

с  
баа  
карта  
сайта

КАТАЛОГ  
ПРОДУКЦИИ

НОВОСТИ  
НОВОСТЕЙ

О ХОВЕРКРАФТАХ

КАТАЛОГ  
КАТАЛОГ

ГАЛЕРЕЯ

СПИСОК  
СПИСОК

ПЕНЫ

ЗАКАЗ  
ЗАКАЗ

КОНТАКТЫ  
КОНТАКТЫ

#### НОВИНКИ



амфибия с  
инжекторным  
двигателем Christy  
265LI



шестиместный  
вездеход Christy 6132L



вездеход-амфибия  
Hovortrek 465LP с  
полукабиной



шестиместный  
вездеход-амфибия  
Hovortrek 6100L

Christy Hovercraft > об снп > Прямое сравнение свойств композитных материалов FRP/PVC и сварочного алюминия применительно к конструкции корпуса хOVERKRAFT

03.06.09

## Прямое сравнение свойств композитных материалов FRP/PVC и сварочного алюминия применительно к конструкции корпуса хOVERKRAFT

### Сравнение особенностей конструкционных систем на примере коммерческого хOVERKRAFT грузоподъемностью от 600 до 8000 кг.

Многослойная конструкционная система, собираемая из композитного пластика с армированным волокном (FRP) и поливинилхлоридной пены (PVC), может иметь множество разновидностей. В основу сравнения, приведенного ниже, положены структуры и конструкционные системы, обычные для современного серийного хOVERKRAFTостроения. Если попытаться соотнести конструкционные качества и вопросы практического производства, закрыв глаза на коммерческие соображения, то в итоге обсуждаемые материалы и конструкции немного проиграют тем ультрасовременным, что используются сегодня в аэрокосмической индустрии. Для ясности сравнения сделаем следующее: присвоим обычному FRP-судну рейтинг 0, а самому высокотехнологичному композитному самолету рейтинг 100, и тогда окажется, что конструкционные характеристики хOVERKRAFTов, приведенные в данной статье, будут располагаться в районе 85 с фактором стоимости около 60. Таким образом, мы имеем хороший баланс между эксплуатационными качествами и износоустойкостью в морской среде при использовании коммерчески оправданных технологий.

К сожалению, сейчас мы не можем однозначно оценить, какое положение в этой шкале занимали бы алюминиевые конструкционные системы. Последние алюминиевые корпуса хOVERKRAFTов, выполненные в авиационном стиле, закончились на серии Saunders Roe. Все те алюминиевые хOVERKRAFTы, что выпускаются сегодня, используют продвинутую версию корабельного алюминиевого типа конструкции. Сравнение, которое проводится здесь, выявит, как соотносятся между собой различные свойства всех этих конструкционных систем в хOVERKRAFTах сегодняшнего дня и, в частности, коммерческих и военных хOVERKRAFTах указанного диапазона грузоподъемности.

Проследив за нашим сравнением, потенциальному клиенту будет легче понять, почему эти системы настолько различны, и в чем состоят преимущества композитной системы FRP/Sandwich перед алюминием в строительстве хOVERKRAFTов. Стоит подумать и над тем, что приверженность некоторых производителей к алюминию объясняется в большей степени привычкой, более легким контролем над подрядчиками и определенной успокоенностью рынка, нежели техническими соображениями, изложенными далее.

## Композит PVC Sandwich

### Впитывание энергии

Повреждение при ударе панели, сделанной из пены PVC sandwich, приводит к локальному сминанию сердцевины и частичному отделению ламината, обычно только на внешнем слое обшивки. Даже очень сильные повреждения не влекут за собой общей деформации корпуса за пределами поврежденного участка.

## Алюминий

### Ограниченное впитывание энергии.

Случайный удар приводит к искривлению или пробоем панели, а зачастую и к искривлению опорных рам (**шпангоутов**), требующему дорогостоящего и продолжительного ремонта. Сильный удар способен искривить всю структуру и тем самым нарушить балансировку машины и оборудования.

