



М. Э. Францев, к.т.н.  
+7 (903) 717-31-25  
gepard629@yandex.ru

# Рекорды композиционных материалов на воде: быстрее, больше, дальше!

## Введение

Судоходство является одним из способов освоения человеком окружающей среды. С учётом того, что вода занимает три четверти поверхности земного шара, можно без преувеличения сказать, что развитие мирового судостроения в большой степени определяет прогресс человечества. Научно-техническая революция, произошедшая в двадцатом столетии, нашла своё отражение и в продукте мирового судостроения. Совершенствуя плавательные средства, человечество активно применяло в них свои технические достижения, полученные в других областях деятельности. Композиционные материалы, первоначально применённые в авиации, очень быстро «спустились на воду» и уже несколько десятилетий помогают создавать судовые корпусные конструкции.

Суда из композиционных материалов стали наиболее массовым типом судов в истории человеческой цивилизации. Ежегодно в мире строится несколько десятков тысяч судов из композитов различных типов. Достаточно сказать, что только в США в эксплуатации находится более 13 млн судов из композитов различных типов. И по мере совершенствования конструкции область использования этих судов всё расширяется и расширяется. Технический прогресс в области композитного судостроения не стоит на месте. Человечество стремится расширить границы познания, создавая суда, предназначенные для достижения целей, которые ещё вчера казались нереальными.

За прошедшие годы создано несколько рекордных судов из композиционных материалов, которые вошли в историю мирового судостроения. Уникальные качества этих судов обеспечены, в первую очередь, их конструкцией, в которой применены композиционные материалы, полученные на базе различных сочетаний армирующих и связующих материалов. Именно благодаря применению композитов создателям этих судов удалось достичь тех высоких целей, для которых они создавали свои суда.

И в конечном счёте композиционные материалы заслуженно разделили с создателями судов поставленные рекорды: быстрее, больше, дальше!

Данная статья написана по материалам отечественных и зарубежных электронных ресурсов. В статье сделан упор на информацию о внешнем виде, архитектурно-компоновочных особенностях и эксплуатационных качествах рассматриваемых судов, а также применённых композиционных материалов. При этом данные об обстройке и внутренних интерьерах этих судов приводятся в минимальном объёме.

## Быстрее...

Говоря об одном из впечатляющих рекордов скорости на воде, нельзя не вспомнить один из замечательных катеров, чьё название стало, по сути, нарицательным — Cigarette («Сигарета»).

Прогресс на воде развивается не столь быстрыми темпами, как в других областях. Поэтому скорость катера, спроектированного и построенного более 90 лет назад, можно смело сравнивать со скоростью современных серийных катеров, имеющих сходные размеры и мощность. Длительное время движущей силой совершенствования гидродинамических характеристик высокоскоростных катеров были военные заказы. Но развитие авиации в какой-то момент сделало бессмысленным дальнейшее повышение скорости военных катеров. И тогда на смену военным задачам пришёл спорт.

История современного катеростроения неразрывно связана с историей водно-моторного спорта и, в частности, с морскими гонками открытого моря (от англ. offshore) для катеров, которые регулярно проводятся уже более 100 лет. Эти гонки играют роль своеобразного конкурса передовых идей, с помощью которых конструкторы стараются покорить волны и достичь наивысшей скорости. «В воскресенье побеждай — в понедельник продавай» — этот лозунг автомобильной промышленности США успешно перекочевал на воду (рис. 1–2).

Спортивные морские катера в том виде, в котором мы их знаем сегодня, своим появлением во многом обязаны легендарной и таинственной личности — американцу по имени Donald Aronow, или Дон Аронау (в такой транскрипции было принято написание его имени в русскоязычных водно-моторных изданиях, и именно им мы будем пользоваться). Дон Аронау был потомком семьи одесских эмигрантов из России. Богатый человек, талантливый гонщик, плейбой, любимец женщин, успешный бизнесмен и много кто ещё — всё это ипостаси Дона Аронау. Его жизнь похожа на увлекательный детектив, да и закончилась она как детектив — пулями убийцы в 1987 году на пороге своей фирмы в Майами. Различные версии этого детектива можно найти в Интернете как на русском, так и на английском языке, поэтому мы их здесь пересказывать не будем. Ибо мы говорим о судах из композитов. В данном случае мы рассказываем о лодке, ставшей своего рода иконой стиля.

