

НОВЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ. СЛОИСТЫЕ КОМПОЗИТЫ И КОНСТРУКЦИОННАЯ КЕРАМИКА

Киргизова Мария Владимировна, Ложников Дмитрий Евгеньевич
студенты 4-го курса кафедры «Мосты и тоннели».
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Для оптимизации движения был разработан тоннель в Италии, недалеко от города Порто Ди Маратиа. Население составляет 5200 человек, площадь города равна 67 квадратных километров. Тоннель соединяет дорогу, которая проходит по краю скалы, в случае происшествия связь между городами закрыта, поэтому тоннель способствует улучшению сообщения. Трасса тоннеля с привязкой по координатам представлена на рисунке. (Рис. 1)

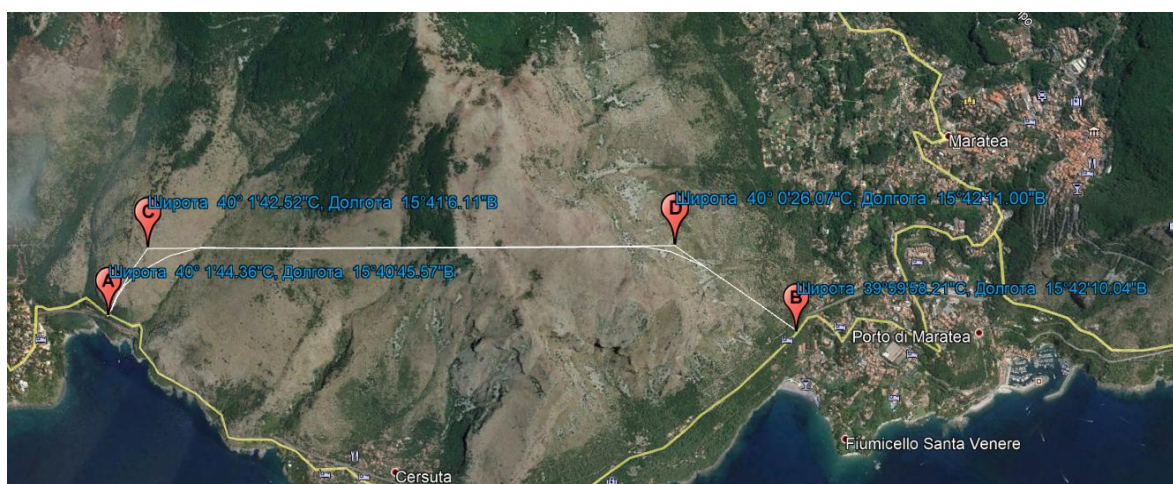


Рисунок 1 – Трасса тоннеля с привязкой по координатам



Рисунок 2 – Общий вид портала



Рисунок 3 – Главный фасад тоннеля

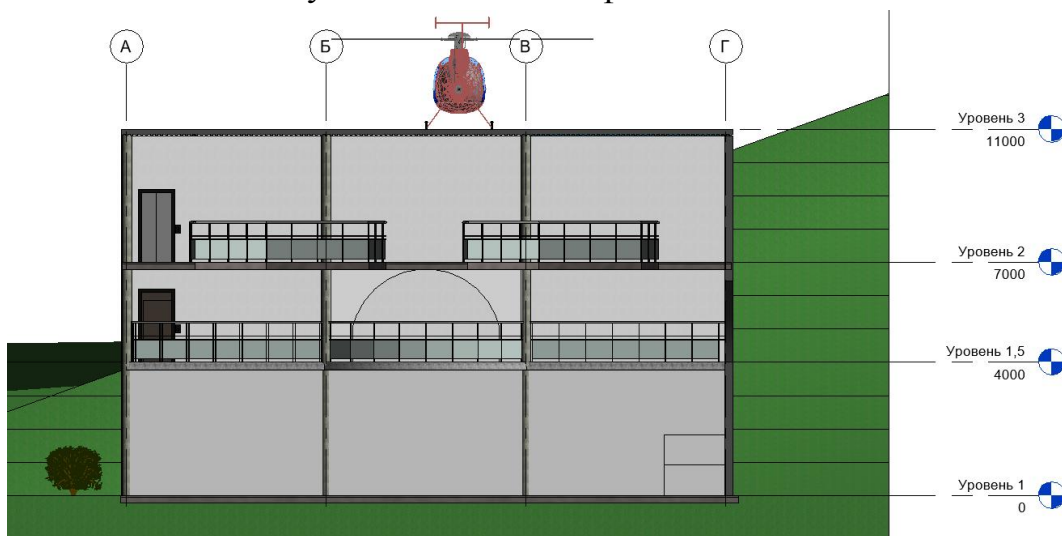


Рисунок 4 – Разрез в осях А-Г

Тоннель соединен порталами, которые представляют собой большую торговую и развлекательную площадь. Присутствует стоянка для автомобилей, что позволяет водителям комфортно поставить свой автомобиль и хорошо отдохнуть после дороги. Представлены торговые помещения под аренду. Большое количество ресторанов. На крыше есть вертолетная площадка, для медицинских и частных вертолетов. Предлагаю использовать новые композиционные материалы в данном тоннеле, а также в различных частях портала, более подробно о материалах написано ниже.

Конструкционная керамика. Конструкционная керамика - это керамика, предназначенная для использования в качестве несущих элементов. Это материалы, которые сочетают в себе свойства и преимущества традиционной керамики, такие как химическая инертность, высокая температура и твердость, с возможностью переноса значительного механического напряжения. Конструкционная керамика дороже традиционной керамики. В настоящее время большая часть современной структурной керамики основана на нитриде кремния, Si_3N_4 ; карбид кремния, SiC ; цирконий, ZrO_2 ; или оксид алюминия, Al_2O_3 . Усовершенствованная структурная керамика, как правило, обладает некоторой комбинацией высокотемпературных возможностей, высокой прочностью, ударной вязкостью или допусков на изгиб, высокой твердостью, сохранением механической прочности при высоких температурах, износостойкостью, коррозионной стойкостью, сопротивлением термическому удару, сопротивлением ползучести и долговечностью. Связь между обработкой и свойствами особенно важна для передовой структурной керамики, поскольку последующая успешная работа в тяжелых условиях часто требует тщательно контролируемых композиций и микроструктур. Конструкционная керамика также исследуется для использования во многих других высокопроизводительных приложениях, включая инструменты для резки металла и формовки, а также различные военные применения.

Оксидная керамика. Оксидная керамика включает оксид алюминия, диоксид циркония, диоксид кремния, алюмосиликат, магнезию и другие материалы на основе оксида металла. Это неметаллические неорганические соединения, которые включают кислород, углерод или азот. Оксидная керамика обладает высокими температурами плавления, низкой износостойкостью и широким спектром электрических свойств. Минералы, используемые для изготовления этих керамических материалов, дробятся или измельчаются в мелкий порошок, который очищают путем добавления его к раствору и образования химического осадка. Затем осадок отделяют от раствора и нагревают до образования высокочистого порошка. После очистки добавляют небольшие количества воска для связывания керамического порошка. Также может быть добавлена пластмасса для обеспечения гибкости. Затем порошок формируется в разные объекты различными способами формования, такими как литье под давлением, литьевое формование и экструзия. После формования оксидных керамических материалов их нагревают в процессе для усиления материала. (Рис.5).

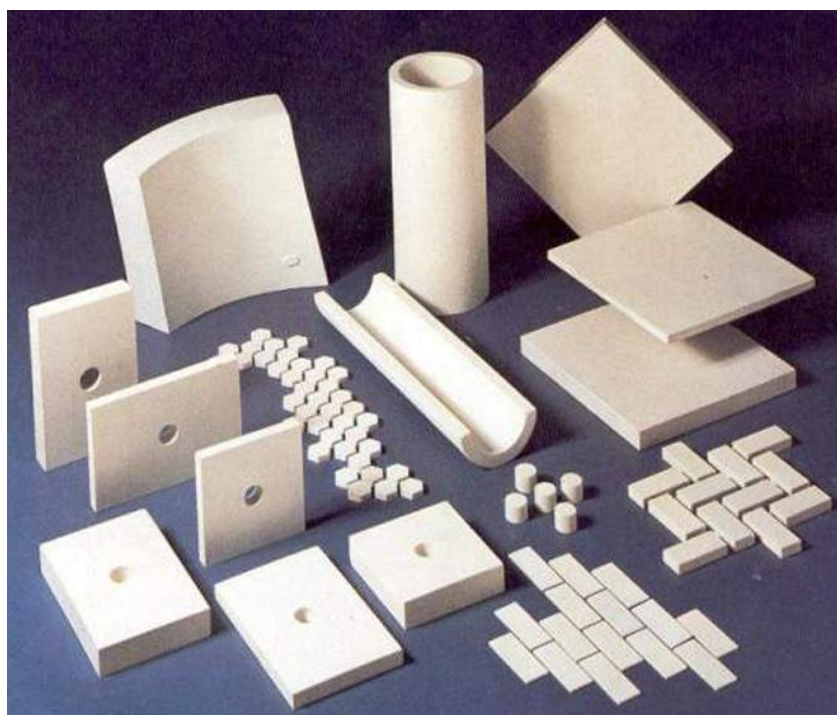


Рисунок 5 - Оксидная керамика

Оксидная керамика варьируется в зависимости от максимальной температуры использования, теплопроводности, модуля упругости, электросопротивления, среднего размера кристалла, плотности и чистоты. Максимальная температура использования - самая высокая температура, при которой оксидные керамические материалы могут подвергаться воздействию без разрушения. Теплопроводность представляет собой линейную теплопередачу на единицу площади при заданном температурном градиенте. Модуль разрыва или прочность на разрыв - это максимальная прочность на изгиб, которую может выдерживать оксидная керамика до разрушения. Модуль Юнга или модуль упругости являются константой материала, которая указывает изменение деформации, создаваемой при приложении растягивающей нагрузки. Средний размер кристалла измеряет отдельные зерна или кристаллы в микроструктуре поликристаллического материала. Плотность - это масса на единицу площади. Чистота - это процентное содержание основных компонентов.

Оксидная керамика доступна с различными особенностями. Например, глазури и защитные покрытия герметизируют пористость, улучшают водо- или химическую стойкость и улучшают соединение с металлами или другими материалами. Пористая керамика имеет много открытых или закрытых внутренних пор, которые обеспечивают тепловой барьер. Сплавленные материалы связывают отдельные зерна или кристаллы вместе без использования связующих. Вместо этого эти промышленные керамические

материалы образуются путем спекания или обжига, горячего прессования, экструзии, сплавления и литья или осаждения.

Оксидная керамика используется в самых разных областях применения. Примеры включают обработку химических веществ и материалов, применение электрических и высоковольтных источников питания, радиочастотные, а также литейную и металлическую обработку. Промышленные керамические материалы используются для изготовления оптических компонентов, таких как линзы, окна, призмы и оптические волокна. Они также используются в производстве полупроводников и деталей. Огнеупорная керамика имеет высокие температуры плавления и подходит для применений, требующих высокой износостойкости, высокой температуры, электрической или теплоизоляции, или других специализированных характеристик. Структурные компоненты используют оксидные керамические материалы, которые имеют более высокие прочности на сжатие и модули упругости, чем металлы.

Карбидная керамика. Карбидная керамика включает карбид кремния (SiC), карбид вольфрама (WC), карбид титана (TiC), карбид тантала (TaC) и карбид хрома (Cr₃C₂). В общем, эти керамики не встречаются в качестве минерала, хотя он изготовлен из керамики. Например, получение карбида кремния (SiC) производится путем нагревания смесей песка (источника диоксида кремния) и углерода до температуры около 2200 ° C или 3900 ° F, так что полученная химическая реакция образует карбид кремния и монооксид углерода. (Рис. 6).



Рисунок 6 – Карбидная керамика

Нитридная керамика. Важной составляющей нитридной керамикой являются нитрид кремния (Si₃N₄), нитрид бора (BN) и нитрид титана (TiC). Нитридная керамика является твердой и хрупкой, и она плавится при

высокой температуре (но обычно не выше, чем в карбидах). Она обычно электрически изолирована.

Слоистые композиты. Материалом основы композитов со слоистым строением являются пластмасса, металл или керамика. В качестве наполнителей применяются полимерные волокна, ленты из тканей, трикотажа и других материалов. Хорошо известные ламинаты изготовлены из смол, армированных полимерными волокнами или стеклотканью. (Рис. 7).

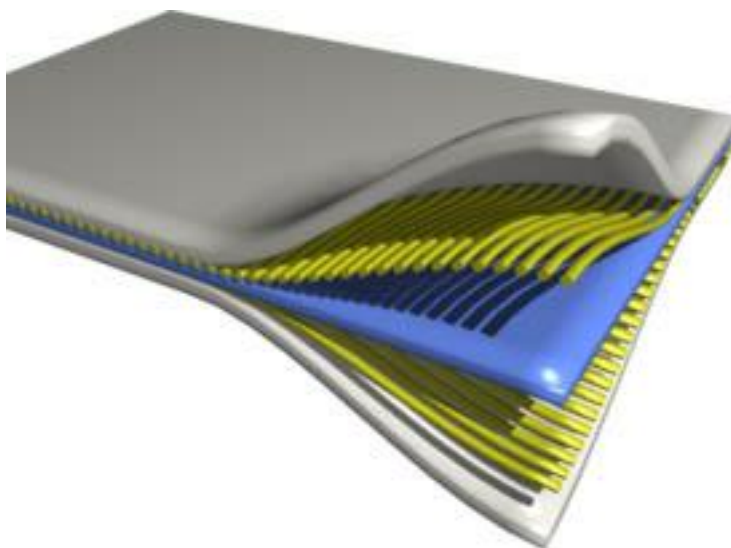


Рисунок 7 – Слоистый композитный материал

К этой же группе композитов относятся абляционные материалы для тепловой защиты ракет, изготовленные на базе фенолоформальдегидных смол с углеродным или стекловолокном. В этих материалах часто используется стеклоткань, которая при многослойном нанесении обеспечивает высокие механические свойства изделий, например, тонкостенных труб, втулок и др.

Встречаются композиты, в которых слоистым связующим являются алюминиевые, титановые, медные, никелевые и кобальтовые листы и фольга, а слоями, определяющими специальные свойства и применение, – керамика, интерметаллидные соединения или другие металлы.

Слоистые керамические композиты используют в экстремальных условиях. Компонентами этого типа композиционных материалов чаще всего являются керамика, углерод и металлы, например, корунд, пиролитический графит, карбиды, оксиды, нитриды в композиции с алюминием, медью, титаном, никелем, кобальтом, танталом, железом. Такие материалы нашли применение в космических аппаратах для изготовления теплоизоляционных силикатных плиток из корунда, боросиликата, углеродных карборундовых ламинатов.

Примерами таких композитов является дюралюминий, плакированный алюминием для защиты от коррозии, биметаллическая терморегулирующая пластинка, которая выгибается при нагреве за счет разности коэффициентов термического расширения, биметаллический материал, полученный совместной прокаткой разных металлов (сплавов), непрерывной или центробежной разливкой и т.п.

Конечные свойства композитных изделий в равной степени зависят от проектных и производственных процессов. Как правило, большое внимание уделяется качеству готового продукта и этим этапам жизненного цикла. Механические свойства ламинированных полимерных композитов существенно зависят от многих факторов. Они влияют на прочность и эластичность волокон, прочность связующего и прочность сцепления между смолой и волокном. Использование надежных упругих и прочностных характеристик композитного материала, поскольку исходные данные оказывают значительное влияние на конечный результат конструкции. Для идентификации этих характеристик необходимо протестировать композитный материал. Свойства прослойки прочности и жесткости трудно определить экспериментально. Существует множество методов определения прочности и упругих свойств композитов в поперечном направлении.

Одной из проблем является его разнообразие свойств. Во-первых, волокна имеют разные свойства. Во-вторых, пленки композита являются анизотропными, поскольку дают разные свойства в разных направлениях. Кроме того, большинство волокон фактически не имеют равномерное сопротивление, то есть, резисторы волокон имеют существенные различия между собой. Это делает процесс отказа ложным потому что волокна не ломаются одновременно.

Применение данных материалов в строительных конструкциях, в частности, в тоннелях, поможет повысить качество строительных конструкций и в большой мере повлиять на их долговечность.

Литература:

1. Новые материалы / под ред. Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2002. – 736 с.
2. Композиционные материалы: справочник / В.В. Васильев [и др.]; под общ. ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
3. Орданьян С.С., Несмелов Д.Д., Вихман С.В. О строении системы SiC-V4C-LaB6//Огнеупоры и техническая керамика. 2006.