Christy  
HOVERCRAFT



заказать бесплатный DVD

записаться на тест-драйв!



очень мощный катер  
на воздушной подушке



спасательный катер-  
амфибия



австралийский катер  
Hoverflyer 580



австралийский катер  
Wildfire



двадцатиместный  
австралийский катер  
Pioneer MK2



двадцатипятиместный  
катер Pioneer MK3

## Подверженность разрушению

Небольшие пробоины иногда могут привести к протечке вследствие разрушения пены. Когда проколот лишь внешний слой, сердцевина пены сминается и образует подушку, защищающую внутренний слой. Более того, если внешний слой разорван, и жесткость панели в этом месте нарушена, то внутренний слой начинает играть роль гибкой мембраны, которая с легкостью выгибается при внедрении инородного элемента и распрямляется обратно, когда инородное тело удалено.

В случае, когда панель требует ремонта по причине структурного повреждения, ремонт этот редко бывает неотложным и обычно может быть осуществлен позже, при удобном случае.

## Однородная (гомогенная) конструкция

Все материалы, используемые при производстве корпуса из FRP sandwich, поставляются производителем в виде жидкой смолы и различных стекломатериалов, смотанных в рулоны. Поскольку в процессе формовки конструкция становится твердой и приобретает форму сразу вся целиком, обшивка практически не содержит в себе соединений и участков с большими напряжениями.

Удачная конструкция делает возможным свести неизбежные стыки к минимуму и разместить их в участках с малыми, некритичными напряжениями. В отличие от металлов, используемые материалы не подвержены усталости, что исключает риск структурного повреждения вследствие дисбалансировки ходовой части или воздействия всякого рода циклической нагрузки. (Чему способствуют также и их энергопитывающие свойства)

## Подверженность разрушению

Даже самые небольшие пробоины чреватые протечками, достаточными, чтобы подвергнуть хOVERkraft угрозе затопления. Повреждение алюминия гораздо чаще влечет за собой необходимость ремонта, чем деформация конструкционной системы FRPh /Sandwich.

## Неоднородная конструкция

Алюминий поставляется производителем в виде листов, полос и прессованных форм. Любая алюминиевая конструкция подразумевает наличие стыков, а также то, что в процессе образования формы материал будет искривлен (изогнут). А это, в свою очередь, приводит к появлению больших локализованных напряжений, которые в сочетании с циклической нагрузкой (вибрация ходовой части плюс обычные эксплуатационные нагрузки на корпус) чреватые разрушением от усталости или расстыковкой соединений. Применение сварных соединений влечет за собой локализацию высоких напряжений и в то же время потери в прочности. Этот факт следует иметь в виду конструктору, обычно компенсирующему данные недочеты введением дополнительного материала (и, соответственно, увеличением стоимости и веса).

Большая часть конструкций является комбинацией скрученных листов и

прессованных секций. А для прессованных секций, как известно, характерно малое сопротивление усталости, что определяется их химическим составом.

### Ремонтопригодность

Поврежденные структуры FRP Sandwich легко ремонтируются рабочими-полупрофессионалами и тренированным экипажем. Набор инструментов для мелкого ремонта можно держать на борту и использовать в походных условиях, не испытывая зависимости от электропитания или другого ремонтного оборудования.

### Высокая жесткость панели

Благодаря большой толщине секций, сэндвич-структура предъявляет значительно меньшие требования к внутреннему каркасу корпуса. Как результат, внутренние поверхности становятся более чистыми и ровными, высвобождая дополнительное место и облегчая уборочные работы.

### Коррозия

Для материалов, используемых в хOVERcraftах Airlift Hovercraft, коррозия не представляет проблемы. Ни один из материалов, используемых в обшивке, не подвержен коррозии. Все поверхности, имеющие соприкосновение с водой, производятся из смолы с эпоксидной или винилэстеровой основой, которая не подвержена просачиванию. К тому же внешние поверхности покрываются двумя слоями полиуретановой краски - самой плотной и стойкой из существующих красок.

