



Предпосылки к использованию композитных материалов для усиления сжато-изгибаемых элементов деревянных конструкций

Рощина С.И., д.т.н., профессор, зав. каф. СК ВлГУ

Грибанов А.С., ассистент каф. СК ВлГУ



Актуальность вопроса

В настоящее время в России значительно увеличивается объем работ по реконструкции зданий и сооружений различного назначения с целью продления их жизненного цикла. Широкое распространение получило использование композитных материалов на основе стекло- и углеволокна. Для железобетонных конструкций применению таких материалов способствует наличие соответствующей нормативной базы в лице СП 13330.2014 «Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила расчета», утвержденного 08.08.2014 г и других нормативных документов. Отсутствие четкой нормативной базы в области использования угле- и стекловолокон для усиления изгибаемых и сжато-изгибаемых элементов деревянных конструкций актуализирует дальнейшее развитие исследований в данной области

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ
МАТЕРИАЛАМИ. ПРАВИЛА РАСЧЕТА

(СП2014)

Москва, 2014

Нормативная база



Отечественный опыт применения. Железнодорожный путепровод через проспект Строителей, г. Новосибирск



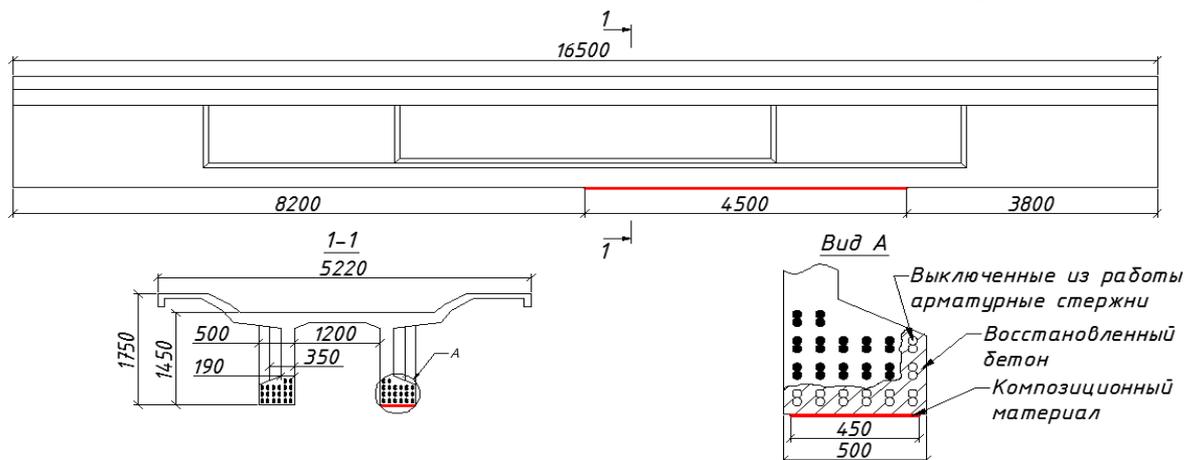
Обнаруженные дефекты:

1. Разрушен бетон нижнего пояса
2. Выбоина в стенке балки
3. Обрыв 12 стержней рабочей арматуры
4. Продергивание 4 стержней рабочей арматуры