В послевоенные годы в Соединенных Штатах Америки вошли в моду гонки на выживание на скоростных катерах в суровых океанских условиях. Они проходили в Калифорнии, на Тихом океане, а также в Атлантике между городами Майами на континенте и Нассау, расположенным на Багамских островах. В этих гонках экипажи испытывали не только свои катера, но и собственные смелость и силу характера.

Начав своё участие в гонках на приобретённом и переоборудованном небольшом катере, Дон Аронау пришёл к желанию создавать собственные катера для этих гонок. С именем Дона Аронау связан более чем десятилетний период в истории развития океанских гонок и конструкции мореходных катеров. Наиболее широкая известность пришла к нему благодаря созданным им катерам типа Cigarette. Название The Cigarette было дано лодке в память о быстроходном гангстерском судне, совершавшем «ромовые рейсы» во времена сухого закона в США.

Катер был создан Доном Аронау в содружестве с известными конструкторами и гонщиками Джимом Винном, Вальтом Вальтерсом и другими.

Одна из первых побед Доном Аронау была одержана в 176-мильной гонке от города Лонг-Бич в Калифорнии до Энсенады на территории Мексики. В этой гонке на 32-футовом катере Cigarette с двумя двигателями MerCruiser вместе с Доном Аронау принимал участие его механик по прозвищу Тарахтелка. Так родился легендарный бренд. Впоследствии Дон и Тарахтелка на этом катере одержали около 200 побед от Багамских островов до Италии, Франции и Англии. Катера Cigarette устанавливали мировые рекорды с 1969 по 1974 годы, а также в 1976 году. Изматывающий марафон по бурным океанским водам: «Багамы 500» — это одно из самых знаменитых состязаний, на котором катера Cigarette побеждали в 1969 и с 1971 по 1976 годы. Сам Дон Аронау дважды выигрывал чемпионаты мира и трижды становился чемпионом США. Катера Cigarette доминировали на гоночных дистанциях вплоть до 1978 года. На них одерживались победы во многих чемпионатах

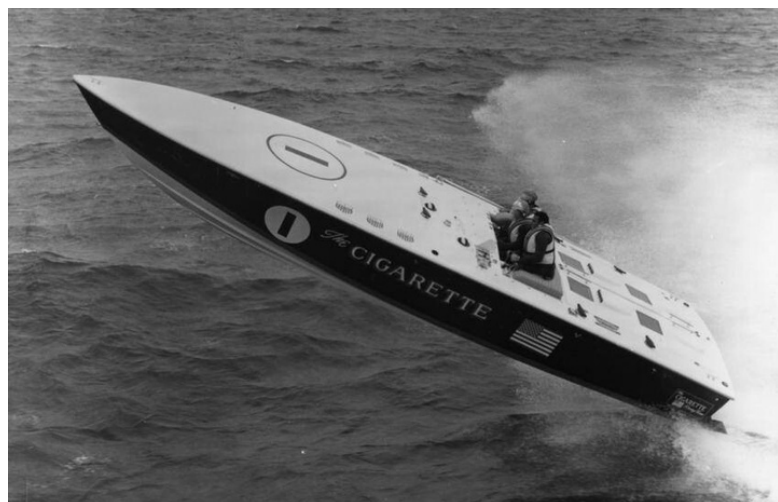


Рис. 1. Гоночный катер Cigarette с Доном Аронау на дистанции гонок [1].



Рис. 2. Гоночный катер Cigarette с Доном Аронау на дистанции гонок [1].

мира и крупнейших океанских гонках, неоднократно обновлялись рекорды скорости.

