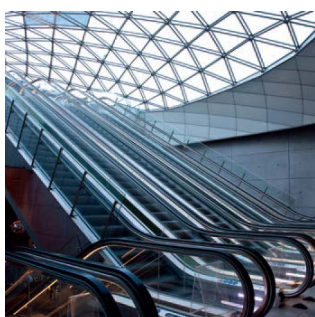
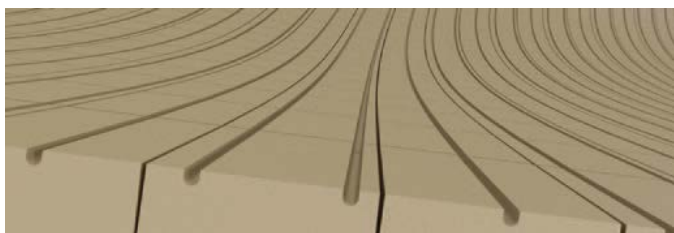




Сэндвич-композиты и наполнители: что, как и зачем

В условиях постоянно растущего на современном рынке спроса производители неизменно сталкиваются с высокой конкуренцией, что заставляет их искать пути улучшения качества своих изделий.

Сэндвич-материалы и наполнители – это ключевой элемент, позволяющий производителям создавать качественно новые конкурентоспособные изделия. Эти материалы – ответ на актуальную задачу создания прочных, быстрых, легких, надежных продуктов. В этой статье мы постарались описать все преимущества сэндвич-композитов, а также объяснить основные принципы механики таких материалов, и рассказать о самых лучших решениях от Diab. Для получения более подробной информации Вы можете обратиться в любое представительство Группы компаний «Композит», а также к нашему сайту www.composite.ru.



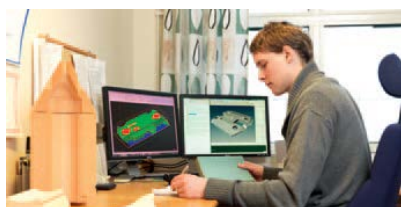
ПОЧЕМУ СЛЕДУЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ СЭНДВИЧ-КОМПОЗИТЫ?

День ото дня сэндвич-компози́ты становятся все более и более популярными конструкционными материалами, что обусловлено их уникальной способностью снижать вес готового изделия без потери механических характеристик. Это свойство приводит к ряду дополнительных преимуществ – повышенным несущим нагрузкам, пониженному потреблению топлива, большей экологичности и, конечно, экономичности.

Эти преимущества стали возможны благодаря широко известному факту: разделение двух материалов с помощью другого легкого материала увеличивает прочность и жесткость конструкции. Это существенное отличие, наряду с другими характеристиками сэндвич-материала (такими как термоизоляция, низкое водопоглощение, звукоизоляция и диэлектрические свойства) позволило успешно использовать их в различных отраслях, включая судостроение, ветроэнергетику, аэрокосмическую отрасль, транспорт, промышленность и т.д.



Типичный сэндвич-композит: наружные слои тонкие, прочные и жесткие, а наполнитель – легкий и достаточно прочный для того, чтобы сохранять наружные слои в исходном положении при нагрузке



СНИЖЕНИЕ ВЕСА ГОТОВОГО ИЗДЕЛИЯ

Одна из наиболее важных причин использования сэндвич-композитов заключается в том, что они обладают теми же механическими характеристиками, что и традиционные монолитные материалы (например, сталь) при значительно более низком весе. Это обусловлено не только принципом строения сэндвича самого по себе. Сэндвич-композиты также дают возможность проектировщикам и разработчикам очень точно соответствовать требованиям по прилагаемым нагрузкам. Заполнитель – это одна из переменных в сэндвич-композитах, обладающая широким диапазоном механических свойств. Иными словами, использование сэндвич-композитов исключает необходимость проведения большого объема проектировочных работ, снижает вес и увеличивает производительность по сравнению с традиционными материалами, такими как дерево и сталь.

Уникальное сочетание заполнителя и принципа создания сэндвича позволяет экономить энергию и создавать более экономически эффективные продукты. Например, использование сэндвич-композита является залогом конкурентоспособной цены одного мегаватта энергии ветра. На транспорте более низкий вес контейнера позволяет нести более высокие нагрузки, что приводит к пониженным выбросам в атмосферу.