### Ремонтопригодность

Ремонт алюминиевых структур осуществляется подготовленными специалистами и лишь изредка бывает эффективен в походных условиях. Крупное повреждение, ведущее к тотальной дисбалансировке конструкции, требует полного демонтажа хOVERcraftа с последующим выпрямлением или заменой обшивки.

### Низкая жесткость панели.

В силу небольшой толщины алюминиевого полотна, жесткость панели довольно низка и требует либо основательного подкрепления изнутри, либо локального увеличения жесткости. Это ведет к уменьшению свободного внутреннего пространства и увеличению внутреннего беспорядка. Техобслуживание затруднено как с точки зрения чистки, так и с точки зрения необходимости ремонта или замены укреплений в случае повреждения.

### Коррозия

Даже специальный морской алюминий подвержен коррозии, и потому в течение всего срока службы должен внимательнейшим образом проверяться на предмет ее признаков. В алюминиевых хOVERcraftах обычно используется довольно тонкое полотно, и потому за считанные недели коррозия в состоянии оказать ослабляющий эффект на весь хOVERcraft. Вот некоторые из самых распространенных проблем:

- Будучи пришвартованным к стальному судну и произвольно электрически заряженным

### Высокотехнологичные ламинаты

Существует возможность включения в базовую структуру ламината высокотехнологичных тканей с целью придания ему в отдельных зонах некоторых специальных свойств. Подобное усиление актуально там, где ожидаются необычные нагрузки - например, в панелях, которые могут быть подвергнуты большим нагрузкам (места расположения пассажиров, экипажа и машинное отделение). Для придания обшивке свойств брони целесообразно использовать такую ткань, как кевлар.

В других участках, подверженных предельным нагрузкам, - например, в опорах для машин и оружия - применение подобных материалов оправдано тем, что львиная доля энергии впитывается гнущимся материалом вокруг зоны удара, освобождая всю конструкцию от большей части ударной нагрузки. За счет этого могут быть достигнуты уменьшение веса и большая эластичность структуры, и, как следствие - увеличение полезной нагрузки и облегчение обслуживания.

(соприкасаясь с металлом), хOVERcraft выступает в роли жертвенного анода для стального судна и страдает от ускоренного электролитического разрушения.

- Инструменты, по неосторожности оставленные в трюмной воде, за несколько недель могут привести к сквозной коррозии днища; медная монета, оброненная в трюмную воду, также в состоянии быстро и насквозь корродировать алюминиевую пластину.
- Взаимодействие с другими металлами, содержащимися в оборудовании хOVERcrafta, увы, неизбежно и хоть как-то может контролироваться лишь путем тщательного ухода.

### Низкотехнологичный метод

Изготовленное в промышленных условиях алюминиевое полотно имеет фиксированную толщину, и его местное усиление невозможно без приваривания или приклепывания дублирующей пластины. Представляется чрезвычайно сложным включение специальных армирующих или энергопитывающих материалов в алюминиевую структуру без существенного увеличения ее веса и стоимости.

Проектирование опор для машины, оружия и т. п. должно быть ориентировано на их сохранность под воздействием ударной нагрузки, при этом их устойчивость и сопротивление усталости значительно ниже, чем у опор с композитной структурой. И здесь приходится вводить дополнительный вес и жертвовать полезной нагрузкой.

### Стоимость постройки

Композит FRP более дорог, чем алюминий. Конечно, можно строить и дешевые композитные корпуса, однако, материалы, отобранные по этому критерию, будут менее прочны и более тяжелы. Существует огромная разница между хорошими, качественными композитными проектами и дешевыми, серийными прогулочными катерами.

