



## Возможность внедрения композитных строительных конструкций при обустройстве месторождений

*Е.О. Ермакова, А.Н. Коркишко*

*Тюменский Индустриальный Университет, г. Тюмень*

**Аннотация:** Статья посвящена решению вопросов, которые возникают при выборе вопросов материалов, для применения на площадках нефтяных месторождений. Раскрыты основные понятия композитных материалов. В статье представлены предпосылки к внедрению композитных материалов (далее КМ) для нефтегазовой отрасли. Представлены примеры конструкций с применением КМ. Выявлены преимущества применения композитного материала. Сделан обзор о проблемах его внедрения в России. Определены преимущества для строительных работ при использовании данного материала. Также рассматриваются и минусы КМ, методы борьбы с их недостатками. Проведён подробный анализ современного рынка композитных материалов.

**Ключевые слова:** Композиты, строительно-монтажные работы, автоматизация, композитные материалы, эстакады, стеклопластик.

Темпы освоения капитальных вложений приобретают высокие обороты и требуют обобщения накопленных знаний, исследований и повышения качества строительства объектов. На нефтяных месторождениях строятся сооружения с многочисленными функциональными связями, используется сложное технологическое оборудование. При этом затрачивается много денежных средств и трудовых ресурсов. В связи с этим, появляется необходимость в сокращении объемов строительно-монтажных работ (СМР) и времени строительства объекта. Это подталкивает на выявление новых технических, экономически выгодных решений. Качество возводимых конструкций, экономия трудовых ресурсов и времени, высокая производительность – это только малая часть преимуществ применения композитных материалов (КМ) на строительной площадке [1].

На протяжении довольно долгого промежутка времени, одним из самых распространенных материалов в России является металл. Но с его применением будет сложно добиться высоких результатов в технологии капитального строительства. Также, ежегодно растут цены на данный вид материала. В связи с этим, появляется потребность в конструкциях, с одной

---



стороны, с высокими эксплуатационными характеристиками, то есть имеющих легкий вес, устойчивых к коррозии, имеющих высокие изоляционные свойства (мы имеем возможность сами выбрать почти любую форму деталей и подобрать для них оптимальное армирование, в сравнении с пластиком и металлом). С другой, необходимо иметь возможность высокой экономической выгоды - сбор конструкций в достаточно быстрые сроки, долговечность в эксплуатации, меньшая трудозатратность [2]. Очевидно, что через определенный промежуток времени композиты начнут вытеснять металл со строительного рынка. Композиты - это специальные многокомпонентные материалы, которые, в свою очередь, состоят из двух или нескольких наиболее элементарных субстанций [3]. Современные композитные материалы зачастую имеют состав из двух компонентов: волокна и матрицы. В качестве волокна используются высокопрочные стеклянные, углеродные, органические и другие волокна, это позволяет им исполнять основную несущую функцию [4]. Матрицу могут образовывать как термореактивные смолы (фенольные, эпоксидные и т.д.), так и термопластичные полимеры (полиамиды, полиэтилен и др.), таким образом, она равномерно распределяет нагрузку и защищает от внешних воздействий. Наиболее рациональными для строительства, по двум основным показателям - стоимости и свойства материала, являются стеклопластиковые КМ.

Объемы использования композитных материалов в РФ ежегодно увеличиваются на 20%, по данным председателя правления Союза производителей композитов Сергея Фахретдинова. Но всё же объём российского рынка составляет 0,5-1% от мирового [5]. Проанализировав эти данные, можно обозначить основные факторы, влияющие на внедрение КМ в различные отрасли РФ.



Одним из основных факторов является недостаток профильных направлений для подготовки кадров, разбирающихся в КМ, а также умеющих их применять. Для того, чтобы внедрить КМ в различные промышленные отрасли, нужно разработать нормативно-правовую базу. С 2010 года было разработано 462 стандарта, но по данным 2017 года было введено только 10 стандартов. Организации, занимающиеся производством композитов, заявляют о низком уровне проработки документов.

Конечно, на одной нормативной базе проблемы не заканчиваются. На данный момент, интенсивность замещения традиционных материалов новыми на внутреннем рынке России происходит довольно медленно. Таким образом, Россия в потреблении КМ сильно отстаёт от зарубежных. Это приводит к тому, что зарубежные компании имеют больше преимуществ.

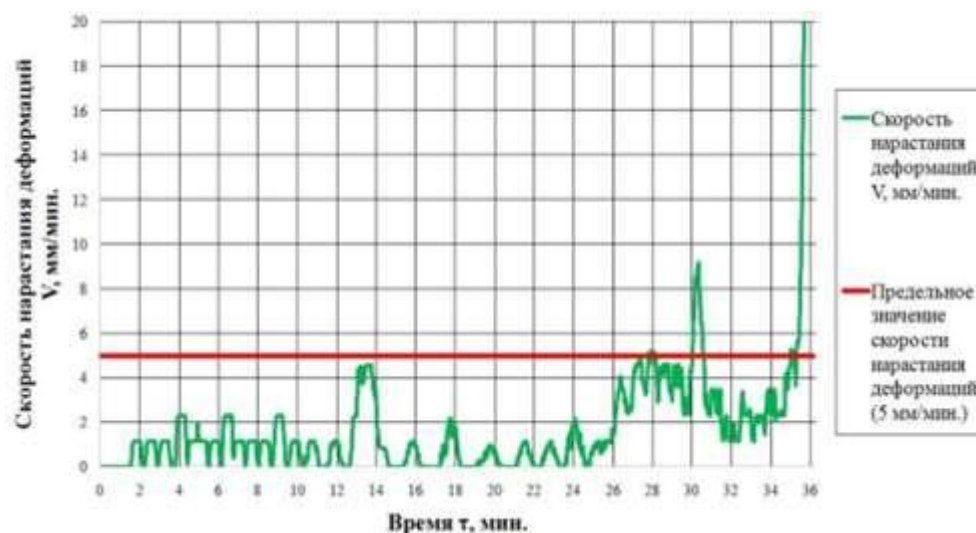
Необходимо создать высокий спрос на композитные конструкции, в том числе и нефтегазовой отрасли. Существует большое количество заводов-изготовителей КМ на территории РФ. Их основная направленность – трубная продукция. Композитные трубопроводы хорошо себя проявили при эксплуатации в коррозионных средах.

Так как у стеклопластика слабая огнестойкость, его внедрение в производство происходит довольно медленно [6]. В 2015 году нефтяные компании смонтировали 969,5 т стеклопластиковых кабельных эстакад на нефтеперерабатывающем заводе (рис. 1). Это удалось, так как были написаны инструкции по расчету и проектированию данных конструкций, и были созданы специальные условия по пожарной безопасности и отделению кабельной галереи от технологической эстакады противопожарным экраном.



Рисунок - 1. Галерея из стеклопластика

Промышленные предприятия, изготавливающие композитные материалы, занимаются проблемой низкой огнестойкости. В 2019 году был разработан материал с высокими огнестойкими характеристиками. Производились испытания стеклопластиковых профилей. Через 27 минут после начала испытания произошло превышение предельного значения скорости нарастания деформации образца, через 36 минут от начала теплового воздействия произошло превышение предельного значения деформации (рис. 2).





## Рисунок - 2. График зависимости скорости деформаций от времени

Повысить огнестойкость композитов может помочь применение нетканых материалов. Так, компания Technical Fibre Products Ltd создала пассивную огнезащиту, интегрированную в структуру композитного изделия (рис. 3). Под влиянием температур выше  $190^{\circ}\text{C}$  на материал, он расширился в одном направлении в 22 раза, формируя стабильный продукт обугливания, который обеспечивает термоизоляцию композита [7].

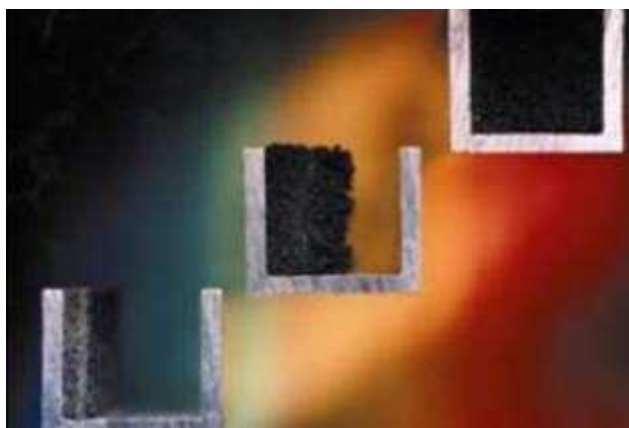


Рисунок – 3. Расширение КМ под воздействием высокой температуры

Повышение свойств КМ позволило конструкциям, сделанным из данного материала, соответствовать основным технологическим запросам компаний. Преимущества композитных конструкций, в сравнении с металлическими, заключается в следующем:

- Простота монтажа деталей;
- Транспортирование малогабаритной техникой;
- Изготовление готовых конструкций;
- Минимальные трудозатраты на строительной площадке;
- Возможность ручной транспортировки конструкций;
- Высокие диэлектрические свойства;



- Необходимость в лакокрасочных работах на объекте отсутствует;
- Высокая химическая и биологическая стойкость;
- Высокий срок эксплуатации.

Рассмотрим возможности использования композитных материалов: резервуары, опоры под воздушные линии передачи, дорожные плиты, площадки обслуживания, части блочно-модульного оборудования, эстакады, свайный фундамент и многое другое [8].

Некоторые из вышеперечисленных конструкций, успешно эксплуатируются в строительстве уже несколько лет. Например, такие, как опоры освещения. Не так давно, в России считалось невозможным применение свайных фундаментов из композитного материала. Такие фундаменты были разработаны, с модифицированной поверхностью для строительства на многолетнемерзлых грунтах [9]. Данные сваи не должны подвергаться морозному пучению, так как смерзание стеклопластика происходит мгновенно и прочно и с мёрзлым грунтом.

В России был разработан конструктив сборно-разборной кабельной эстакады ( $\cong 50$  кг). Образец представлял собой размеры 1х1 метр (рис. 4).



Рисунок – 4. Демонстрация образца быстро-сборной эстакады





После анализа данной конструкции, был улучшен конструктив эстакады. Сделали разработки большого количества мобильных модульных вариантов конструкций, применяемых при обустройстве месторождений (рис. 5).

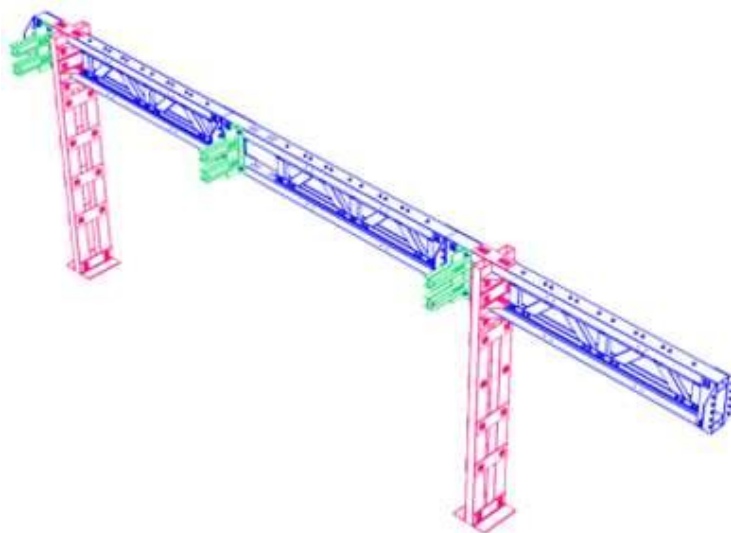


Рисунок – 5. Модель кабельной эстакады из композитного материала

У конструкций, сделанных из композитного материала, есть возможность диагностики и прогнозирования дефектов [10]. Происходит развитие конструкций, а также развиваются технологии по неразрушающему контролю качества готовых конструкций и устройств. Существует прообраз лазерного ультразвукового дефектоскопа. Перспектива развития отрасли по производству композитных материалов будет затруднена, так как не придумали способы вторичной переработки КМ. Данный вопрос рассматривался только в теории, на практике никаких решений ещё не было принято, так как не было потребности в утилизации конструкций, в связи с их высоким сроком эксплуатации.

Подводя итоги, можно сказать, что преимущество композитов, по сравнению с металлами, значительно, что свидетельствует о большой возможности их использования в ближайшем будущем. Минусы КМ, в виде



отсутствия нормативной базы и высокой стоимости материала, компенсируются довольно низкими трудозатратами, долгим сроком эксплуатации и, конечно же, повторным использованием конструкций без потери несущей конструкции.

### Литература

1. Польской П.П., Маилян Д.Р. Композитные материалы - как основа эффективности в строительстве и реконструкции зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона, 2012, №4. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1307.
2. Хежев Т.А., Жуков А.З., Хежев Х.А. Огнезащитные и жаростойкие вермикулитобетонные композиты с применением вулканического пепла и пемзы // Инженерный вестник Дона, 2015, № 2. URL:ivdon.ru/magazine/archive/n2y2015/2902.
3. Хежев Х.А., Хежев Т.А., Кимов У.З., Думанов К.Х. Огнезащитные и жаростойкие композиты с применением вулканических горных пород // Инженерный вестник Дона, 2011. №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/710.
4. Sivananda S. Jada. Surface properties of gel-derived zirconia fibres. Journal of Materials Science Letters. 1987. Vol. 6. № 5. PP. 562–564.
5. Berge B. The Ecology of Building Materials. [Architectural press]. Oxford, 2005. 474 p.
6. Костикова А.В., Кожитов Л.В., Костишин В.Г., Нгуен Хонг Вьет, Козлов В.В., Кузьменко А.П. О синтезе нанокompозита FeNi<sub>3</sub>/C под действием ИК нагрева и возможности его применения для высокоплотной магнитной записи информации// Инженерный вестник Дона, 2013, № 3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1834.





7. Кочурова В.В., Емец А.Е., Коркишко А.Н. Защита полимерных материалов от старения // Новые технологии - нефтегазовому региону: материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2010. С. 98-102.
8. Логинов В.Т., Миньков Д.В. и др. Классические и прикладные технические решения создания и внедрения композиционных материалов и покрытий ОКТБ «Орион» / Труды междунар. Конгресса «Механика и трибология транспортных систем – 2003» сентябрь 2003 г. Ростов н/Д: Изд-во РГУПС. – 2003. С.81-83.
9. Охлопкова А.А., Петрова П.Н., Слепцова С.А., Ючюгяева Т.С., Гоголева О.В. Полимерные композиты с адаптивными к условиям эксплуатации свойствами // Сб. тр. XXIV междунар. конф. «Композиционные материалы в промышленности. Славпо-ликом», 31 мая-4 июня 2004 г., Ялта. – С.194-196.
10. Саввинова М.Е., Петухова Е.С. Выбор перспективных наполнителей для полиэтиленов ПЭ80Б и ПЭ2НТ11// Инженерный вестник Дона, 2013, № 1. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1518](http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1518).

### References

1. Pol'skoj P.P., Mailyan D.R. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1307](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1307).
2. Xezhev T.A., Zhukov A.Z., Xezhev X.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2015, № 2. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2015/2902](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2015/2902).
3. Khezhev Kh.A., Khezhev T.A., Kimov U.Z., Dumanov K.Kh. Inzhenernyj vestnik Dona, 2011. №4. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/710](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/710).
4. Sivananda S. Jada. Surface properties of gel-derived zirconia fibres. Journal of Materials Science Letters. 1987. Vol. 6. № 5. PP. 562–564.



5. Berge B. The Ecology of Building Materials. [Architectural press]. Oxford, 2005. 474 p.
6. Kostikova A.V., Kozhitov L.V., Kostishin V.G., Nguen Xong V`et, Kozlov V.V., Kuz`menko A.P. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, № 3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1834](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1834).
7. Kochurova V.V., Emecz A.E., Korkishko A.N. Novy`e texnologii - neftegazovomu regionu: materialy` Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molody`x uchenyx. 2010. pp. 98-102.
8. Loginov V.T., Min`kov D.V. i dr. Trudy` mezhdunar. Kongressa «Mexanika i tribologiya transportny`x sistem – 2003» sentyabr` 2003 g. Rostov n/D. Rostov n/D: Izd-vo RGUPS, 2003, pp. 81-83.
9. Oxlopkova A.A., Petrova P.N., Slepczova S.A., Yuchyugyaeva T.S., Gogleva O.V. Sb. tr. XXIY mezhdn. konf. « Kompozicionny`e materialy` v promy`shlennosti. Slavpo-likom». 31 maya-4 iyunya 2004 g., Yalta, pp.194-196.
10. Savvinova M.E., Petuxova E.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, № 1.URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1518](http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1518).