Что же представляет собой катер Cigarette? Это глиссер, имеющий нестандартное удлинение  $L / B = 5$ , при том, что стандартное удлинение большинства глиссеров около  $L / B = 2,5$ . Катер имеет обводы типа «глубокое V» с тремя парами продольных реданов, расположенных практически по рыбинам (рис. 3). Кокпит с постом управления смещён в корму от миделя. Сразу за кокпитом расположен моторный отсек, в котором находятся два двигателя MerCruiser мощностью по 500 л.с. каждый, передающие вращение гребным винтам через угловые колонки. Двигатели обеспечивают катеру удельную нагрузку 0,25 л.с./кг. Катер имеет следующие главные размеры:

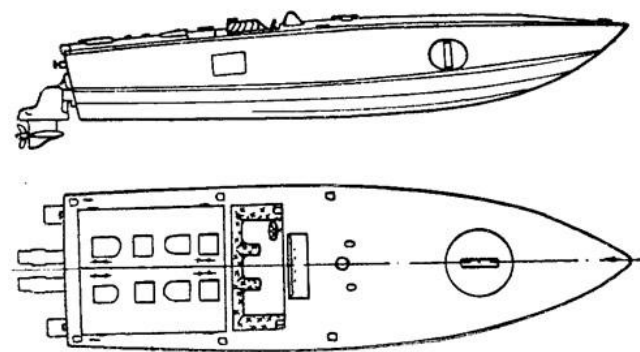


Рис. 3. Гоночный катер Cigarette. Общее расположение [2].

- Водоизмещение полное — 4065 кг;
- Длина габаритная — 10,97 м (32 фута);
- Ширина габаритная — 3,26 м;
- Осадка — 0,97 м;
- Скорость — 120 км/час.

Корпус катера Cigarette изготовлен из композиционных материалов на основе полиэфирных смол. В качестве армирующих материалов применены материалы на базе E-стекла. Первоначально корпуса изготавливались методом контактного формования. В конструкции корпуса широко применена бальза, в том числе в качестве материала среднего слоя сэндвича. Из древесины выполнены фундаменты главных двигателей. В дальнейшем в конструкции корпуса катера Cigarette современных версий появились органокомпозиты и углекомпозиты. В настоящее время корпуса изготавливаются методом вакуумной инфузии.

Для производства катеров была создана компания Cigarette Racing Team Inc. По мере совершенствования конструкции катера Cigarette его длина последовательно увеличивалась сначала до 36 футов, потом до 40 футов. Имеются и 42-футовые модификации. Кроме, собственно, гоночных версий, практически сразу стали продаваться лодки, имеющие дорогую высококачественную отделку, для богатых покупателей, считавших себя спортсменами. Поэтому среди лодок, выпускаемых верфью Дона Аронау, были и 28-футовые прогулочные лодки, имеющие компоновку с просторным кокпитом. Среди покупателей Cigarette — короли и президенты, шейхи и принцы, а также многие другие персоны. Дополнительную популярность лодка приобрела, приняв участие в съёмках сериала «Полиция Майами».

Военные и спецслужбы также не оставили своим вниманием скоростные катера, чья конструкция была многократно проверена и усовершенствована в океанских гонках. Для борьбы с контрабандистами и наркоторговцами на базе отработанных решений Cigarette строились и строятся патрульные катера.

Компания Cigarette Racing Team Inc. существует и в настоящее время. Она продолжает производить эти лодки. История катеров Cigarette продолжается.

## Больше...

Самым крупным судном из композиционных материалов стал парусник Mirabella V, построенный в 2003 году известной верфью Vosper Thornycroft



Рис. 4. Парусное судно Mirabella V. Спуск на воду [3].

в Вулстоне, которая в это время называлась VT Shipbuilding. Это был самый сложный и яркий проект верфи по диверсификации своей продукции (по конверсии). Яхта Mirabella V была последним судном, построенным судостроительным предприятием Vosper Thornycroft в Вулстоне перед его продажей и последующим сносом (рис. 4).

Яхта была спроектирована ирландским инженером новозеландского происхождения Ронном Холландом. Технический надзор за исполнением композитных конструкций осуществлялся фирмой High Modulus Europe Ltd. Яхта строилась под техническим наблюдением классификационного общества Det Norske Veritas.

Яхта Mirabella V, кроме всего прочего, является крупнейшим в мире одномачтовым судном за всю историю мореплавания. Современные технологии позволили снабдить яхту Mirabella V самой большой мачтой и самым большим парусом из всех когда-либо существовавших парусников. Высота мачты из углекомпозита составляет 88,5 метра, что почти вдвое больше Александровской колонны в Санкт-Петербурге и на семь метров выше Колокольни Ивана Великого в Москве. Нагрузка на корпусные конструкции в основании мачты составляет 440 тонн. После установки на мачту антенн и дополнительного оборудования её общая высота составила 91,44 метра над ватерлинией, или более 100 метров от кончика кила.

Из-за большой высоты мачты яхта не может пройти ни под одним мостом, до которого способна дойти по воде, включая Мост Столетия через Панамский канал (80 м), автомобильный мост через Суэцкий канал (70 м) и мосты через пролив Босфор (64 м). Как было сказано выше, парус генуя яхты Mirabella V площадью 1833 м<sup>2</sup> является самым большим в мире. Яхта также имеет подъёмный киль массой более 100 тонн для прохода в марину, расположенную в бухте Палм-Бич, где глубина ограничена. Цена яхты составляла на момент постройки примерно 50 млн долларов.

Первоначально владельцем яхты Mirabella V был бывший председатель совета директоров и генеральный директор компании автомобильного проката Avis Джо Витториа. Яхта использовалась для чартера.

Яхта Mirabella V имеет следующие проектные характеристики и главные размерения:

- Полное водоизмещение — 785 т;
- Длина габаритная — 77,6 м;
- Ширина на миделе — 14,82 м;
- Осадка по килю — 10,2 м;
- Осадка по корпусу — 3,8 м;
- Экипаж — 16 чел.;
- Запас топлива — 60 000 л;
- Запас пресной воды — 31 000 л;
- Ёмкость фановых цистерн — 3800 л;
- Количество кают — 7 шт.;
- Количество спальных мест — 16 шт.;
- Количество гальюнов — 11 шт.;
- Скорость круизная под двигателями — 12 узлов;

**Рис. 5.** Парусное судно Mirabella V с убраным парусным вооружением [4].



- Скорость полного хода под двигателями — 14 узлов;
- Скорость полного хода под парусами при благоприятном ветре превышает 20 узлов.

В качестве главных двигателей судовой энергетической установки используются два дизельных двигателя MTU 12V 2000 M70 мощностью 1050 л.с. каждый (рис. 5–6).

Конструкция корпуса выполнена в виде сэндвича толщиной до 63 мм (из которых внешняя обо-

лочка составляет всего 7 мм) с использованием многослойного наполнителя из поливинилхлоридного пенопласта плотностью 140–160 кг/м<sup>3</sup>. В качестве армирующих материалов использовалась стеклоткань, сшитая с тканью на основе углеродных волокон. В наиболее нагруженные элементы для снижения толщины конструкций добавлены по два слоя арамидной ткани (кевлар). В качестве связующего была использована винилэфирная смола.

Внешняя оболочка сэндвича была выполнена методом контактного формования со специаль-

**Рис. 6.** Парусное судно Mirabella V под парусом [4].



ных передвижных лесов. Далее предварительно сформированные секции пенопласта среднего слоя были уложены в законченную внешнюю оболочку, помещены в вакуумные пакеты и приклеены к ней. Внутренняя оболочка сэндвича выполнена из 3–4 слоёв углеродного препрега. В дальнейшем это решение было признано неоптимальным из-за сложности термического отверждения такой большой конструкции и необходимости укладки слоёв вручную, что повлекло значительные затраты времени и расходных материалов.

Ниже ватерлинии в корпус добавлены продольные рёбра жёсткости. В каждом из них содержится до 18 слоёв чередующегося углеродного волокна и волокна из Е-стекла, уложенных поверх среднего слоя из полиолефиновой пены плотностью 18 кг/м<sup>3</sup>. Корпус отформован единым целым. Корпусные конструкции были отформованы методом вакуумной инфузии. Масса отформованного корпуса составила 100 т.

Корпус формовался в одноразовой деревянной матрице, жёсткость и форму которой обеспечивали деревянные рамы, установленные через 1 м. Необходимую гладкость рабочей поверхности обеспечивали МДФ-панели, выкроенные лазером. Была произведена шлифовка рабочей поверхности до необходимого стандарта шероховатости. Это позволило сэкономить порядка 5 тонн шпатлёвки и существенно снизить трудоёмкость.