Контроль за качеством осложняется тем, что сырой материал прибывает в скрученном или свернутом виде и превращается в конечный продукт рабочими, чья повседневная производственная этика может быть вопросом неоднозначным. Такая проблема обычно встает на фабриках, производящих дешевую, массовую продукцию. Все приличные фиброгласовые цеха и, особенно, те, что работают с дорогими, высокотехнологичными композитами (используемыми и в наших хOVERcraftах), имеют действенную систему контроля качества на местах, что предотвращает появление подобных проблем.

### Звукоизоляция

Еще раз вспомним о естественной упругости и энергопоглощающих характеристиках материалов FRP/Sandwich, минимизирующих передачу шума через корпус. Их структура фактически изолирует машинный шум.

### Стоимость постройки

Стоимость материала меньше, чем у высококачественных композитов. Отпадает необходимость в тщательном контроле за качеством строительного процесса, поскольку качество алюминия контролируется производителем металла. Заметьте, что низкотехнологичные FRP-конструкции, часто используемые при производстве прогулочных лодок, несравнимы с хорошими алюминиевыми проектами, которые в целом превосходят подобные FRP-системы (например, те, что производятся путем хаотичного распыления из пульверизатора рубленого ровинга и смолы).

### Плохая звукоизоляция

Низкие энергопоглощающие характеристики металлов (алюминия) способствуют отличной передаче всех шумов. Это приводит к дополнительной утомляемости экипажа. А любые меры по изоляции увеличивают общий вес конструкции и снижают полезную нагрузку. В тропических условиях изолирующие материалы могут впитывать влагу, что также приводит к увеличению веса, ускорению изнашиваемости демпфирующего материала и скрытой коррозии под ним.

## Свобода дизайна

Свойство однородности FRP/Sandwich-системы оставляют большой простор для конструктора - как с точки зрения формы, так и с точки зрения размещения усиливающих материалов. На практике это означает, что одна панель может иметь переменные прочность и жесткость, рассчитанные так, чтобы в точности соответствовать предполагаемым условиям нагрузки. Это позволяет сделать конструкцию значительно более рациональной, исключив бесполезный материал и обеспечив наилучшие конструкционные характеристики при минимуме веса и, следовательно, максимизировав полезную нагрузку и общие характеристики хOVERcrafta.

## Теплопроводность

PVC sandwich - по сути своей изолятор. Как следствие, теплопередача по сравнению с алюминием значительно меньше. Что очень хорошо для корпуса хOVERcrafta, поскольку показатели нагревания и охлаждения кабины существенно уменьшаются. Соответственно, требуется меньший кондиционер. Меньший вес и меньшая потребляемая от машин энергия вкУпе улучшают общие характеристики хOVERcrafta.

## Ограничения в дизайне

Поскольку поставляемый алюминий имеет стандартные, фиксированные размеры, каждая отдельная панель должна иметь толщину, соответствующую требованиям прочности для самой нагруженной ее части, из чего следует, что в менее нагруженных частях будет присутствовать лишняя толщина. Вдобавок, требования общей жесткости панели могут диктовать толщину, большую, чем та, что требуется для удовлетворения требований прочности. Это снова приводит к необходимости компромисса между дизайном и общей эффективностью сооружения. Вообще говоря, хорошо спроектированная алюминиевая конструкция (особенно с большими панелями, как это часто бывает у хOVERcraftов) не может соперничать в жесткости с удачно спроектированными FRP/Sandwich - конструкциями, в частности теми, что используются в хOVERcraftах Airlift-Hovercraft.

## Теплопроводность

Алюминий - один из лучших проводников тепла. Применительно к корпусу хOVERcrafta это означает, что потребуются дополнительные теплоизолирующие материалы либо более мощный кондиционер, способный покрыть дополнительное тепло, поступающее через крышу кабины и из машинного отделения. Все это увеличивает вес и уменьшает полезную мощность машины, затрачиваемую на движение хOVERcrafta. Что негативно сказывается как на самом хOVERcraftе, так и на комфорте пассажиров.

## Обзор

Создателям морских и воздушных транспортных средств давно известны многочисленные преимущества конструктивных систем типа FRP/Sandwich. И хотя эта система постепенно набирает популярность, ее принятие происходит медленно, что обусловлено необходимостью тщательного контроля качества продукции, а также медленным внедрением новых технологий серийными производителями.

Многие из преимуществ этой системы незаметны в демонстрационном зале, и потому в них не так просто убедить заказчика, имеющего отдаленное представление обо всем, кроме внешнего лоска. С другой стороны, достаточно только взглянуть на любое высокотехнологичное гоночное судно или яхту, чтобы понять что эта система является предпочтительной с точки зрения характеристик и износостойкости.

Стоимость материала, работы и контроля качества для этой системы довольно высоки, однако, если рассчитать общую стоимость продукта в течение всего его жизненного цикла, то окажется, что по части экономии веса и износостойкости данная система значительно превосходят многие другие. Для хOVERKRAFT особенно важно, что увеличение полезной нагрузки и уменьшение требуемой мощности машины отражаются и на капитальных затратах, и на стоимости эксплуатации, и на общих ходовых характеристиках. Сэкономленный килограмм конструкции - это килограмм полезной нагрузки, который может быть продан снова и снова.

Мы создаем подобные конструкции с 1979 года, и до сих пор не имеем ни единой конструктивной поломки за многие тысячи

## Обзор

Алюминий - хороший материал, и его использование в коммерческом судостроении имеет массу преимуществ, недостижимых для других материалов. Однако, каждый материал и каждая конструктивная система имеет свое место, и, если уж создатель хOVERKRAFT не готов использовать полностью высокотехнологичные авиационные материалы и технологии, то, выбирая из оставшегося, ему придется признать, что алюминий не может состязаться с системами FRP/Sandwich ни по конструктивным характеристикам, ни по рентабельности, ни по экономии веса.

К сожалению, авиационные типы конструктивных систем не отличаются коррозионной устойчивостью в морской среде, и поэтому стоимость их технического обслуживания довольно высока. В производстве пассажирских паромов используются улучшенные среднетехнологичные алюминиевые системы, и созданные из них высококачественные паромы отличаются от устаревших тяжелых стальных судов большей прочностью и скоростью. Всем известно, что британцы, будучи пионерами хOVERKRAFT, предпочитают использовать алюминиевые конструктивные системы.

В хOVERKRAFTах Griffon и ВНС AP1-88 задействованы среднетехнологичные алюминиевые конструктивные системы. Не секрет, что эти хOVERKRAFTы имеют невысокие характеристики, и это - следствие как большого веса обшивки, так и наличия добавочного веса, обусловленного спецификой этих конструктивных систем.

Более старые хOVERKRAFTы SRN 4 и SRN6 были построены, исходя из авиационного подхода к структуре. Вес у них небольшой, но стоимость постройки и эксплуатации довольно высока. Интересно, что новый и независимый

эксплуатационных часов, накопленных с того времени, часто в весьма тяжелых условиях и при интенсивной коммерческой работе

британский проект - ховеркрафт ABS-M10 - в настоящее время использует систему FRP/Sandwich. Этот ховеркрафт в своем классе является одним из лучших.


метки: [FRP/PVC](#), [композитный материал](#), [конструкция](#), [корпус](#), [сварочный алюминий](#), [свойства](#), [сравнение](#), [ховеркрафт](#):

[« пред. новость](#)

[след. новость »](#)

[Сравнение подъемных, тяговых и трансмиссионных систем различных ховеркрафтов](#) [Composite FRP OR Aluminium for Hovercraft Hulls?](#)

ПОГОДА  
В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

 +13...+15°

© Christy Hovercraft 2008 —  
производитель и дистрибьютор судов на  
воздушной подушке

[предложение сайтам по ховеркрафтам](#)

[сообщить об ошибке](#)

[СВП в подарок](#)