Сэндвич-композиты позволяют создавать более прочное и быстрое спортивное оборудование. Благодаря легким заполнителям есть возможность изготавливать быстродействующих легких роботов, используемым в промышленности. В сфере строительства из сэндвич-композитов, обладающих великолепными изоляционными свойствами, создают мосты и фасады. Совершенно ясно, что развитие сэндвич-композитов неуклонно движется вперед.

Спираль снижения веса отражает ценность сэндвич-концепции Diab



МЕНЬШЕ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Очевидно, что все движущиеся объекты так или иначе потребляют энергию. Чем тяжелее объект, тем больше энергии он потребляет. Так как использование сэндвич-композитов позволяет изготавливать более легкие изделия, можно заключить, что сэндвич-композиты очень экологичны, они снижают вредное воздействие на окружающую среду. Кроме того, сэндвичи позволяют использовать меньше материала при создании того или иного объекта. Это экономит ресурсы и уменьшает вес изделия, следовательно, снижает количество энергии, потребляемое объектом за срок службы.

Для того, чтобы наглядно показать влияние веса на окружающую среду, рассмотрим любой вид транспорта – самолет, автобус или автомобиль – в течение их срока службы (примем 25 лет). Уменьшая вес изделия на 1 килограмм, мы, соответственно, уменьшаем количество энергии, необходимое для перевозки людей или материалов по всему миру. Потребляя меньше энергии день за днем в течение 25 лет, мы в значительной степени уменьшаем количество вредных веществ, попадающих в окружающую среду.

И-за высоких цен на энергоносители многие производители отмечают, что использование легких конструкций на основе сэндвич-композитов не только более экологично, но также и экономически более выгодно. Воздействие на окружающую среду в начале (энергия) и в конце (переработка) срока службы транспортного средства незначительно (так как выбранный конструкционный материал снижает вес изделия) по сравнению с экономией топлива!

Низкий вес = меньше
влияния на окружающую
среду

СВОБОДА ДИЗАЙНА



Разработчики ценят сэндвич-композиты за ту свободу, которую они предоставляют в области дизайна и проектировки, что делает их несравнимыми с обычными материалами, такими как металл или дерево, весьма ограниченными в своей форме. При изготовлении сэндвич-структур материалы можно изгибать, придавая им желаемую форму. Это позволяет создавать изогнутые и нелинейные поверхности, необходимость которых зачастую обусловлена не только эстетическими, но и аэродинамическими причинами.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЭНДВИЧ-КОМПОЗИТОВ

Мы уже описали важнейшие преимущества использования сэндвич-компози́тов в различных областях. Однако следует отметить, что, используя такие материалы, Вы получаете массу дополнительных преимуществ:

- **Показатели дымности, пожаростойкости и токсичности**

К показателям дымности, пожаростойкости и токсичности, касающимся общественного транспорта (автобусы, поезда, самолеты), предъявляются очень строгие требования. Для того чтобы в полной мере использовать все преимущества сэндвич-компози́тов, важно выбрать материал, для создания которого используются самозатухающие компоненты, не выделяющие токсичных газов при горении.

- **Термоизоляция**

Полимерные наполнители имеют ячеистую структуру. Эти ячейки заполнены воздухом. Благодаря этому факту, некоторые наполнители не проводят тепло и холод, что может быть значительным преимуществом при использовании этих материалов в строительстве, изготовлении подводной техники и других областях, где вопрос изоляции является ключевым.

- **Звукоизоляция**

Благодаря все той же ячеистой структуре некоторые наполнители (в основном те, которые состоят из закрытых ячеек) способны хорошо изолировать звук. Это свойство очень полезно, например, при изготовлении акустических систем, однако самая важная область приложения этой характеристики – изготовление элементов интерьера пассажирских авиалайнеров, ведь именно благодаря хорошей звукоизоляции шум двигателей не мешает пассажирам во время полета.

- **Коррозионная стойкость**

Недопущение коррозии есть важнейший шаг к обеспечению длительного срока службы готового изделия. Благодаря своей коррозионной стойкости полимерные наполнители и полимерные наружные слои сэндвич-компози́та сводят к минимуму риск коррозии и соответствующее повреждение структуры изделия. Этот факт делает сэндвич-компози́ты идеальным выбором для судостроительной отрасли.

