

# Применение углеродного волокна в системах внешнего армирования (СВА) строительных конструкций различного назначения



# Системы внешнего армирования строительных конструкций – мировая практика широкого применения

2

**Система предназначена** для ремонта и усиления строительных конструкций с целью устранения последствий разрушения бетона и коррозии арматуры в результате длительного воздействия природных факторов и агрессивных сред в процессе эксплуатации

## **Результатом применения являются:**

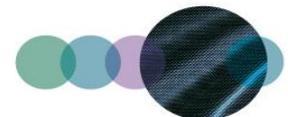
- Значительное увеличение сопротивления ударным и динамическим нагрузкам
- Повышение несущей способности транспортных сооружений, требующих усиления в связи с увеличением статической и динамической транспортной нагрузки
- Восстановление несущей способности сооружений различного назначения при усталости элементов конструкции, наличии трещин, прогибов, коррозии арматуры
- Сохранение несущей способности конструкций при изменении конструктивных схем.
- Повышение сейсмостойкости зданий и сооружений, находящихся в районах с угрозой землетрясений

## **Преимущества перед традиционными методами**

- малый вес и малая общая толщина
- высокая прочность
- отсутствие коррозии, химическая стойкость
- простота и скорость выполнения работ
- нет потребности в тяжелом подъемном и установочном оборудовании
- возможность изготовления элементов системы любой длины (нет необходимости в сложных стыках)

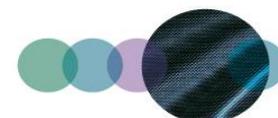


# Объекты применения СВА (специальные резервуары)

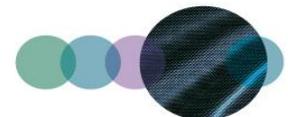


# Объекты применения СВА (конструкции причальных сооружений)

4

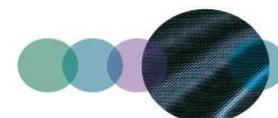


# Объекты применения СВА (спортивные сооружения)



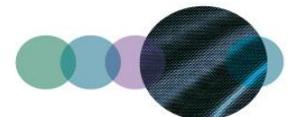
## Объекты применения СВА (жилые здания)

6



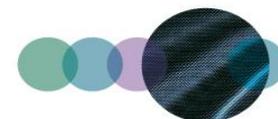
# Объекты применения СВА (автодорожные мосты)

7



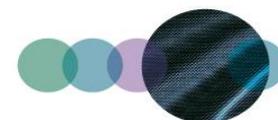
## Объекты применения СВА (промышленные помещения)

8



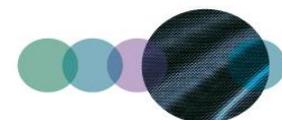
## Элементы конструкций – места применения СВА (арочные проемы)

9



## Элементы конструкций, места применения СВА (стенные проемы)

10



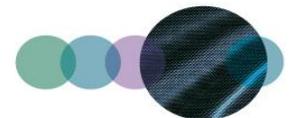
## Элементы конструкций, места применения СВА (колонны)

11



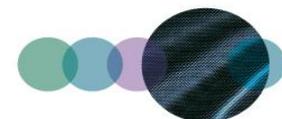
# Элементы конструкций – места применения СВА (плиты перекрытий)

12



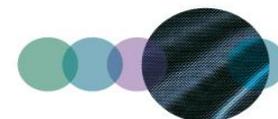
# Способы ремонта и усиления мостовых конструкций методом СВА (внешнее обжатие углепластиковыми прутками)