Автор материала Неровных Алексей

Канд. техн. наук,
м.н.с. НИЛ «Мосты» СГУПС

Техническое решение



Автор материала Неровных
Алексей

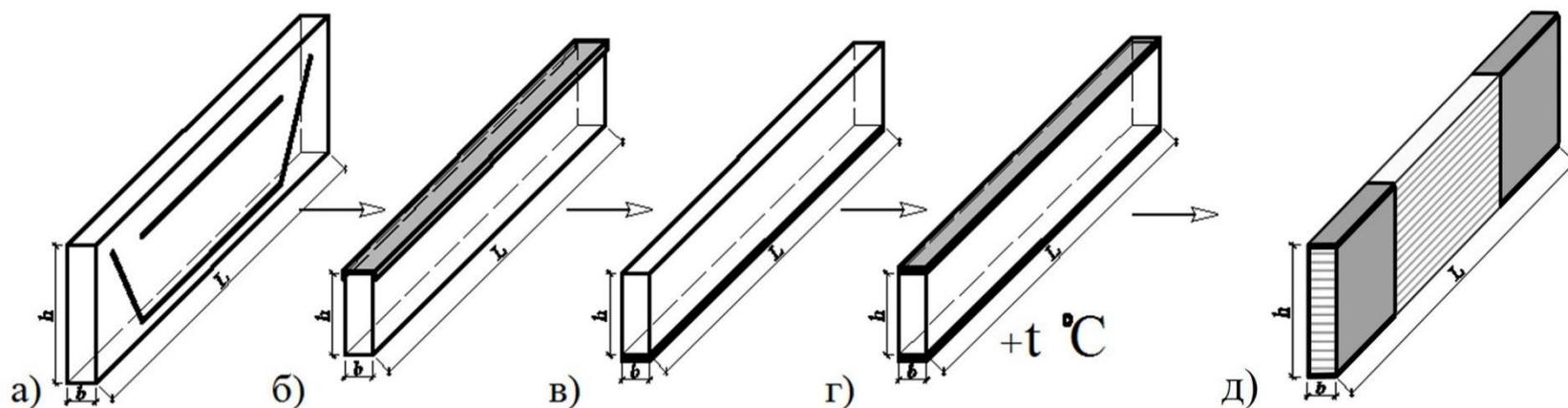
Канд. техн. наук,
м.н.с. НИЛ «Мосты» СГУПС



Отечественный опыт применения. Усиление главных балок пролетных строений.



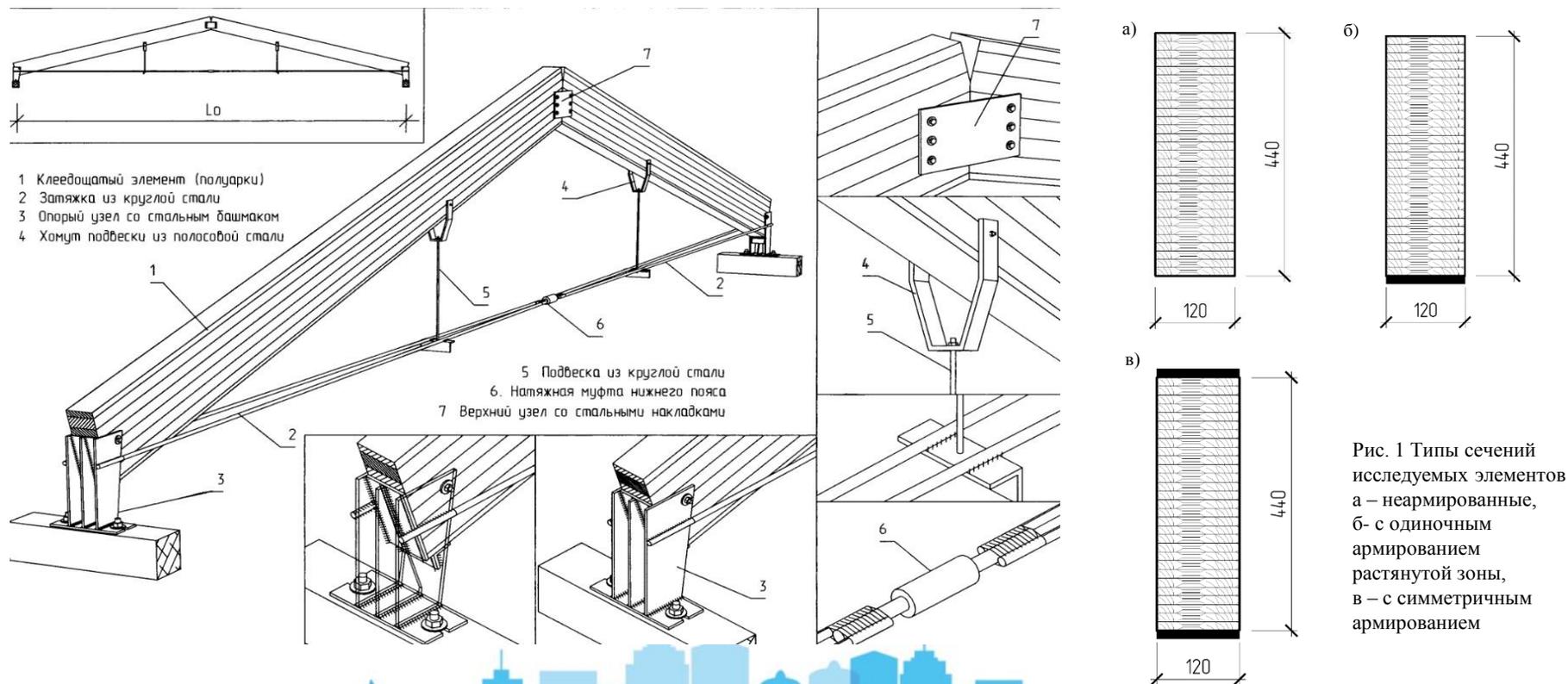
Исследования ВлГУ в области композитных деревянных конструкций