- **Очень низкое водопоглощение**

Полимерные материалы – это оптимальный выбор для использования в судостроении, а также в тех случаях, когда готовое изделие работает в условиях высокой влажности или конденсации. Причина этого – те же закрытые ячейки. Они не позволяют влаге проникать внутрь структуры наполнителя, не давая ей, тем самым, увеличить вес конструкции и ухудшить механические свойства. Это

также важно для элементов внутренней отделки самолетов, где традиционные материалы, такие как соты, захватывают воду, и постепенно, в течение всего срока службы, увеличивают свой вес. Для сравнения, большинство заполнителей, состоящих из закрытых ячеек, обладают экстремально низкой проницаемостью для водяного пара и очень низким поглощением воды в течение всего срока службы.

- **Простой ремонт**

Сэндвич-композиты очень легко ремонтировать. Трещины и расколы достаточно просто устранить, не снижая при этом механических характеристик изделия в целом. По сравнению со стальными изделиями, из которых нужно вырезать поврежденные части, заменяя их новыми, сэндвич-композиты можно отремонтировать по месту.

- **Диэлектрические свойства**

Некоторые заполнители являются хорошими диэлектриками. Это означает, что они не интерферируют с радиоволнами, что является полезным при изготовлении обтекателей радиоантенн, сферических оболочек радаров и рентгеновского оборудования.

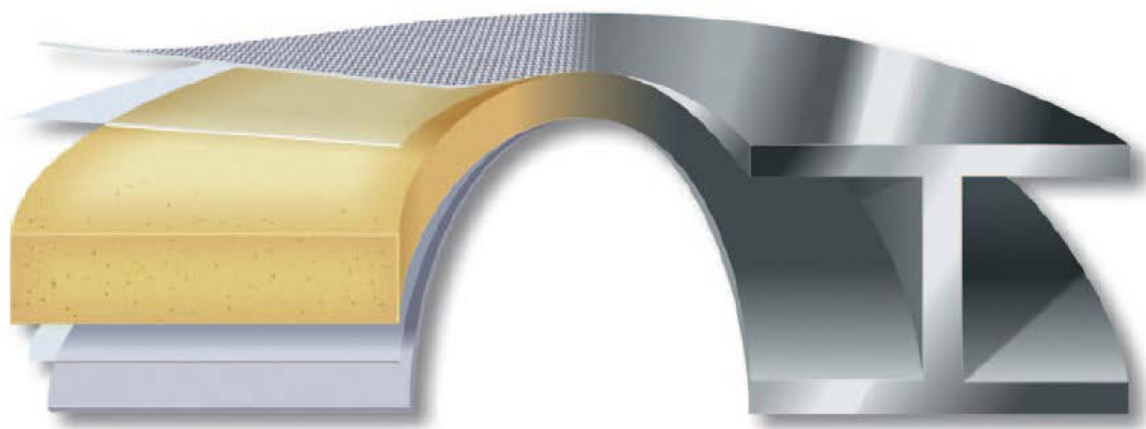
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СЭНДВИЧ-КОМПОЗИТОВ

В данном разделе мы не ставим своей целью научить инженеров процессу разработки сэндвич-панелей, мы просто хотим рассказать об основных принципах работы сэндвич-композитов, используя иллюстрации и упрощения.

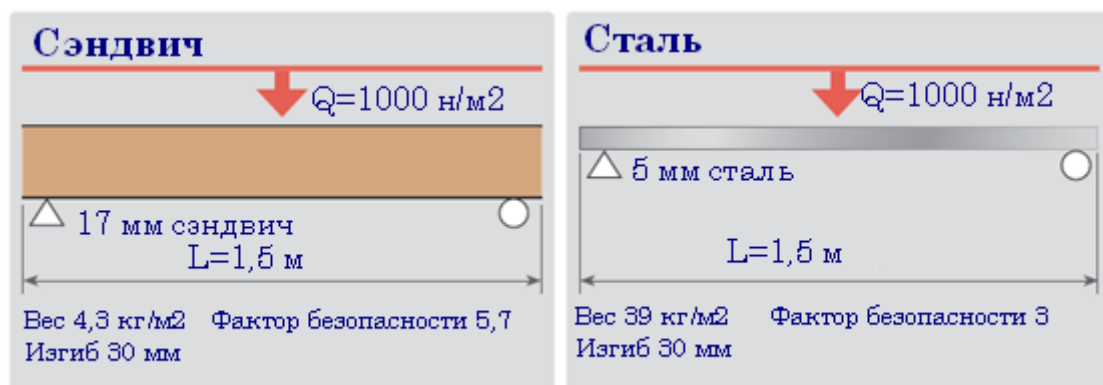


Сэндвич-структуры представляют собой особый класс композитных материалов, обладающих такими типичными свойствами, как низкий вес, высокая жесткость и прочность. Сэндвичи изготавливаются из двух тонких прочных жестких наружных слоев, между которыми находится легкий толстый слой заполнителя.