13



# Способы ремонта и усиления мостовых конструкций методом СВА (обмотка однонаправленными полотнами ж/б опор)

14



## Способы ремонта и усиления мостовых конструкций методом СВА (наклейка углепластиковых ламелей)

15



# Способы ремонта и усиления мостовых конструкций методом СВА (использование пултрузионных профилей)

16



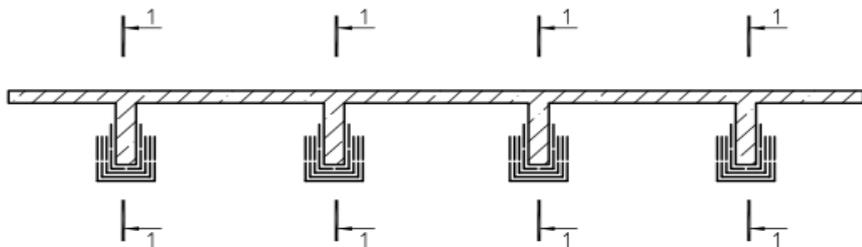
# Проект – мост через ручей , поселок Татищево (аварийное состояние)

17

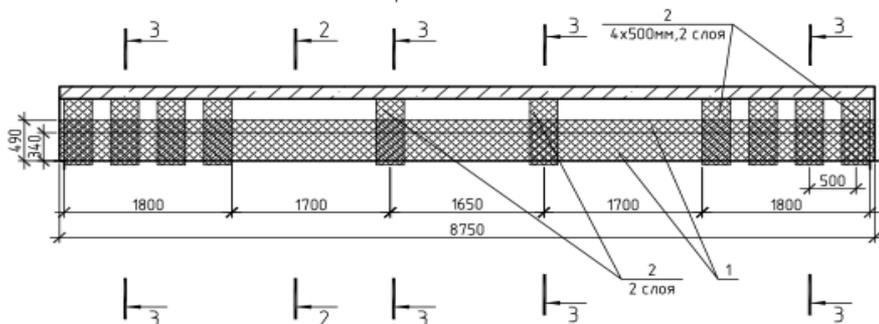


# Проект – мост через ручей , поселок Татищево (ремонт и усиление методом СВА)

Поперечный разрез М 1:50

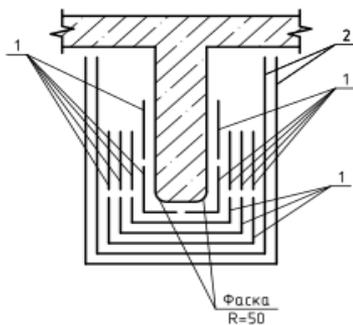
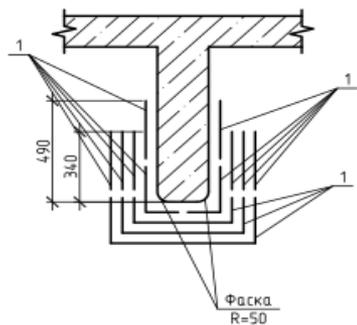


Разрез 1-1 М 1:50



Разрез 2-2 М 1:20

Разрез 3-3 М 1:20



Ведомость элементов усиления

Поз.	Наименование	Кол.	Длина, м
1	УОЛ-300-12К-190	52	8.75
2	УОЛ-300-12К-190	80	2.02

Площадь наклейки УОЛ-300-12К-190	185.1 м <sup>2</sup>
Расход материала УОЛ-300-12К-190	198.1 м <sup>2</sup>

1. Основное армирование ЖБК условно не показано,
2. Расположение углеродных лент может уточняться по месту,
3. Работы по усилению ЖБК композитными материалами должны выполняться в соответствии с Технологической картой.

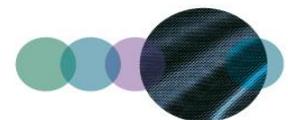
Изм.					ШИФР:				
Мост через ручей на км 0+385 автоподъезда к р.п. Татищево от автодороги Тамбов-Ратищево-Саратов									
Изм.	Кол. листов	док.	Подп.	Дата	Усиление несущих конструкций мостового пролета		Стадия	Лист	Листов
								1	
Схема наклейки углеродных лент							000 "ИПЦ "ИнтерАкво"		