- а) балка армированная круглой арматурой; б) армирование жёсткой арматурой (швеллер); в) армирование стеклотканью в растянутой зоне; г) симметричное армирование стеклотканью с термическим упрочнением клеевой композиции; д) армирование стеклотканью при опорных зонах

Численные исследования работы сжато-изгибаемых элементов деревянных конструкций.

Конструкция-аналог – треугольная распорная система с металлической затяжкой и клеодощатым верхним поясом пролетом $L=12$ м, сечение верхнего пояса $b \times h=140 \times 440$ мм. Серия 1.860-6 вып. 1

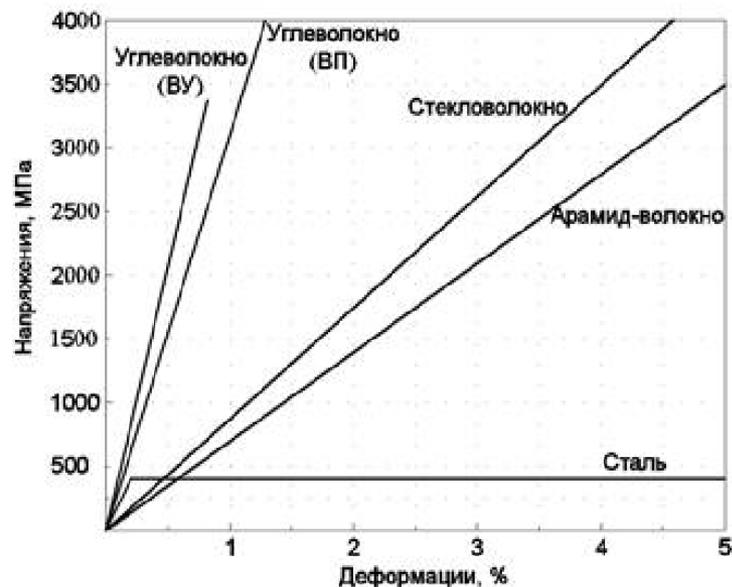


Композитные материалы, используемые для усиления краевых зон

Характеристики композитных материалов и стали
Характеристики композитных материалов и стали

Материал	Прочность на растяжение, МПа	Модуль упругости, ГПа	Деформация удлинения, %	Плотность, т/м ³
Стекловолокно	2400-3500	70-85	3,5-4,7	2,6
Углеволокно (высокопрочное)	4300-4900	230-240	1,9-2,1	1,8
Углеволокно (высокоупругое)	2600-4020	540-640	0,4-0,8	1,91-2,12
Арамид	3200-3600	124-130	2,4	1,44
Арматурная сталь класса АШ	390	205	20-30	7.8

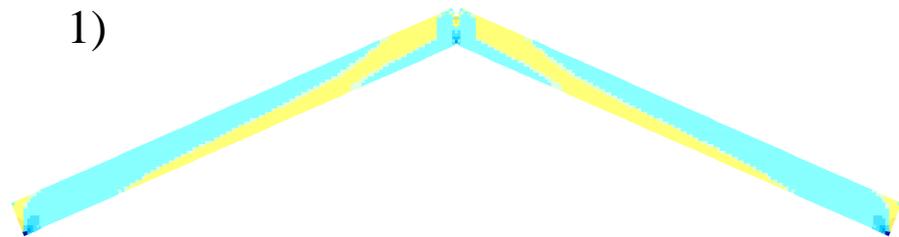
Диаграмма «напряжение – деформация» для различных типов композитных материалов



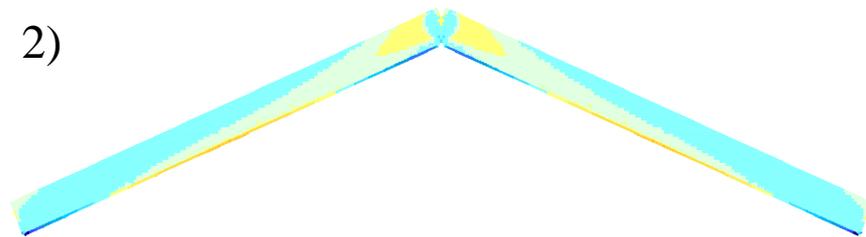
Результаты численного линейного расчета методом конечных элементов в программном комплексе Lira 9.6



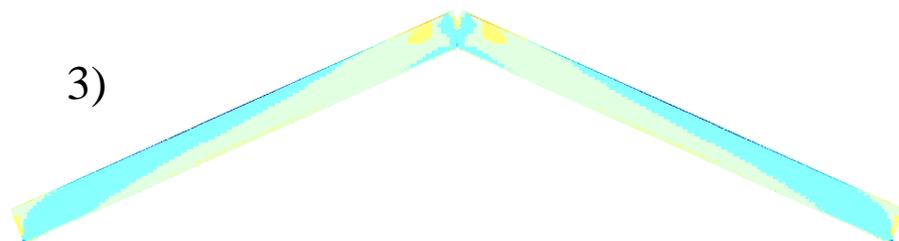
1)



2)



3)



Изополя распределения нормальных напряжений σ_z , т/м² :

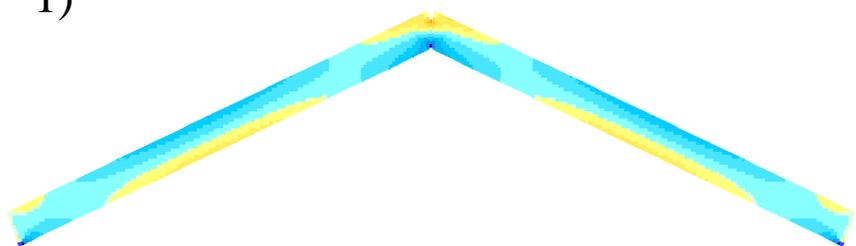
- 1 - для неармированных элементов
- 2 - с одиночным армированием в растянутой зоне,
- 3 - с симметричным армированием



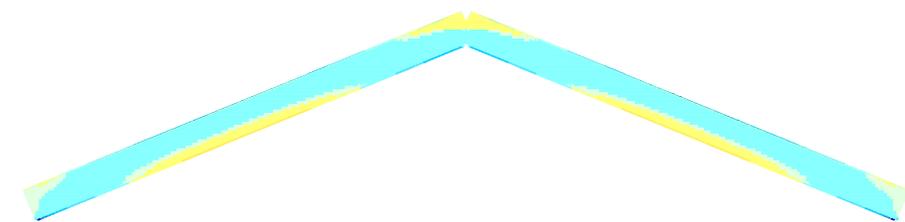
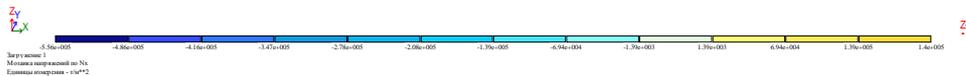
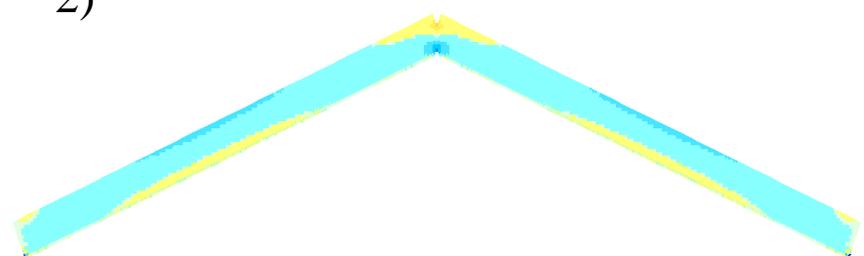
Результаты численного линейного расчета методом конечных элементов в программном комплексе Lira 9.6



1)



2)



Изополя распределения нормальных напряжений σ_x , т/м² :

- 1 - для неармированных элементов
- 2 – с одиночным армированием в растянутой зоне,
- 3 – с симметричным армированием