Сэндвич аналогичен бесконечной I-балке в том смысле, что при изгибании фланцы подвергаются плоскому сжатию и растяжению (как и происходит с наружными слоями сэндвича), а соединительная часть испытывает напряжение среза (как происходит со структурным заполнителем сэндвича). Как и с обыкновенной I-балкой, когда фланцы (наружные слои) все дальше друг от друга, структура получает большую пропорциональную жесткость. Более толстый слой заполнителя дает то же самое, однако он также обеспечивает более низкую общую плотность, что приводит к высокому соотношению жесткость-вес.



Сравнение между стальной панелью и сэндвич-композитом иллюстрируется ниже, показывая потенциальное снижение веса при использовании сэндвича.



Имея одно и то же значение изгиба, мы видим, что снижение веса при использовании сэндвича достигает 90% (в этом примере сравниваются стандартные материалы).



ОПИСАНИЕ ТИПИЧНОГО СЭНДВИЧ-КОМПОЗИТА

Типичный сэндвич-композит состоит из наружных слоев или ламинатов в толстом заполнителе, расположенном между ними. Каждая часть сэндвич-структуры имеет собственную функцию, как описано ниже.



Покрyтия (внешний и внутренний слой)

Покрyтия несут напряжения растяжения и сдвига. Локальная изгибная жесткость зачастую настолько мала, что ей можно пренебречь. Обычные материалы, такие как сталь, нержавеющая сталь и алюминий часто используются в качестве покрyтий. Для этих целей также великолепно подходит стеклопластик, который отличается легкостью в изготовлении и применении. Этот материал удовлетворяет ряду важных требований – анизотропия механических свойств, свобода дизайна, великолепное качество поверхности готового изделия и т.д.

Заполнитель

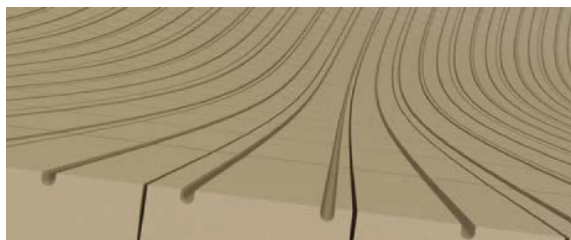
Функция заполнителя – поддерживать наружные слои, чтобы они не деформировались вовнутрь или наружу и сохраняли постоянное положение друг относительно друга. Для осуществления этой функции заполнитель должен обладать несколькими важными характеристиками. Он должен быть достаточно жестким, чтобы сохранять постоянное расстояние между наружными слоями. Он также должен быть достаточно прочным, и не позволять наружным слоям сдвигаться друг относительно друга. Не смотря на то, что в целом важна вся сэндвич-структура, к заполнителю предъявляются самые серьезные требования. Прочность в различных направлениях и малая плотность – вот неполный список тех свойств, которыми должен обладать заполнитель. Часто есть особые требования по изоляции, влагопоглощению, стойкости к старению и т.д. Заполнитель может изготавливаться из различных материалов – дерева, алюминия и разных типов пенопластов.

Клей (соединительный слой)

Для того, чтобы наружные слои и заполнитель успешно взаимодействовали, используемый для их соединения клей должен передавать срезающие между ними. Этот соединительный слой должен нести напряжения сдвига и растяжения. Крайне сложно указать требования к клеевым швам. Простое правило гласит – клей должен нести те же срезающие нагрузки, что и заполнитель. Очень важно, чтобы наружные слои хорошо соединялись с заполнителем. Эти слои могут быть сделаны из алюминия, стали, стекловолокна или углеволокна и т.д.

ФОРМОВАНИЕ СЭНДВИЧ-КОМПОЗИТОВ

Одно из основных преимуществ сэндвич-композиатов состоит в свободе дизайна и формы. Для того, чтобы получить определенную геометрическую форму – плоскую или кривую – на заполнителе-пенопласте имеются разрезы. Благодаря этому наполнитель может принимать различные формы, как, например, лопасть ветрогенератора или корпус лодки. В зависимости от требуемого типа геометрии используются различные разрезы, оптимизирующие вес готового изделия и потребление смолы.



*Получить более подробную информацию по сэндвич-материалам **DIAB** Вы можете, обратившись в любое представительство **Группы Компаний «Композит»**, а также на нашем сайте www.composite.ru.*