

Преимущества применения углеволокнистых материалов в атомной отрасли



Коммерческий директор ХК Композит – Васильев Кирилл Данилович

Сравнение базовых физико-механических характеристик полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе углеродных волокон (УВ) с различными конструкционными материалами

Углеродные волокна (УВ) – органический материал, содержащий 92 - 99,99 % углерода. Углеродные волокна получают путем ступенчатой термообработки различных химических волокон (прежде всего на основе полиакрилонитрила - ПАН) при температурах до 3200⁰С.

По сравнению с обычными конструкционными материалами (алюминием, сталью и др.) полимерные композиционные материалы (ПКМ) на основе УВ обладают экстремально высокими характеристиками – прочностью, сопротивлением усталости, модулем упругости, химической и коррозионной стойкостью, в разы превышающими аналогичные показатели стали, при существенно меньшей массе.

Тип материала	Прочность, МПа	Модуль упругости, ГПа	Плотность, гр./куб. см
Композит на основе углеродного среднепрочного волокна УВ СПУ (S – Strength)	1900	135	1,6
Композит на основе углеродного высокопрочного волокна УВ ВПУ (HS – High Strength)	3000	154	1,6
Композит на основе углеродного высокомодульного волокна УВ ВМУ (HM – High Modulus)	2400	> 230	1,6
Композит на основе стекловолокна S класса СВ - S	870	40	1,8
Алюминиевый сплав (2024-T4)	450	73	2,7
Титан	950	110	4,5
Малоуглеродистая сталь (55 сорт)	450	205	7,8
Нержавеющая сталь (A5-80)	800	196	7,8
Быстрорежущая сталь (17/4 H900)	1241	197	7,8

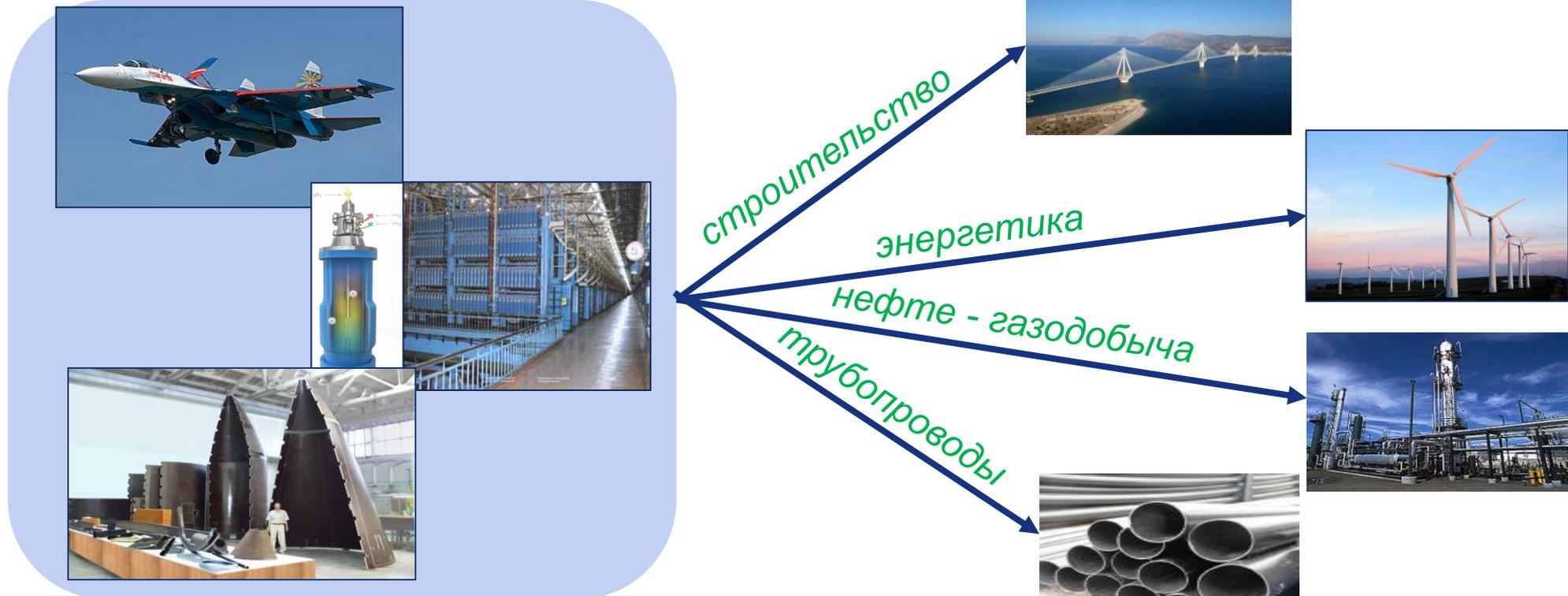
Углеродные волокна до 10 раз прочнее и в 4 раза легче стали 3