Формат А3



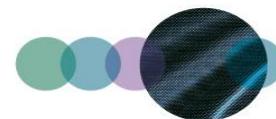
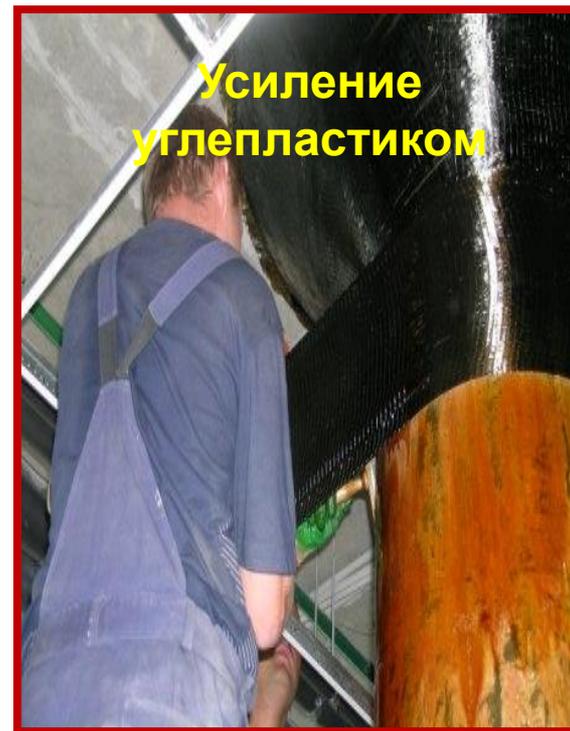
# Примеры внешнего армирования традиционные и с применением углепластика

## ПРИМЕР 1: УСИЛЕНИЕ БАЛОК



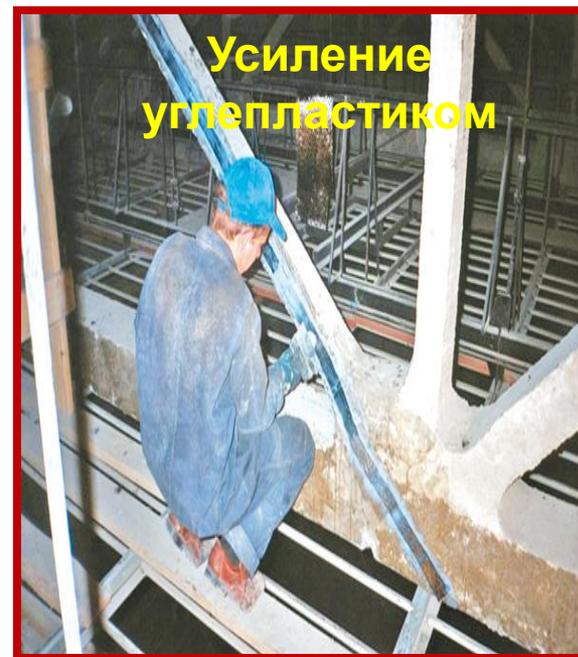
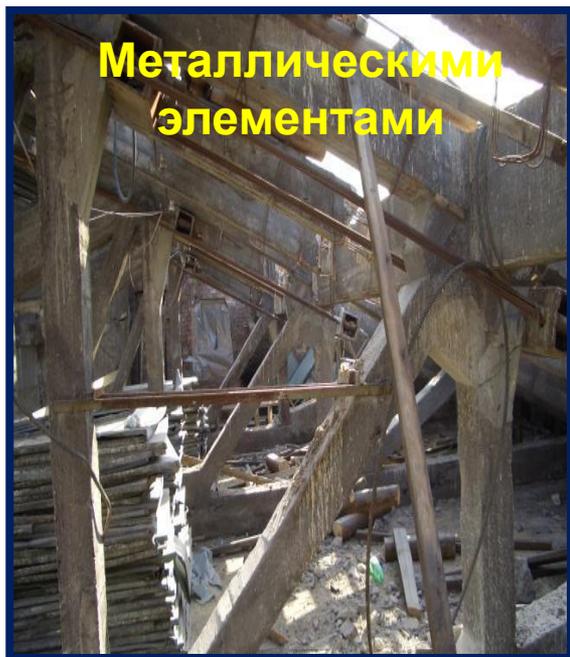
# Примеры внешнего армирования традиционные и с применением углепластика

