центральном и внецентренном сжатии принимается не более 1%, при $\mu < 0,1\%$ расчет производится без учета армирования. Прочие ограничения, требования и методики расчета не установленные настоящими рекомендациями принимаются по СП 15.13330.2012.

При укладке сетки в растворную матрицу эффект проскальзывания нити «уток» по основе не влияет на эффективность работы арматурной сетки в части обеспечения требований Рекомендаций по прочности конструкций.

Применение арматурной базальтовой сетки марки «БЕНСТЕН К» с ячейкой 25x25 (50x50) мм вместо стальной арматурной при кладке стен позволяет увеличить ее прочность в зависимости от вида стенового материала.

керамзито- и ячеистобетонные (газо-, пено- и силикатные блоки) кладки и его размеров по высоте. При этом при проектировании стеновых конструкций из различных каменных материалов расчетное сопротивление сжатию кладки, армированной базальтовой сеткой марки «БЕНСТЕН К», допускается принимать равным:

- для кладки стен из керамического и силикатного (бетонного) кирпичей и мелкогазобетонных блоков высотой 65 и 88 мм (при армировании кладки через 1 ряд) – $1.28 \times R$ (где R -расчетное сопротивление сжатию кладки, принимаемое по таблице 2 СП 15.13330.2012);

– для кладки стен из керамического кирпича (при армировании кладки через 2 ряда), керамического и силикатного (бетонного) камней, а также из керамзито- и ячеистобетонных блоков при высоте ряда кладки от 140 до 160 мм - **1.22×R**;

– для кладки стен из керамического кирпича (при армировании кладки через 3 ряда), керамического и силикатного (бетонного) камней, а также из керамзито- и ячеистобетонных блоков при высоте ряда кладки от 200 до 250 мм - **1.16×R**;

— для кладки стен из керамического кирпича (при армировании кладки через 4 ряда), или любого стенового материала при высоте ряда кладки 300 мм - $1.1 \times R$;

— для кладки стен из различных каменных материалов, оштукатуренных раствором М100 по базальтовой сетке марки «БЕНСТЕН К» с ячейкой 25×25 мм при толщине штукатурного слоя от 15 до 25 мм, расчетное сопротивление кладки сжатию следует принимать равным $1.1 \times R$.



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ**