

*Ерофеев Денис Александрович
студент 2 курса магистратуры,
кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»
Омский государственный технический университет,
Россия, г. Омск
e-mail: denis.erofeev.77@mail.ru*

*Чуприн Владислав Витальевич
студент 2 курса магистратуры,
кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»
Омский государственный технический университет,
Россия, г. Омск*

*Аверичев Илья Леонидович
студент 2 курса магистратуры,
кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»
Омский государственный технический университет,
Россия, г. Омск*

*Ерофеев Евгений Александрович
студент 1 курса магистратуры,
кафедра «Технология машиностроения»
Омский государственный технический университет,
Россия, г. Омск*

КРАТКИЙ ОБЗОР И АНАЛИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ И ИХ ПОВСЕДНЕВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

***Аннотация:** В последнее время такие материалы как сталь, цветные металлы и сплавы, стали достаточно дорогостоящими в использовании, не только в промышленных отраслях, но и в повседневном своём применении. Что является одной из причин, для поиска альтернативного материала. Отвечающего по своим свойствам и техническим характеристикам, всем необходимым требованиям как для производственного, так и для бытового использования. В данной статье предоставляется краткий обзор и приводятся примеры нескольких композитных материалов общего применения, отличающихся по своему составу и техническим характеристикам.*

***Ключевые слова:** композитный материал, слоистый композит, матрица, армирование, наполнители, соединение.*

*Erofeev Denis Alexandrovich
2nd year master student,*

*Department of "Metal-cutting machines and tools"
Omsk State Technical University,
Russia, Omsk*

*Chuprin Vladislav Vitalievich
2nd year master student,
Department of "Metal-cutting machines and tools"
Omsk State Technical University,
Russia, Omsk*

*Averichev Ilya Leonidovich
2nd year master student,
Department of "Metal-cutting machines and tools"
Omsk State Technical University,
Russia, Omsk*

*Erofeev Evgeny Alexandrovich
1st year master student,
Department of Mechanical Engineering Technology
Omsk State Technical University,
Russia, Omsk*

BRIEF REVIEW AND ANALYSIS OF COMPOSITE MATERIALS BY EXAMPLE AND THEIR EVERYDAY APPLICATION

Abstract: *Recently, materials such as steel, non-ferrous metals and alloys have become quite expensive to use, not only in industrial sectors, but also in their daily use. Which is one of the reasons for looking for alternative material. According to its properties and technical characteristics, it meets all the necessary requirements for both industrial and domestic use. This article provides an overview and examples of several common composite materials that differ in composition and performance.*

Key words: composite material, laminated composite, matrix, reinforcement, fillers, connection.

Введение

Стоит ли говорить и давать характеристику материалам, которые и безо всяких комментариев и представлений заняли в жизнедеятельности общества достаточно широкое и устойчивое место. Материалы, о которых уже достаточно много сказано и казалось-бы, уже изучено. Для чего следует просто оглянуться и посмотреть вокруг, не подозревая можно увидеть те или иные композитные материалы, занявшие свои определённые места. Материалы, обладающие такими качествами как сверх твёрдости, сверх прочности,

гибкость, стойкость к высоким температурам и различным агрессивным средам, а также сравнительно малый удельный вес, что является достаточно значимым качеством в своём применении.

Композитные материалы являются в последние несколько десятилетий альтернативой к частичной замене, а в некоторых случаях и замещению в целом, широко используемых материалов, что являются прямыми природными ресурсами, таких как металлы, различные сплавы, а также и древесина.

Постановка задачи

В данной статье поставлена задача сделать общий обзор и анализ некоторым часто применяемым композитным материалам, использующихся в общем повседневном применении, как на бытовом уровне, так и в промышленных масштабах. Привести сравнение двух основных групп и сделать необходимые выводы и заключения в использовании рассматриваемых материалов.

Обзорная часть

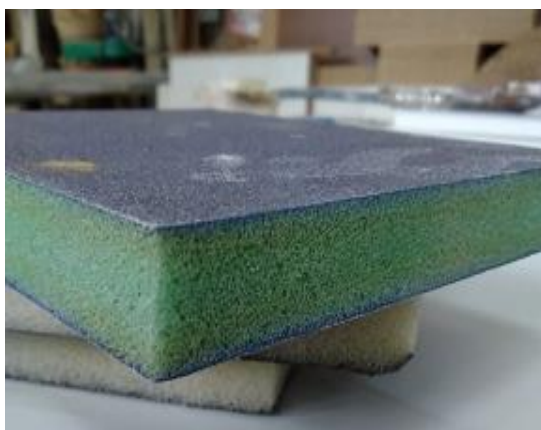
Композитный материал-это материал, состоящий из соединения, (объединения) или включающий в себя несколько составляющих материалов (компонентов) как однородного, так и разнородного вида, отвечающим по своему определённом составу и характеристикам. Что предусматривает на завершающем этапе, получения такого материала, который в конечном итоге объединяет в себе несколько различных свойств, и является при этом по некоторым показателям, лучше надёжней и эффективней чем его компоненты по отдельности, то есть материалы, входящие в состав получаемого «композита» [1]. Даже в некоторых случаях получаемый композитный материал является более эстетичным, практичным и в определённых моментах сравнительно недорогой, по отношению к традиционному материалу, а в частности к металлам. В большинстве случаев композитный материал лежит в основе, или взят за основу при изготовлении ряда вещей, применяемых как в производственных масштабах (автомобильная, авиационная промышленность),

так и для повседневного применения, (спортивная и музыкальная атрибутика, строительный материал, мебельное производство) [2].

Для общего понимания, композитные материалы следует разделить по способу получения на 2 основных вида:

- Слоистые композиты.
- Матричные композиты.

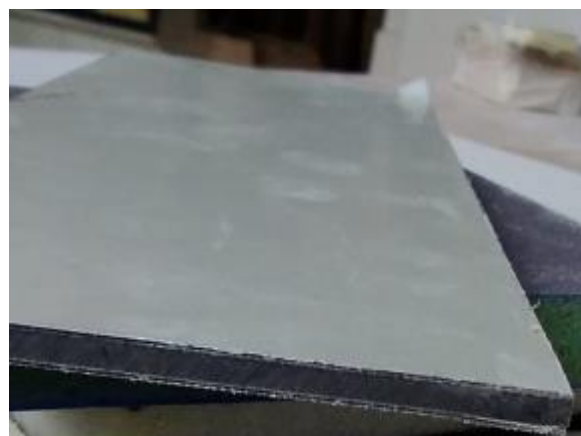
Давая характеристику слоистым композитам, следует сразу отметить, что данный вид материала по своей структуре не является цельной взаимосвязанной составляющей матрицы. А представляет собой послойное соединение, (сращивание, склеивание) разнородных по составу и характеристикам определённых компонентов, (слоёв) при возможном повторении с определённой периодичностью, образуя в конечном итоге цельный, единый материал, с такими механическими свойствами как жёсткость межслойного сцепления, при работе на сдвиг или отрыв [3]. Как правило составляющей основой материала является - керамика, полимеры (стеклоткань), металлическая листовая прослойка, например, титан, медь, никель, кобальт (рис.1 г).



а



б



В

Г

Рисунок 1. Пример слоистых композитных материалов.

Рассматривая (рис.1а) необходимо дать краткое пояснение, представленный слоистый «композит» является абразивным материалом, состоящий по своему составу из нескольких слоёв. Рабочими поверхностями которого является стеоратное напыления оксида алюминия или карбида кремния, что в общем виде образует верхний и нижний слой материала, состоящего из режущих зёрен. Основой данного материала является «EVA» - эластичный поролон. Что в конечном итоге при использовании данного материала, как «композита» рабочие характеристики при его применении значительно увеличиваются. А в частности только в качестве слоистого композитного материала, приобрелись такие возможности как; гибкость (благодаря внедрению эластичного поролона), отсутствие ломкости, водостойкость (метод напыления), что в большей степени способствует увеличению производительности. И характеризует представленный материал как «композит», с высокими характеристиками отвечающим заявленным требованиям. Данный пример можно отнести к разновидности лёгких ламинатов. Но при этом важно отметить, что в представленном материале (рис.1а) исключён один из основных принципов ламинированных слоистых композитов, это клеевая основа выполняющая роль межслойного соединения, как показано на (рис.1в), на примере древесно-слоистой плиты «фанера». Как

уже сказано, верхний и нижний рабочий слой материала являются слоями, образованными методом напыления, а не методом послойного соединения (склеивания). Из чего делается заключение, что пример представленного материала всё-таки следует относить к группе слоистых «композитов», так как состоит из нескольких слоев разнородного материала.

Также для более ясного понимания о слоистых композитных материалах, можно привести такой пример как армированная полипропиленовая труба, используемая практически в каждом доме (рис.1 б). Представленный слоистый «композит», является пятислойной конструкцией, состоящей из трех основных слоёв (два слоя полипропилена, слой стекловолокна или алюминиевая фольга), и двух слоев специального связующего клея, для послойного соединения. Из чего следует, что «композит» в виде пропиленовой трубы обладает рядом положительных свойств.

- Прочность. Напрямую зависит от данного вида «композита», то есть от количества слоёв разнородного материала, отвечающих требуемым характеристикам и необходимым свойствам.

- Положительная устойчивость материала к воздействию различных агрессивных факторов, таких как: резкая смена температуры, неустойчивая влажность, воздействие ультрафиолета и различных химических растворов и соединений.

- Полное исключение коррозии. Термостойкость, электробезопасность, также материал является эко логичным. Основная способность данного композитного материала, подстраиваться под среду использования из-за включения в состав соответствующих составляющих компонентов, при этом увеличивается срок эксплуатации представленного «композита» по отношению к аналогам изготовленных из металла. Что опять же характеризует материал как «композит», обладающий улучшенной структурой по своему составу и с большими заявленными характеристиками при эксплуатации.

Рассматривая группу матричных «композитов» и давая простое определение таким материалам поясняем -это такой вид «композита» который

по своему составу представляет матрицу «фоновый» материал, являясь при этом непрерывным компонентом (монолит), что распределяется по всей площади получаемого изделия, придавая соответствующую форму и выполняя при этом связующие функции. И материала наполнения распределённого внутри матрицы, с чёткими границами раздела (матрица-наполнитель) [4]. По своему составу основа матрицы может состоять из таких материалов как:

- Керамика (боросиликатное стекло).
- Металл, сплавы (алюминий, магний).
- Полимеры (различные синтетические каучуки и смолы).

По виду и структуре наполнитель в частых случаях является материалом, отличающимся по структуре от материала матрицы. Для общего примера, матрица на основе керамики может иметь наполнитель как на металлической, так и не на металлической основе, углеродные, карбид кремниевые жаростойкие волокна. Матрица на основе полимеров – наполнитель, базальта-, угле-, стекловолокна, ткани, синтетическая или металлическая сетка, что оказывает значительную прочность при растяжении и сжатии [5,6].

В частности, в матричном композитном материале, сама матрица выполняет только второстепенную функцию, являясь при этом связующим веществом и создавая основной объём материала. При этом основную роль выполняет непосредственно наполнитель, выполняя роль усиливающего элемента, обладающий более высокими физико-химическими показателями, чем сама матрица. Обеспечивая при этом жёсткость, прочность материала, устойчивость к внешним нагрузкам и различным напряжениям возникающих в процессе эксплуатации. Также наполнитель может обеспечивать теплопроводность и увеличивать электрические свойства материала. Распределение наполнителя или как принято считать «армирование» играет свою особую роль, по свойствам и характеристикам.

- Изотропное или хаотичное распределение армирующих составляющих.

Допускается включение как разнородных по форме, конфигурации и составу армирующих элементов, так и наполнитель состоящий из однородного

материала по типу, составу и свойствам. Но всё-таки при этом хаотично распределённого внутри матрицы.

- Анизотропное распределение армирующих составляющих.

Наполнитель располагается так, чтобы в конечном итоге при использовании композитного материала, учитывались определённые технические особенности. Расположение допускается, как в одном, так и в разностороннем направлении. В качестве наполнителя возможно применение как металлических составляющих, так и синтетических – волокна, ткани, сетки.



а



б

Рисунок 2. Пример матричного композитного материала.

Рисунок 2. показывает строительный композитный материал на примере железобетона, который в детальном рассмотрении можно охарактеризовать как «композит в композите» или многофазный композитный материал, из-за включения в свой состав как изотропное, так и анизотропное распределение армирующих составляющих. То есть в растворе жидкого бетона, хаотично распределён наполнитель в виде камней определённого размера (рис.2а), и в добавок к этому происходит армирование металлической сеткой (рис.2б). По ориентации распределения наполнителя в матрице, в представленном материале следует отметить одну характерную особенность. Характер изотропного распределение камней в железобетоне, по прочности не имеет ни направления, ни расположение, другими словами материал одинаково прочен

как на излом, так и на растяжение, также и на сжатие. Но так как дополнительно имеется и анизотропное армирование, в частности с одинаково направленной стальной арматурой, материал получает достаточно значимое преобладание сопротивлению силам растяжения и сжатия. Из чего делается вывод что: данный пример строительного композитного материала в виде железобетона, широко применяется при изготовлении масштабных сооружений и конструкций [7].

Также в качестве примера следует сказать об одном изделии которое можно отнести, к одному из самых применяемых композитных материалах - автомобильные шины. Не вдаваясь в детальное изучение конструкционного состава данного продукта, сделаем общее пояснение, что: данный продукт относится к композитным материалам матричной группы волокнистых «композитов», где в состав матрицы, входят бутадиеновые каучуки, часто применяемые для этого производства. А в качестве армирующих составляющих используется как синтетическая (волокна), так и стальная нить в виде «корда» по расположения анизотропного распределения, как продольного, так и поперечного [8].

В представленной статье рассмотрены две основные группы композитных материалов как матричные, так и слоистые. Но стоит упомянуть ещё об одном строительном материале, который объединяет в себе и матричную, и слоистую группу композитных материалов. Представленный материал, как и все выше рассмотренные примеры относится к числу часто применяемых бытовых «композитов». По своему составу «композит» (рис.3а) следует охарактеризовать как комбинированный (гибридный), представляющий многослойную конструкцию. Так как в основу материала входит матрица, состоящая из карбамидоформальдегидной смолы, армированная наполнителем изотропного распределения в виде древесной стружки, и дополнительных составляющих, необходимых для состава данного материала [9] (рис. 3б) так и двух слоёв фанеры, что уже сами по себе являются слоистым «композитом». В результате материал сочетает как элементы матричного, так и слоистого

«композита», достаточно применимого как строительный материал в виде плит и панелей.



а



б

Рисунок 3. Комбинированный композитный материал.

Выводы и заключение

В заключении представленного обзора для общего простейшего понимания о «композитах», следует сказать, что композитный материал не является новинкой. На самом деле, композитные материалы с каждым днём всё больше находят своё применение как в производственных масштабах, так и в бытовом использовании. Так как изделия из композитных материалов долговечны, эффективны, надёжны, обладают сравнительно меньшим весом по отношению к металлам и в целом основная из причин повседневного применения «композитов», это сравнительно не большая стоимость за счёт недорогих составляющих, входящих в его состав материалов и экологические требования при их изготовлении (рис.1,3). А в общем виде каждый композитный материал, разрабатывается и изготавливается под каждое своё индивидуальное применение.

Список литературы:

1. Бондалетова Л.И. Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. 118 с.
2. Никитин В.И. Композитные материалы в науке и технике // Наука и Образование: научный рецензируемый электронный журнал. 2018. № 1. Режим доступа: URL: <http://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/298> (дата обращения 18.08.2020 г.).
3. Ковтунов А.И. Слоистые композиционные материалы: электронное учебное пособие. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2017. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
4. Щеголева Н.Е. Композиционные материалы, армированные волокнистыми наполнителями // Перспективные материалы. 2014. № 8. С.22-23.
5. Пат. 2556673 Российская федерация, С 01 В 31/06 (2006.01), В 82 В 3/00. (2006.01), В 82 Y 40/00 (2011.01), С 04 В 35/52 (2006.01). Способ получения композитного материала на основе углерода и композитный материал / Бланк В.Д., Мордкович В.З., Овсяников Д.А., Перфилов С.А., Поздняков А.А., Попов М.Ю., Прохоров В.М. №2014117264/05: заявл. 29.04.2014; опубл. 10.07.2015. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp?pagenum=2 (дата обращения 19.08.2020 г.)
6. Законова Е.В. Применение полимерных композитных материалов в конструкции пешеходных мостов // Химия. Экология. Урбанистика. 2017. Том 1. С. 234-238.
7. Рогов В.А. Классификация композиционных материалов и их роль // Вестник РУДН, серия Инженерные исследования. 2012. № 2. С. 41-49.
8. Конструкция автомобильной шины. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://www.goodyearshop.ru/stati/iz-chego-sostoit-shina/> (дата обращения 20.08 2020 г.).

9. Смола карбамидоформальдегидная — основной клей для дсп. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://andreynoak.ru/glubokaya-derevoobrabotka/smola-karbamidoformaldegidnaja/> (дата обращения 20.08.2020 г.)

10. Гусева Р.И. Использование лакокрасочных систем при покраске деталей из полимерных композитных материалах // Учёные записки. Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2010. № III-1 (3). С. 101-107.

11. Производственная компания «Полипласт». Экструзия металлопластиковых труб [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <http://www.polimerportal.ru/pererabotka-plastmass/ekstruziya-trub/ekstruziya-polietilenovyx-i-polipropilenovyx-trub/> (дата обращения 22.08.2020 г.)

12. Законова Е.В. Способ модернизации конструкции пешеходных мостов. // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. Пермский национальный исследовательский политехнический университет. 2017. Том 1. С. 197-200.