## ПРИМЕР 2: УСИЛЕНИЕ КОЛОНН



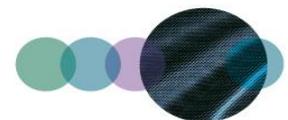
# Примеры внешнего армирования традиционные и с применением углепластика

## ПРИМЕР 3: ВНЕШНЕЕ АРМИРОВАНИЕ ФЕРМ



# Примеры внешнего армирования традиционные и с применением углепластика

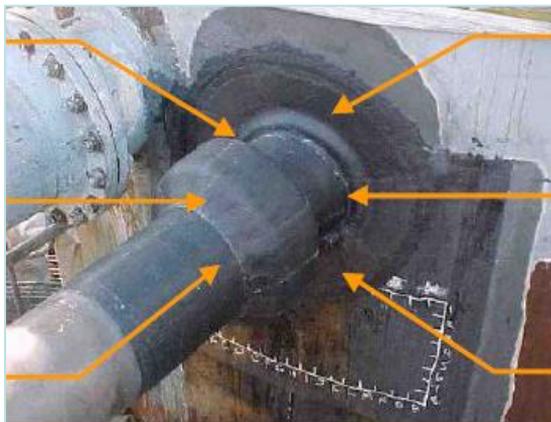
## ПРИМЕР 4: ВНЕШНЕЕ АРМИРОВАНИЕ ПЕРЕКРЫТИЙ



# Ремонт труб

Ремонт нефтяного трубопровода, газопровода высокого давления, паропроводов, канализационных труб, глубоководных трубопроводов, а также коллекторов, тройников и сгонов труб различного назначения

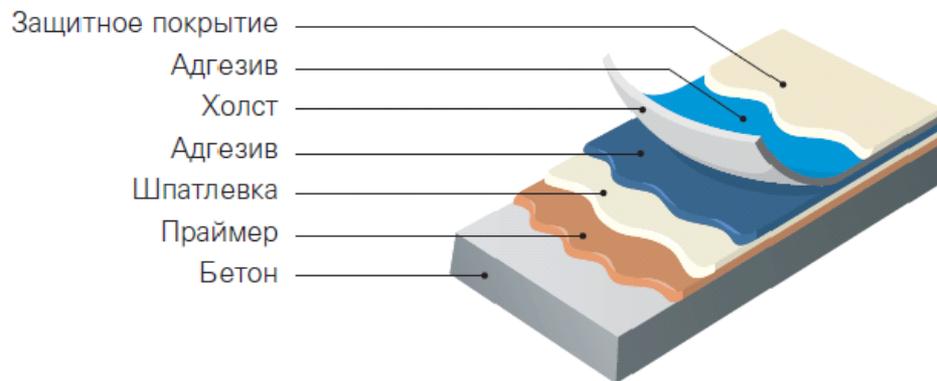
23



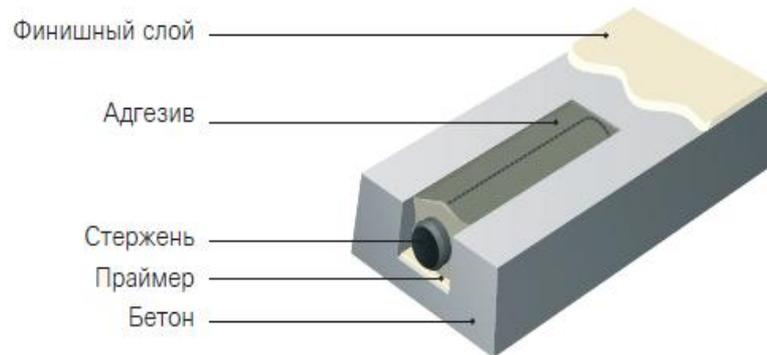
26



## СИСТЕМА ХОЛСТОВ



## СИСТЕМА СТЕРЖНЕЙ



# Технология применения системы внешнего армирования (2)

## Установка: система холстов

25



1  
Прочность сцепления повышается благодаря нанесению праймера.



2  
Выравнивающий раствор наносится пока грунтовка еще липкая.



3  
На усиливаемую поверхность наносится первый слой клея.



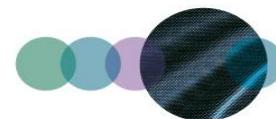
4  
Холст укладывается и прокатывается резиновым валиком.



5  
На поверхность холста наносится второй слой клея.



6  
После отверждения наносится защитное покрытие.



# Технология применения системы внешнего армирования (3)

## Установка системы стержней

26



1  
Нарезка штрабы на усиливаемой поверхности.



2  
Обработка штрабы праймером.



3  
Нанесение адгезива в штрабу.



4  
Стержни вдавливанием вкладываются в штрабу.



5  
На стержни вновь наносится адгезив и выравнивается поверхность.

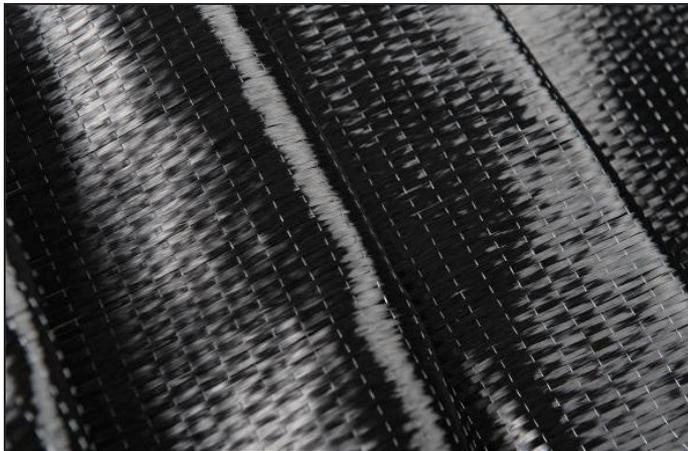


6  
После отверждения наносится финишный слой.



## Элемент системы внешнего армирования – углеродная ткань (ленты)

27



- Углеродные ткани изготавливают из жгутов углеродных волокон путем ткачества
- Толщина ткани (0,1-0,4мм) зависит от количества волокон в жгутах, диаметра волокон и расположения жгутов.
- Масса -0,15-0,5 кг/м<sup>2</sup>
- Ткани выпускают разной ширины, как правило от 100мм до 500мм.
- Углеродные ткани применяют для создания композитных материалов путем проклейки ткани полимерной смолой
- Прочность ткани при растяжении- 2500-4500 МПа
- Модуль упругости- 250 ГПа
- Относится к группе трудносгораемых строительных материалов.



## Элемент системы внешнего армирования – углепластиковый стержень

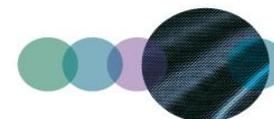
28

Углепластиковый стержень выпускается в двух вариантах: с посыпкой песком или без нее, любой строительной длины из углеродных волокон, пропитанных химически стойким полимером. Он предназначен для армирования конструкций из бетона и асфальтобетона.



### Сравнение физико-механических характеристик металлической арматуры и углепластикового стержня

Наименование показателей	Углепластиковый стержень	Металлическая арматура А3
Модуль упругости при растяжении, ГПа	130	200
Разрушающее напряжение при растяжении, ГПа	1,5	0,39
Плотность, т/м <sup>3</sup>	1,4	7,8



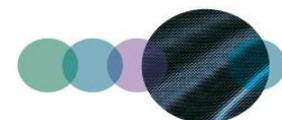
## Партнер ХК «Композит» в реализации проектов – Инженерно-производственный Центр «ИнтерАква»

29

С 1992 года фирма "ИнтерАква" специализируется на восстановлении эксплуатационных свойств строительных конструкций и гидроизоляции, в первую очередь, применительно к подземным сооружениям городской застройки, гидросооружениям, резервуарам, очистным сооружениям, градирням, кабельным каналам, коллекторам, причалам и т.д.

Фирма установила надежные партнерские и дистрибьютерские отношения с ведущими разработчиками и поставщиками специальных строительных материалов в США, Канаде, Испании, Германии, Швейцарии и др.

