



## Что ожидает композиты в будущем? Транспорт

Django Mathijen для Reinforced Plastics

*Есть неписанное правило – прогнозы на будущее лучше делать в уме, на крайний случай – высказывать вслух. Писать и публиковать прогнозы рискованно, ведь это может обернуться против вас. Поэтому мы не будем делать каких-либо прогнозов. Вместо этого мы лишь отметим некоторые заслуживающие внимания факты, которые позволят вам сделать собственные прогнозы и, таким образом, подготовиться к будущему.*

Как известно, свойства композитов можно варьировать таким образом, что соотношение прочность, жесткость, вес будет оптимальным, что делает их идеальным конструкционным материалом для любых видов транспорта: самолеты, поезда, автомобили... Композиты могут снизить их вес, улучшить рабочие характеристики, энергетическую эффективность и экологичность. Значит, мы непременно должны наблюдать рост их потребления, ведь так?

### Автомобили: композиты против стали



Рисунок 1 – бампер Jaguar типа F

Возьмем, к примеру, автомобили. В последнее время мы наблюдаем интенсивное развитие композитов, используемых для автомобильной промышленности. Эти материалы не только снижают вес конструкции, но и обеспечивают функциональную интеграцию, ведь их свойства варьируются в зависимости от конечного применения, что не возможно при использовании металла.

BMW i3 и i8 – звезды композитного автомобилестроения. Монолитная ходовая часть из углепластика использовалась в основном в суперкарах, впервые появившись в

гонимом болиде McLaren MP4 Формула 1 в 1981 году. А сейчас i3 и i8 наглядно демонстрируют, как эти конструкционные материалы могут использоваться в относительно больших объемах производства. Можно ли с уверенностью заявить, что углепластик становится стандартом в автомобильной промышленности?

Чтобы это произошло, производственные затраты должны существенно снизиться. Это, конечно, возможно. Модель Ford T, популяризовавшая массовое производство, была представлена в 1908 году. Технология массового производства стальных корпусов автомобилей развивалась на протяжении более чем столетия. И этот факт установил достаточно высокую планку для технологии массового производства углепластиковых автомобилей. Сейчас есть все возможности для

инновационного развития быстрого и экономически эффективного производства композитных корпусов.

Определенный интерес представляет также переработка отслуживших свое углепластиковых корпусов автомобилей. Теоретически, BMW i3 может быть на 95% переработана. Но если углепластиковые корпуса станут новым стандартом, будет ли у мастеров по разборке автомобилей достаточно знаний и умений, чтобы работать с ними?

Однако и сталь не сдаётся. В 1994 году только что созданная Audi A8 имела инновационную алюминиевую ходовую часть, что делало автомобиль относительно легким и стойким к коррозии. Так что использование алюминия дало этому автомобилю множество преимуществ, которые углепластик дает BMW i3 и i8. В 1995 году был представлен родстер Lotus Elise с клееной рамой из алюминия. Казалось, что это будет началом больших изменений и большая часть автомобильной промышленности должна перейти на алюминий как на новый конструкционный материал.

На самом деле появление этого нового конкурента вызвало совершенно иное изменение: использование более прочной стали. Начав со сборки бампера для CX-5 в 2011 году, специалисты Mazda изготовили стальные запчасти с прочностью на растяжение 1800 МПа, которые могли быть изготовлены прессованием. Это примерно в 6-7 раз прочнее, чем обычная мягкая сталь, из которой традиционно изготавливаются автомобили.

### **Самолеты: сохраняя темп**

Областью, в которой степень перехода от металлов к композитам была, пожалуй, самой значительной, является авиация. На протяжении десятилетий композиты использовались для изготовления, преимущественно, небольших самолетов. А сейчас они в значительной степени заменяют алюминий и при изготовлении современных аэробусов. Boeing 787 Dreamliner примерно на 50% состоит из композитов. Остальные части – 20% алюминия, 15% титана, 10% стали и 5% иных материалов. Airbus A350 XWB на шаг впереди – уже 53% композитов, 19% алюминия или его сплава, 14% титана, 6% стали и 8% иных материалов. Кроме того, Airbus заявляет, что уровень шума внутри A350 на 9дБ ниже, чем в 787.

Композитные структуры не только обеспечивают изготовление более легкого самолета, но и имеют более низкую чувствительность к усталости, а, значит, требуют меньше обслуживания. Период проведения крупного ремонта у Boeing 787 увеличился с 6 до 13 лет.

Однако рано радоваться. Композиты дорогие, так что производственные расходы нужно уменьшить, например, используя термопластичные композиты, развивая технологии сварки и т.д.

Переход на композиты приводит не только к снижению веса, ведь новая технология означает высокий коэффициент надежности. Что не допустить возвращения авиационной промышленности к металлам в долгосрочной перспективе, эти коэффициенты надежности нужно понизить. Для этого требуется провести фундаментальные исследования механизма аварий/поломок.

### **Судостроение: балансируя на грани**

Преимущества композитов для кораблей, катеров и иных плавсредств абсолютно понятны, поэтому для нас удивительно, что для большинства судов, в основном крупных, основным конструкционным материалом корпуса является металл. Многие судостроители и организации типа E-LASS (Европейская сеть по использованию легких материалов в судостроении) пытаются это изменить.

Однако не следует забывать про производственные затраты, которые довольно высоки.



Рисунок 2 – перехватчик Damen  
летит над волнами

Компания Damen переключилась с композитных на алюминиевые суда несколько десятилетий назад. Основная причина этому – удешевление производства. Но так было раньше. С момента смены века они снова перешли на композиты, даже для изготовления крупных судов, поскольку модульная структура и серийное производство позволили удешевить производство даже по сравнению с алюминием.

Хотя композитные суда по существу являются более безопасными, чем металлические, самое трудное – убедить в этом клиентов. Тут как в авиации: ключевым фактором является проведение фундаментальных исследований с целью доказать свойства композитов.

### **Вдохновляя на создание новых моделей... или просто развлекаясь**

Композиты дают возможность создавать инновационные модели и виды транспорта, которые могут открыть абсолютно новые рынки. Зачастую такие концепции весьма полезны для удовлетворения нужд транспортной отрасли. «Веломобиль», к примеру, – это двух или трехколесный велосипед с аэродинамическим каркасом. 17 сентября 2016 года Todd Reichert достиг рекордной скорости 144,17 км/час, используя высокотехнологичную версию такой машины. Конечно, такая скорость не достижима для обычного пассажира, а использование веломобиля гораздо более комфортно по сравнению с велосипедом.

Зачастую эти новые концепты создаются просто для развлечения – доски для серфинга, скейтборды, вейкборды и т.д. Конечно, доски для серфинга существовали задолго до композитов, но стеклопластик сыграл важную роль в развитии рынка этих спортивных изделий до 400 000 штук в год.

Удивительно, как было много разработано различных вариаций. Кайтбординг, например, похож на виндсерфинг, за исключением того, что вместо паруса вас тянет за собой кайт. Сила тяги может быть значительной, позволяя кайтбордистам подниматься на 10 м в высоту и развивая скорость до 60 км/час. Поэтому ради безопасности следует носить шлем и спасательный жилет.

Вейкбординг похож на водные лыжи, катер тянет вас за собой, пока вы стоите на доске. Доска обычно имеет длину около 5 футов, ширину 1,5 фута, симметричная форма, позволяющая двигаться и в обратном направлении.

Из за маневров на довольно большой высоте все эти доски испытывают значительные колебания. Обычно их изготавливают из вспененного наполнителя со слоями стекла, угля или армиды, пропитанными эпоксидной смолой. Но в некоторых дорогостоящих моделях в качестве заполнителя может использоваться дерево.

### **Могут ли веломобили совершить прорыв?**

Было бы любопытно узнать, смогут ли веломобили стать масс маркетом. Они остаются весьма многообещающим концептом, сочетающим в себе

преимущества автомобиля и велосипеда. К тому же эта модель весьма вариативна.

Например, модель “People powered Vehicle” оснащена двумя посадочными местами, расположенными рядом друг с другом. Есть версии, оснащенные электродвигателями, что делает их весьма удобными в условиях городских пробок. Однако массовое производство этих концептов пока не запущено. Яркий пример неудачи в этой области – Sinclair C5 1980-х гг.

Обратившись в прошлое, мы увидим, что развитие C5 и других моделей сдерживалось их явными дефектами, что можно учесть в современных технологиях, уделив особое внимание этапу проектирования. Современный рынок открыт для инноваций, новые концепты входят в повседневную жизнь: электровелосипеды, электромотоциклы, маленькие электромобили (например, Renault Twizy)...

В Голландии, например, вертикальные велосипеды с электродвигателем, позволяющие развить скорость до 45 км/ч, стали настолько популярны, что правительству пришлось вмешаться. Согласно плану, вступившему в силу в январе 2017, эти велосипеды рассматриваются как мопеды, что означает, что они должны покинуть велодорожки, переместившись на проезжую часть к автомобилям. Кроме того, требуется носить специальный шлем, прочнее и толще, чем обычный велосипедный. Эти неудобства сделают подобные электровелосипеды менее привлекательными для покупателей. Возникает вопрос – будет ли развиваться рынок альтернативного транспорта, такого как веломобили?

### **Автомобили амфибии еще не совершили прорыв**

Композитные технологии смогли вернуть автомобили амфибии к жизни. Мечтатели со всего света работали над тем, чтобы исправить главный недостаток легкового автомобиля: факт, что автомобиль не может передвигаться по воде. Если вы вспомните, что наша планета на 2/3 покрыта водой, что первые автомобили амфибии появились еще в 19 столетии и что внедорожники сейчас находятся на пике моды, удивительно почему автомобили амфибии не вошли в нашу повседневную жизнь. Как и веломобили, этот транспорт имел определенные проблемы, но кажется большинство из них было решено за последние сто лет.

В 1994 г. Тим Даттон решил проблему коррозии обычных автомобилей амфибий, создав “Mariner” с его монолитным корпусом из стеклопластика. Вопросы безопасности, связанные с винтами, были решены благодаря использованию водометов. Инновационная форма корпуса позволила сделать автомобиль более маневренным.

Благодаря новым технологиям эти автомобили стали быстрыми, как спорткары на земле или скоростные катера на море. Кроме того, они выглядят просто потрясающе! Австриец Фрэнк Риндеркнехт разработал автомобиль, который может двигаться на высоте 24 дюйма над поверхностью воды, развивая скорость до 50 миль/час.



Рисунок 3 – Автомобиль амфибия летит над волнами

### **Самоходный летательный аппарат**

Еще один гибридный концепт, который пока не нашел массового применения – по очевидным причинам – это летающая машина или самоходный

летательный аппарат: цена высокая, практичность низкая, необходимо иметь лицензию пилота и автомобильные права. Однако разработчики до сих пор прилагают весьма серьезные усилия для развития этого транспорта.



Рисунок 4 – PAL-V на этапе предварительного производства

Словацкая компания “Aeromobil” разработала машину со стальной рамой, покрытой углепластиком, которая выглядит как Бэтмобиль. Она должна развивать скорость до 160 км/ч на дороге и 200 км/ч в воздухе. Ожидалось, что это транспортное средство поступит в продажу в 2017 г. по цене нескольких сотен тысяч долларов. Однако, как это обычно бывает, появились определенные проблемы – прототип вошел во вращение и разбился. К счастью, Стефан Клейн, пилот и совладелец компании, не получил сильных травм благодаря парашюту, находившемуся на борту.

Сейчас компания надеется представить первые машины в 2018 г. Длина автомобиля будет достигать 6 м, ширина 2,24 м – в длину как Rolls Royce Phantom, в ширину больше, чем Hummer H1. Так что передвигаться в условиях городских пробок и парковать такую машину в гараже будет довольно трудно.

Другой проект самоходного летательного аппарата – Transfugia Transition, оснащенный углепластиковым корпусом и двигателем Rotax. Выглядит он не так впечатляюще, как Aeromobil, к тому же его максимальная скорость всего 110 км/час по дороге и 185 км/час в воздухе. Но в 2016 г. Федеральное авиационное агентство США разрешило сертифицировать данный аппарат как Легкий спортивный самолет с максимальным взлетным весом 817 кг. Это важный шаг вперед, потому что изначально максимальный взлетный вес был ограничен 649 кг, что делало аппарат практически бесполезным (вес пустого аппарата 600 кг).

В 2011 г. компания установила цену 279 00 долларов за такую машину. Но весьма вероятно, что цена будет значительно выше, принимая во внимание историю другого самоходного летательного аппарата – PAL-V, который в Top Gear называли первой внушающей доверие летающей машиной.

### **Первая в мире летающая машина**

В 2012 г. PAL-V оценили в 300 000 долларов. Но сейчас голландская компания, которая готовит предварительную серию таких машин, установила цену 500 000 долларов. Длина такой машины около 4 м, ширина 1,6 м (как VW Polo), что дает ей весьма ощутимые преимущества по сравнению с Aeromobil и Transition в условиях городских пробок.

Модель PAL-V инновационная с любой точки зрения. На земле: основой является не обычная машина, а Carver, трехколесная машина, которая автоматически наклоняется на поворотах, как мотоцикл. Эту платформу выбрали, чтобы сделать машину более узкой, что позволило уменьшить



Рисунок 5 – PAL-V совершает вертикальную посадку

узкой, что позволило уменьшить

сопротивление. Это одна из причин, позволяющая считать такую машину внушающей доверие.

В воздухе: основой машины является не самолет, а гирокоптер (автожир). Двигатель приводит в движение колеса на земле; крутит винты когда машина в воздухе. Вес PAL-V примерно равен весу классического Mini Cooper, а максимальная скорость до 200 км/час как на земле, так и в воздухе. Уровень шума двигателей ниже 70 дБ.

Имейте ввиду, что PAL-V является многообещающей моделью не только благодаря особой технологии. Новые правила в США (2004) и Европе (2005) упрощают процесс сертификации, благодаря чему стоимость аэропланов, вес которых менее 600 кг, значительно снижается.

## **Hyperloop**

Идея высокоскоростного поезда, движущегося в вакуумной трубе, возникла несколько десятилетий назад. Возможно, первая модель такого поезда была создана русским профессором Борисом Вейнбергом в далеком 1909 году.

Интерес к этой идее возродил Илон Маск, разработав проект “Hyperloop”, основной мыслью которого было достичь скорости самолета (и даже выше) более безопасным и экологичным способом.

## **Космический туризм**

В 1996 г. многие люди весьма скептически отнеслись к супер призу в 10 миллионов долларов, которую получит первый частный космический аппарат многоразового использования, способный нести 3 человек во время суборбитального путешествия на высоте более 100 км.

Берт Рутан и его компания Scaled Composites выиграли этот приз в октябре 2004 г., объединившись с Ричардом Бренсоном и Virgin Galactic, чтобы на основе своей инновационной технологии создать базу для реального космического туризма. Не смотря на проблемы и задержки (например, крушение SpaceShipTwo в 2014 г.) рынок космического туризма, по всей вероятности, будет развиваться, и если не силами Virgin Galactic, то благодаря одной из многочисленных компаний, работающих в этой области.

Главный вопрос – когда же это произойдет. Супер приз был выигран быстрее, чем ожидалось, но коммерциализация этой новой технологии занимает гораздо более долгое время, чем прогнозировалось ранее. Как долго нам еще придется ждать: годы, десятилетия или даже столетия?

Как только технология будет готова, рынок начнет расти очень быстро, ведь нет ни тени сомнения, что спрос на космические путешествия будет громадным. До сих пор всего несколько сот человек побывали в космосе. Но уже более десяти тысяч зарегистрировали свой интерес к космическому путешествию с Virgin Galactic, а несколько сотен даже внесли предоплату.

## **Через пятьдесят лет после того, как все перестанут смеяться**

Когда доступные космические путешествия станут реальностью, несомненно возрастет интерес к теоретически более дешевой форме таких путешествий: космическому лифту. Идея простая, но странная. Орбитальная скорость спутника на высоте 36 000 км над экватором точно совпадает со скоростью вращения Земли, что означает, что спутник может постоянно находиться над одной точкой Земли.

Все, что вам нужно сделать – растянуть кабель или ленту между спутником и поверхностью Земли. Затем вы можете создать лифт, движущийся вверх и вниз по кабелю, безопасно и дешево перевозя людей и грузы в космос и обратно.

Самая большая проблема – создать достаточно прочный кабель. Прочность материала можно охарактеризовать максимальной длиной кабеля, изготовленного из этого материала, по достижении которой кабель рвется под собственным весом. Такая критическая длина – примерно 20 км для металлов, 70 км для стекловолокна и 300 км для Dyneema.

Поскольку сила гравитации убывает и на больших высотах уравнивается центробежной силой, кабель с длиной на разрыв 5000 км будет достаточным. Экспериментальные углеродные кристаллы уже продемонстрировали длину на разрыв около 3000 км. Ученые возлагают надежды на новые высокопрочные материалы (углеродные нанотрубки, графит или алмазные нанонити).

Стоимость строительства космического лифта оценивается в 20 млрд. долларов. Когда же построят такое сооружение? Писатель футурист Артур Кларк предсказывал: «Космический лифт построят через 50 лет после того, как все перестанут смеяться».

Информация, представленная в данном документе, предназначена только для ознакомления. Мы не даем никаких гарантий, прямо выраженных или подразумеваемых. Мы также хотим отметить, что данная статья предназначена для специалистов, имеющих опыт работы со стеклопластиком, которые должны понимать, что они несут полную ответственность за выбор материалов, процесс изготовления и установку оборудования. Не имея возможности контролировать перечисленные выше операции, мы не даем никаких гарантий по качеству готового продукта. НЕ ДАЕТСЯ НИКАКИХ ГАРАНТИЙ. ИСКЛЮЧАЮТСЯ ВСЕ ГАРАНТИИ ПО ПРИГОДНОСТИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В КОНКРЕТНЫХ СЛУЧАЯХ.

Оригинал статьи размещен по ссылке: <http://www.materialstoday.com/composite-applications/features/what-does-the-future-hold/>