Результаты численных исследований для армированных стеклотканью сжатоизгибаемых элементов с:

Одиночным армированием растянутой зоны

Симметричным армированием

Кол-во слоев армирующего материала	Коэффициент армирования(μ), %	Снижение нормальных напряжений, %	Снижение деформаций, %
0	0	0	0
2	0,45	1,11	1,8
4	0,91	3,82	6,02
6	1,36	7,42	11,44
10	2,27	14,44	19,88

Кол-во слоев армирующего материала	Коэффициент армирования(μ), %	Снижение нормальных напряжений, %	Снижение деформаций, %
0	0	0	0
2	0,45	1,76	1,2
4	0,91	4,51	3,61
6	1,36	9,25	7,83
10	2,27	19,42	18,07

Результаты численных исследований для армированных стеклопластиком сжато-изгибаемых элементов с:

Одиночным армированием растянутой зоны

Симметричным армированием

Кол-во слоев армирующего материала	Коэффициент армирования(μ), %	Снижение нормальных напряжений, %	Снижение деформаций, %
0	0	0	0
2	0,45	2,78	4,82
4	0,91	11,25	13,25
6	1,36	14,29	20,48
10	2,27	21,26	28,92

Кол-во слоев армирующего материала	Коэффициент армирования(μ), %	Снижение нормальных напряжений, %	Снижение деформаций, %
0	0	0	0
2	0,45	1,76	3,1
4	0,91	4,51	9,64
6	1,36	9,25	18,07
10	2,27	19,42	36,14

График зависимости коэффициент армирования – деформативность сжато-изгибаемых элементов.

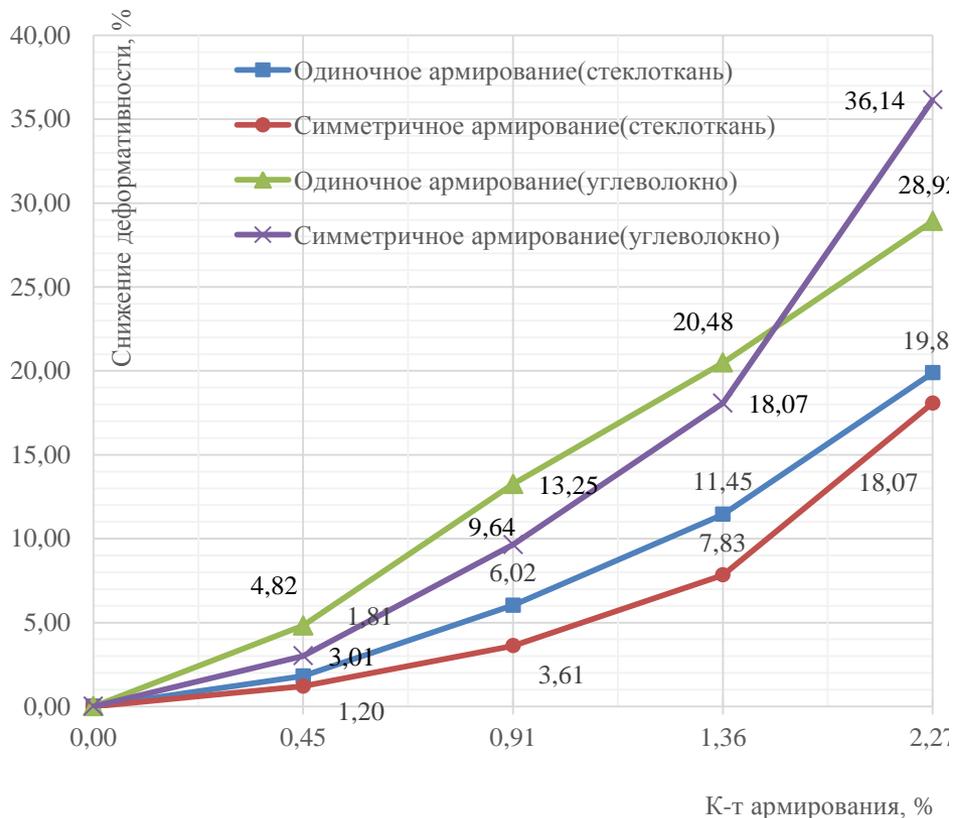


График зависимости коэффициент армирования – нормальные напряжения сжато-изгибаемых элементов