Инженерно-производственный Центр "ИнтерАква" является лидером по разработке и освоению прогрессивных методов гидроизоляции с использованием инновационных материалов и эффективных технических решений, усиления конструкций на базе принципа внешнего армирования композитными материалами.



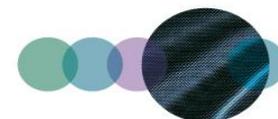
# Пример усиления конструкции автомобильных мостов

30

## Мост через реку Кехта на автодороге Москва-Архангельск



Совместно с Архангельским Мостовым эксплуатационным Управлением осуществлен ремонт и усиление железобетонных конструкций моста. В балках пролетных строений имелись многочисленные отслоения защитного слоя с обнажением и коррозией арматуры, в стойках опор - поперечные трещины, сколы. Потеря сечения рабочей арматуры составляла до 20%. Был выполнен комплекс работ по ремонту конструкций. Усиление балок выполнено путем наклейки углепластиковых накладок из 2-х слоев ткани по нижнему поясу балок и хомутов в опорной части. В стойках опор выполнены углепластиковые бандажы шириной 150 мм с шагом 500мм.



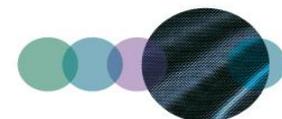
# Пример усиления конструкции автомобильных мостов

31

Мост через реку Киржач на 95км автодороги М-7 "Волга"



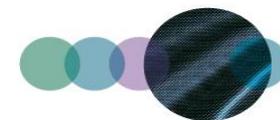
Совместно с УНР-494 были выполнены работы по ремонту и усилению железобетонных балок пролетом 16,7м. В балках имели место отслоения защитного слоя с оголением и коррозией арматуры, раковины, каверны. Усиление выполнено путем наклейки углепластиковых накладок из 3-х слоев ткани по нижнему поясу балок, наклонных хомутов из 2-х слоев ткани на опорах и вертикальных хомутов из 1-го слоя ткани в пролетной части.



# Пример усиления конструкции общественных зданий

32

Усиление конструкций общественных зданий  
Аэропорт Домодедово



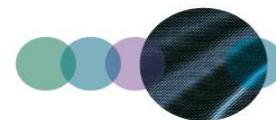
# Пример усиления конструкции промышленных зданий

Сгустители для производства калийных удобрений  
Соликамск (2000-2001г.)

33



В чашах сгустителей имели место многочисленные кольцевые и радиальные трещины, бухтящие зоны, отслоения бетона с оголением и коррозией арматуры. Выполнено компьютерное моделирование несущей способности и деформативности конструктивных элементов сгустителей с учетом фактических физико-механических характеристик бетона и арматуры. Установлена зона значительных растягивающих напряжений в средней пролетной части между кольцевой опорной балкой и центральной опорой. После выполнения ремонтных работ осуществлено усиление путем наклейки углепластиковых накладок по периметру кольцевой опорной балки (в шесть слоев - 3-х радиальных и 3-х тангенциальных) и вокруг центральной опоры (в два радиальных слоя).

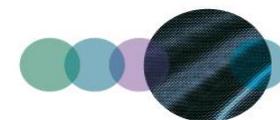


# Пример усиления конструкции промышленных зданий

Фундамент главного вентилятора на фабрике БИС-2.  
Соликамск (2002г)



Фундаменты под флотомашины на фабрике СКРУ-3  
Соликамск (2002г)



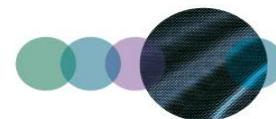
## Пример усиления конструкции причальных сооружений

Бортовая предварительно напряженная железобетонная балка причала № 9. Новороссийский морской порт (2001г)

35



Балка была повреждена ударом швартующегося судна, сбита с опор и затонула. Обследование после ее подъема выявило наличие трещин и выколов бетона глубиной до 30см и протяженностью до 3м, отслоений поверхностного слоя на глубину до 8см с обнажением и коррозией арматуры. Потеря сечения конструктивной арматуры составила 40%. Балка была отремонтирована и усилена путем наклейки по всей поверхности конструкции полос шириной 150мм из 4-х слоев углеродной ткани. Полосы наклеивали в продольном и поперечном направлении с шагом 150мм.

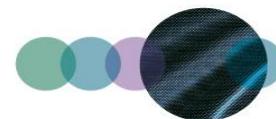


## Пример усиления бассейнов

36



С помощью углепластиковых накладок была обеспечена несущая способность целого ряда бассейнов в поселках Горки, Кедр-2 Московской обл. Также были разработаны технические решения и выполнено усиление спортивных бассейнов в г.Обнинск и Пермь. Технология внешнего армирования композитными материалами при ремонте чаш бассейнов обеспечила повышение их жесткости, трещиностойкости и несущей способности, тем самым создавая благоприятные условия для надежной гидроизоляции бассейнов.



# Меры по преодолению сдерживающих факторы развития российского рынка УВ и изделий из ПКМ в строительстве

37

Внести изменения в ГОСТы и СНиПы, предусматривающие применение ПКМ на основе углеродных волокон. Запланировать проведение подведомственными Минрегионразвития РФ институтами в 2011 году НИОКР для дополнения альбомов типовых решений для отраслей потенциально высокого спроса решениями с использованием ПКМ (строительная отрасль – арматура, фибро-бетон, углеродные ленты; мостостроение – конструкционные материалы и углеродные ленты для нового строительства и ремонтов; дорожное строительство, судостроение, электроэнергетика, трубопроводный транспорт), разработать методические рекомендации по проектированию и применению данных материалов, провести необходимые испытания материалов, разработать меры по популяризации применения высокопрочных ПКМ.

*Ответственное министерство: Минрегионразвития РФ.*

*Срок: декабрь 2010 года.*

Разработать и представить в Правительство РФ Программу внедрения современных высокопрочных композиционных материалов в конструкции проектируемых мостовых сооружений в 2011-2016 годах, предусматривающую разработку технологий производства и строительства опытных (референтных) мостов (15-20 объектов).

Ответственное министерство: Министерство транспорта, Минфин, Минпромторг, Министерство обороны.

Срок: декабрь 2010.

Разработать и представить в Правительство РФ Программу внедрения систем внешнего армирования на основе высокопрочных ПКМ для усиления, ремонта и реконструкции зданий и сооружений (включая мостовые конструкции), трубопроводного транспорта.

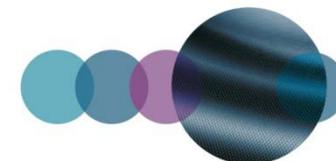
Ответственное министерство: Министерство регионального развития, Министерство транспорта, Минэкономразвития, Минфин, Минпромторг.

Срок: декабрь 2010.

# Программа НИОКР

№ п/п	Наименование
1	Усиление фундаментов под оборудованием, испытывающим циклические динамические нагрузки, системой внешнего армирования с целью увеличения их срока службы
2	Возможность предотвращения разрывов трубопроводов в реакторном отделении с помощью внешнего усиления углеродными лентами (бандажами) как в условиях строительной площадки, так и на заводе
3	Внедрение технологии внешнего армирования углеродными лентами с целью усиления защитных оболочек и сосудов под давлением атомных станций, для снижения количества арматуры
4	Исследование возможности использования углеродной фибры в составе цементных стяжек и в качестве наполнителя полимерных шпаклевочных составов во время строительства и ремонтных периодов
5	Возможность применения углепластикового покрытия поверхности стен и полов в зоне дезактивации

Для того чтобы была возможность использования углеволоконистых материалов в атомной отрасли необходимо финансирование для испытания этих материалов. НИОКРы ускорят процесс внедрения инновационных наноматериалов.



## КООРДИНАТЫ

Холдинговая компания «Композит»

117218 г. Москва, ул. Кржижановского, д. 14, корп. 3

[www.compozit.su](http://www.compozit.su)

+7 495 787 88 28