80-90-е годы XX века

XXI век

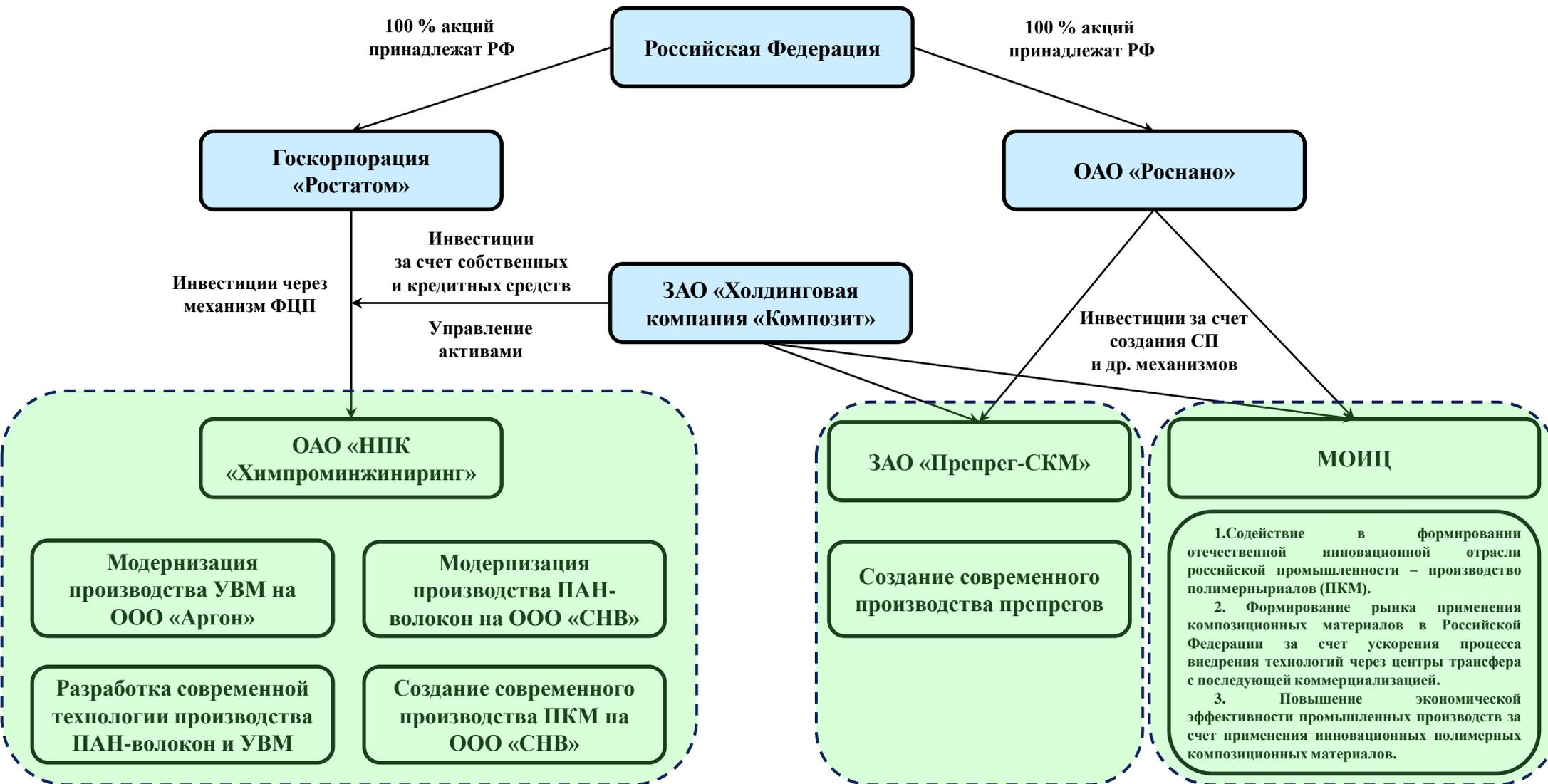
- * Малотоннажное производство
- * **Высокие** (неконкурентоспособные с традиционными конструкционными материалами) цены.
- * Стратегические сферы применения углеродных волокон: самолетостроение, ракетостроение, производство газовых центрифуг для обогащения урана.

- * На мировом рынке конкурентоспособны только компании обладающие **крупнотоннажным производством**
- * Снижение цен до конкурентоспособного уровня.
- * Массовое применение в гражданских отраслях.



Цена - основной фактор сдерживающий спрос

Российское производство высокопрочных ПКМ



Результат - Создание новой отрасли в Российской Федерации по производству современных ПКМ

Продукция ЗАО «Холдинговая компания «Композит» – системы внешнего армирования на основе углеродного волокна



Фермы



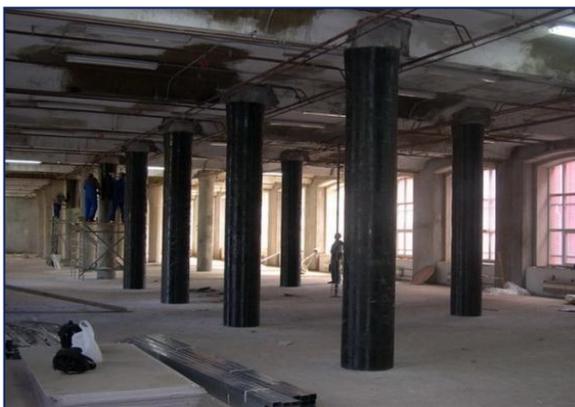
Потолочный проем



Стеновой проем



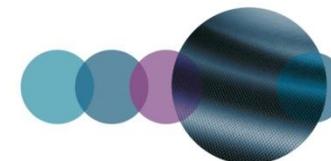
Стены



Колонны

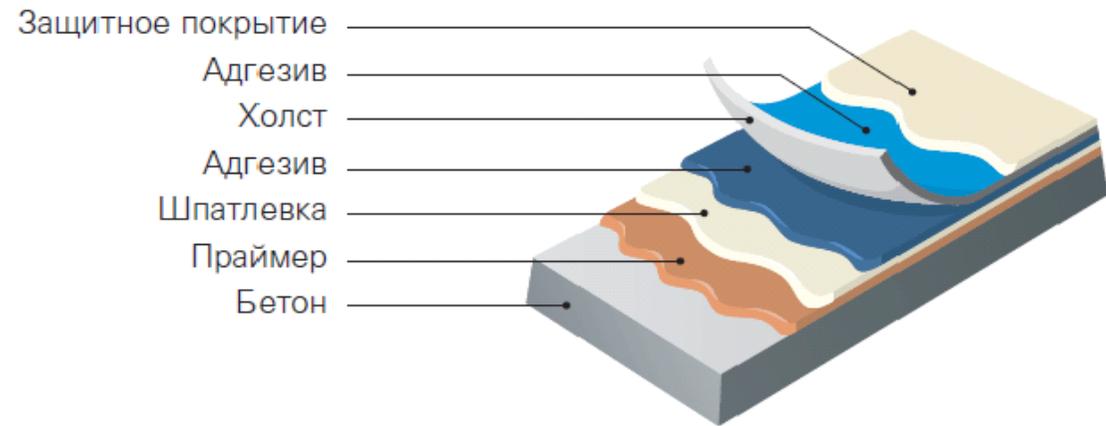


Плиты перекрытия

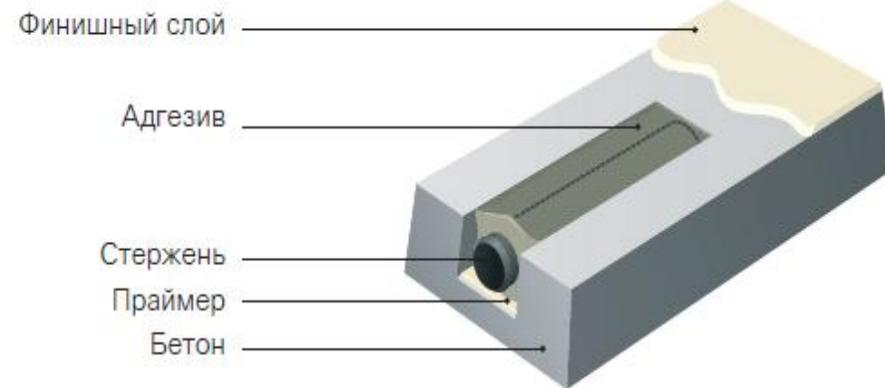




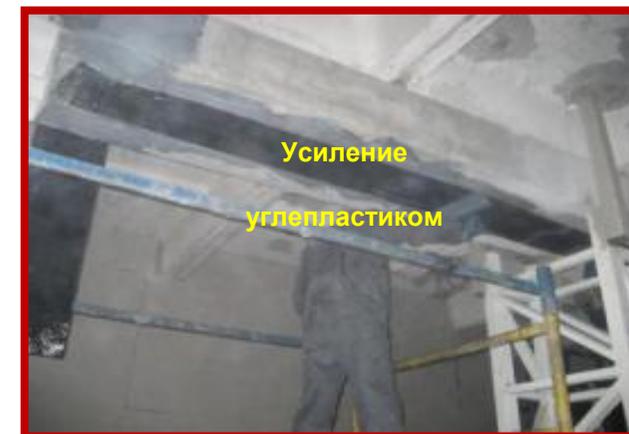
СИСТЕМА ХОЛСТОВ



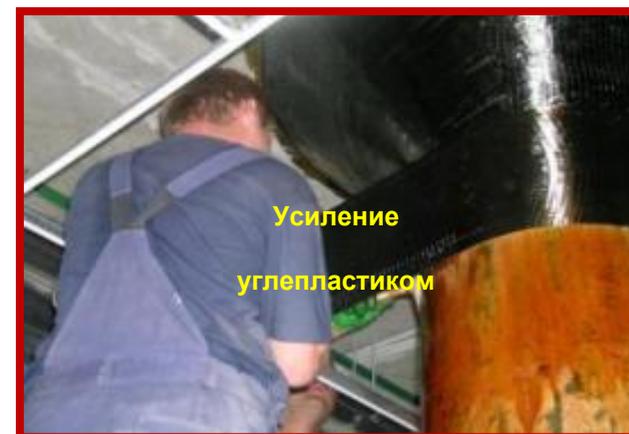
СИСТЕМА СТЕРЖНЕЙ



ПРИМЕР 1: УСИЛЕНИЕ БАЛОК



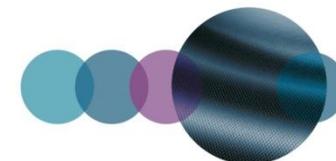
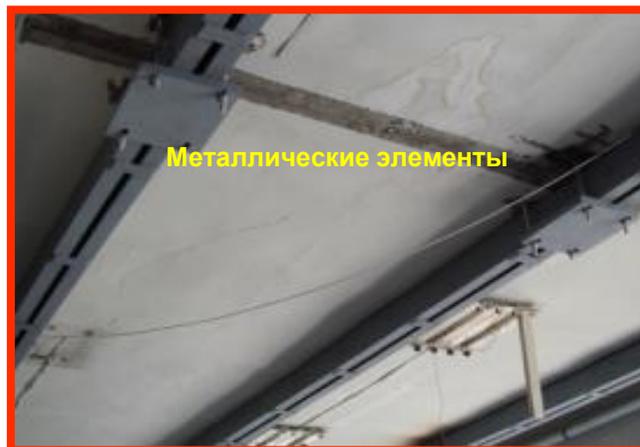
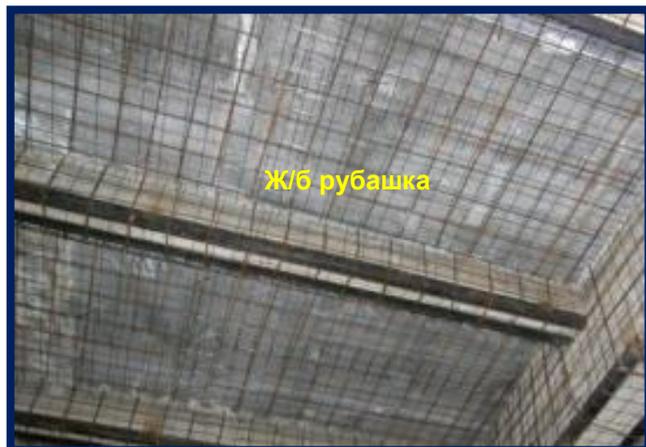
ПРИМЕР 2: УСИЛЕНИЕ КОЛОНН



ПРИМЕР 3: ВНЕШНЕЕ АРМИРОВАНИЕ ФЕРМ



ПРИМЕР 4: ВНЕШНЕЕ АРМИРОВАНИЕ ПЕРЕКРЫТИЙ



Установка: система холстов



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.



Чаша сгустителя, г. Соликамск 2000 г.

Совместно с фирмой
“Уралгидроизоляция” осуществлено
усиление чаши сгустителя для
производства калийных удобрений и
железобетонной подстропильной балки.



Для усиления использованы углеродные ленты ЛУ-30-2 отечественного производства. На днище чаши были выполнены две кольцевых наклейки – в зоне опорной балки из 6-ти монослоев (3-х радиальных и 3-х тангенциальных) и в зоне центральной опоры из 2-х радиальных слоев



Чаша сгустителя,

г. Соликамск

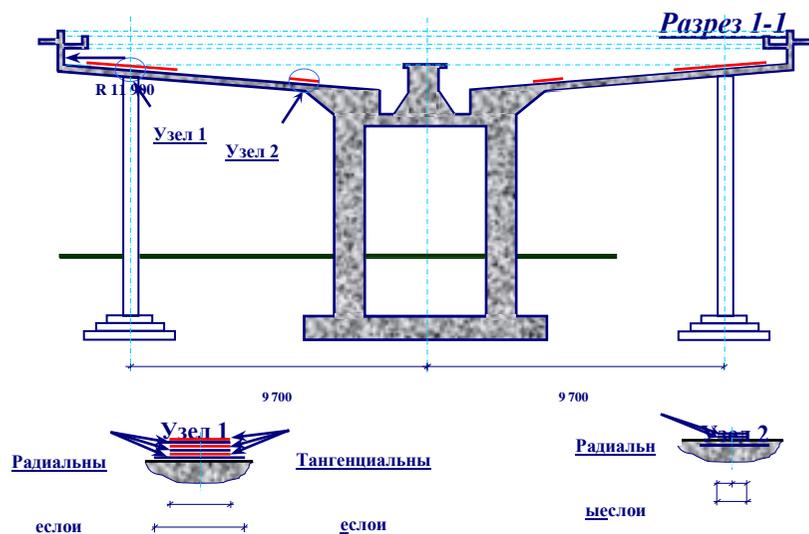
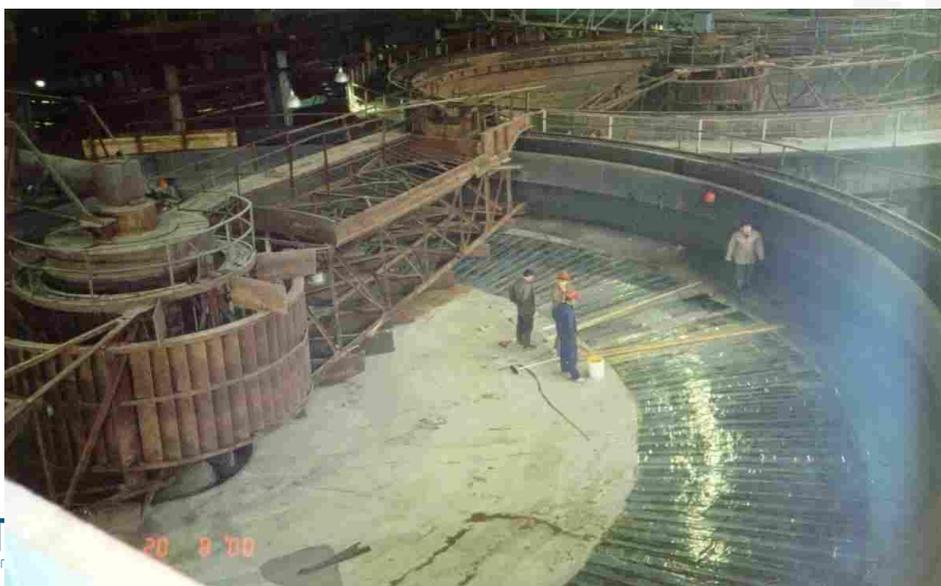
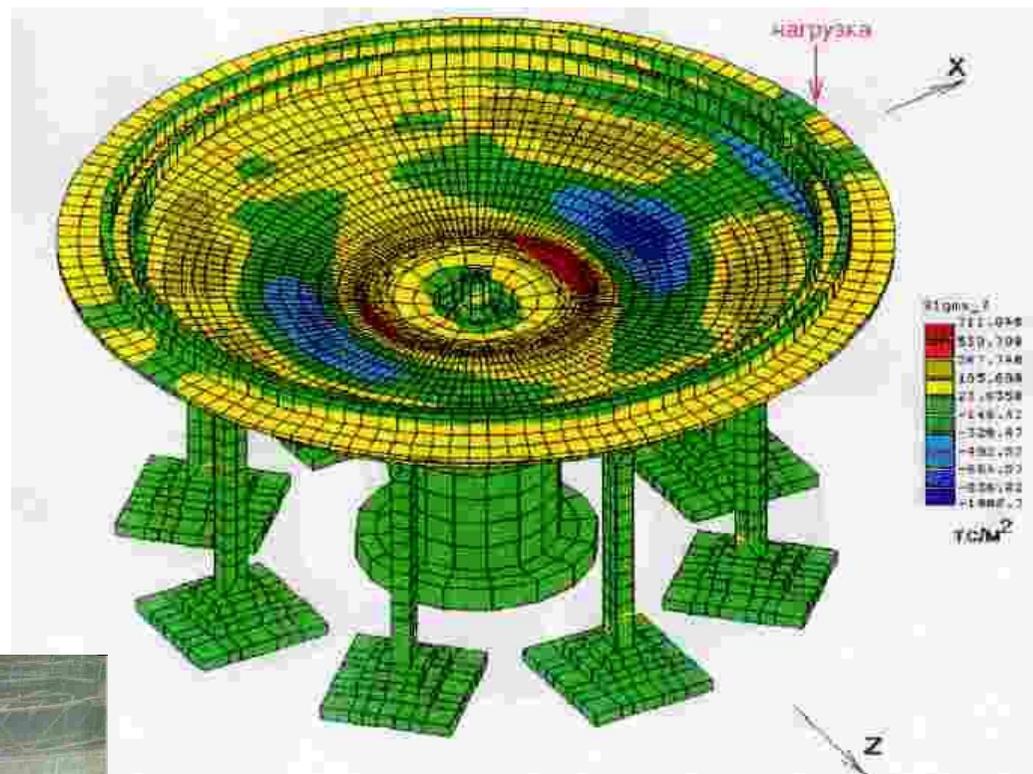


Рис.4. Усиление сгустителя

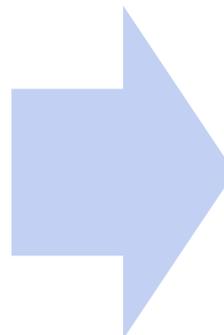


• По результатам обследования чаши сгустителя определен дефицит арматуры.

• Проведен прочностной расчет и определены объемы усиления.

• Выполнен проект усиления чаши сгустителя

Системы внешнего армирования, оценка экономической эффективности на примере усиления моста п. Татищево, Саратовская обл., 2010 г.



Калькуляция себестоимости ремонта моста (п.Татищево, Саратовская обл.) системой внешнего армирования углеродными лентами

Калькуляция себестоимости ремонта моста (п.Татищево, Саратовская обл.) традиционным методом усиления металлическими шпренгелями

Статьи затрат	Сумма, руб.
Проектирование	100 000,00
Материалы	417 756,00
Проведение работ	238 455,00
Итого:	
Сметная стоимость с НДС	756 211,00

Статьи затрат	Сумма, руб.
Проектирование	100 000,00
Материалы	649 823,00
Проведение работ	649231,00
Итого:	
Сметная стоимость с НДС	1399054,00

Экономический эффект	642843,00 рублей - 45.9%
-----------------------------	---------------------------------

Несущая способность моста (п.Татищево, Саратовская обл.)

	обозначение нормативной нагрузки	значение единичной нагрузки, тонн
Проектная нагрузка до усиления	Н-13; НГ-60(Д)	48,00
Фактическая нагрузка до усиления		20,00
Фактическая нагрузка после усиления	АК-14	82,23

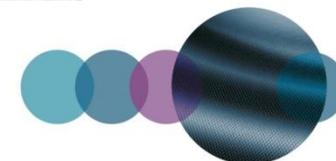
Увеличение несущей способности	62,23
---------------------------------------	--------------

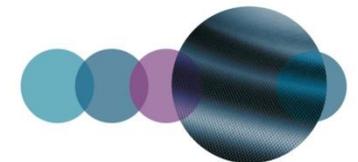


Место взрыва

Усиленная колонна

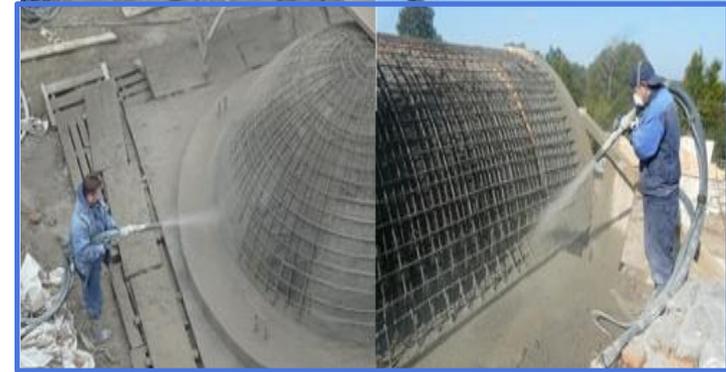
Колонна без усиления





Армирующие добавки

Фибра – мелко дисперсное волокно выпускается из волокон 3-х типов: на основе ПАН волокна, ПАН окисленного волокна и углеродного волокна. Используется в качестве армирующей добавки в цементные, бетонные, пенобетонные и асфальтобетонные смеси.

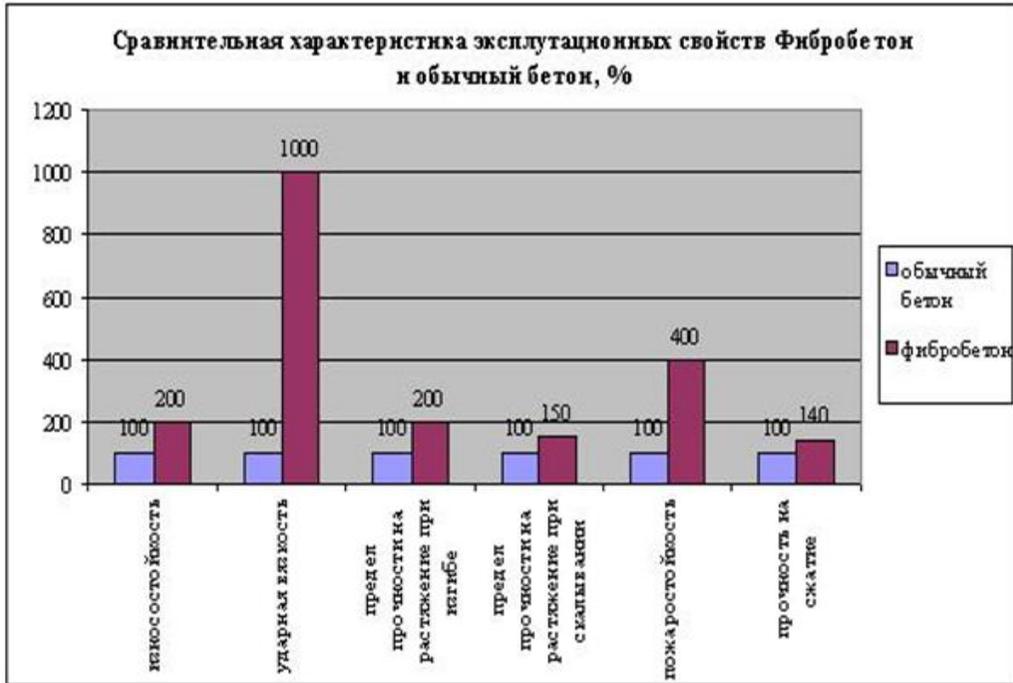


Результаты испытаний по определению свойств бетона В25 без фибры и бетона с добавлением фибры 3-х типов.
(Расход - 1 кг/м³, длина резки 6-12мм, период набора прочности - 28 суток):

Свойства бетона	Еди. изм.	Исходный бетон	Бетон В25+ПАН фибра	Бетон В25+ПАН-окисленная фибра	Бетон В25+УВ фибра
Марка бетона		В25	В30	В30	В40...В45
Предел прочности на сжатие	МПа	327	395	425	589
Предел прочности на растяжение	МПа	21,8	39,24	43,6	117,8
Показатель морозостойкости		F300	F375	F405	F500
Показатель водонепроницаемости		W6	W6	W8	W12



Армирующие добавки (фибра)



Углефибробетон рекомендуется для изготовления конструкций, в которых могут быть наиболее эффективно использованы следующие его технические преимущества по сравнению с бетоном и железобетоном:

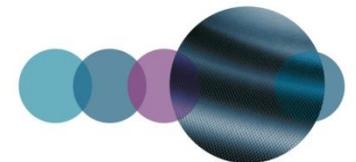
- **значительное снижение влагопроницаемости;**
- **повышенная морозостойкость и атмосферостойкость;**
- **стойкость к агрессивным средам;**
- **повышенные трещиностойкость, ударная вязкость, износостойкость;**
- **возможность использования более эффективных конструктивных решений, чем при обычном армировании, например: применение тонкостенных конструкций, конструкций без стержневой или сетчатой распределительной и поперечной арматуры и др.;**
- **возможность снижения или полного исключения расхода стальной арматуры, например, в конструкциях с экономической ответственностью;**
- **снижение трудозатрат и энергозатрат на арматурные работы, повышение степени механизации и автоматизации при производстве углефибробетонных конструкций, например, сборных тонкостенных оболочек, складок, ребристых плит покрытий и перекрытий, дорожных покрытий, монолитных и сборных полов промышленных и общественных зданий, конструкций несъемной опалубки и др.;**
- **возможность применения новых, более производительных приемов формирования армированных конструкций, например, пневмонабрызга, прогиба свежетоформованных листовых изделий и др.**





Применение фибры позволяет:

- уменьшить образование трещин и повышает качество поверхности бетона;
- повысить устойчивость асфальтобетона к воздействию антиобледеняющих солей, к проникновению воды и химических веществ;
- повысить прочностные свойства асфальтобетона;
- повысить ударную вязкость асфальтобетона.

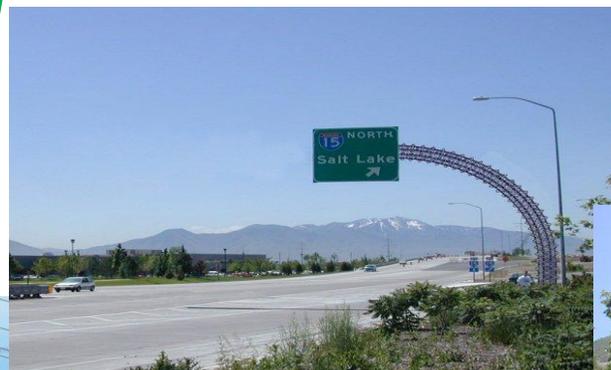
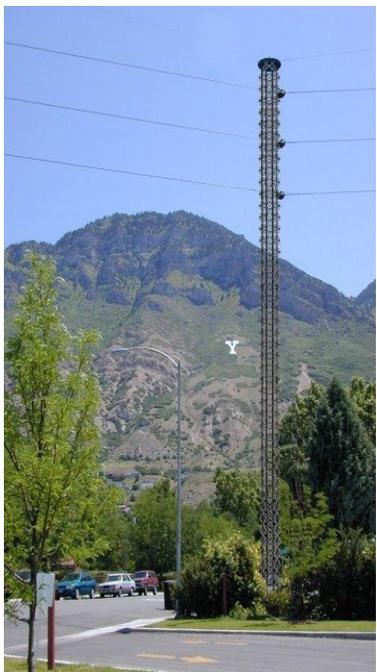




TKK-D

ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ:

- изогридная опора ЛЭП;
- осветительная мачта (традиционная стальная конструкция весит 1,5 тонны, конструкция из композита 0,6 тонны);
- метеовышка (опора на фото: длинна 14 метров, масса 11 килограмм);
- ретрансляционная вышка;
- опора для размещения элементов дорожной инфраструктуры (знаки, камеры слежения, светофоры) на поперечной ферме.



ХК«Композит»

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

Телефон: +7 495 787 88 28

Факс: +7 495 787 88 28 (4001)

E-Mail: info@compozit.su

Web: www.compozit.su