Конструкция палубы была существенно усилена элементами из углекомпозита. Области палубы, которые сильно нагружены, имеют усиления из углеродных тканей, сшитых с мультиаксиальными тканями из стеклянного волокна. Палуба также отформована единым целым методом вакуумной инфузии. Но в дальнейшем она была разрезана на пять секций для упрощения стыковки с корпусом.

В нескольких частях корпуса, например в районе опорной конструкции мачты, где возникают знакопеременные нагрузки, передаваемые на другие корпусные конструкции, а потому необходим высокий уровень вторичного связывания между фазами композита, используется композиция на основе углеродных волокон и эпоксидной смолы, а не композиция на основе углеродных волокон и винилового эфира, как во всех остальных частях корпуса. Опорная конструкция в виде рамы необходима для передачи нагрузок со шпора мачты на палубу и дальше на днищевое перекрытие.

Из композиционного материала на основе углеродного волокна изготовлены все усиливающие конструкции корпуса: рамы и лонжероны высотой 1,5 м, передающие нагрузку со шпора мачты на киль, воспринимающие и разносящие нагрузку от надстройки по палубе, фундаменты главных двигателей и дизель-генераторов в машинном отделении, а также ряд других элементов.

Существенные трудности возникли в обеспечении требований пожарной безопасности в соответствии с Правилами Агентства морской и береговой охраны (МСА). Они диктовали необходимость установки обширной изоляции в машинном отделении и

других пожароопасных зонах. Благодаря согласованной работе конструкторов и специалистов, осуществляющих надзор, в этом вопросе удалось достигнуть определённого компромисса, учитывая назначение судна.

Строительство шло достаточно трудно. Опоздание с постройкой к спуску составило около 6 месяцев. Спуск судна был продольным с принудительным приводом гидравлическим толкателем.

После спуска корпус был отбуксирован на достройку в Портсмут, где через отверстие в палубе был загружен штатный киль без обтекателя. После загрузки киля лодка была поставлена в сухой док, где с килем был состыкован и приварен обтекатель. Общая масса конструкций киля составила 150 тонн.

Тело мачты длиной 87 метров в виде трубы, изготовленной из композиционного материала на основе углеродных волокон, имеет массу 15 тонн. Она была установлена специальной командой специалистов. Обстройка судна и другие отделочные работы производились также отдельной компанией.

В процессе эксплуатации яхта совершила много рейсов. Только под двигателями она прошла порядка 5100 часов. Чуть больше года спустя после постройки из-за нерадивости экипажа она попала на камни и получила повреждения корпуса.

В 2013 году после смены владельца лодка прошла процедуру рефита на верфи Pendennis. При этом у неё была несколько расширена корма. Яхта получила название M5.

## Дальше...

Капитаном и инициатором создания тримарана Earthrace был новозеландец Петер Бетюн (Peter James Bethune). Он начал этот проект в 2002 году, имея очень незначительный опыт постройки судов.

Футуристический тримаран Earthrace изначально был создан как демонстратор «зелёных» технологий, способный побить мировой рекорд по плаванию вокруг земного шара на моторном судне. Длина тримарана Earthrace составляла 24 метра, ширина — 7 метров, осадка — 1,2 метра. Водоизмещение три-



Рис. 7. Тримаран Earthrace на дистанции установления мирового рекорда [5].

**Рис. 8.**  
Тримаран Earthrace.  
Вид сзади на стоянке[5].



марана составляло 13 тонн. В качестве топлива на этом судне мог использоваться биодизель наряду с обычным дизельным топливом. Дальность хода на одной заправке (а это порядка 12 000 л) составляет 22 000 км. Крейсерская скорость хода тримарана составляла 59,3 км/час, а скорость полного хода тримарана в состоянии нагрузки, близком к водоизмещению порожнем, достигала 93 км/час на спокойной воде или при умеренном волнении. На судне использовались и другие экологически чистые материалы, такие как смазки на основе растительного масла и нетоксичные средства против обрастания. Для очистки трюмных вод применялись специальные фильтры.

Судно было спроектировано компанией LOMOcean Design (ранее Craig Loomes Design Group Ltd.) и построено компанией Caliber Boats в Окленде, Новая Зеландия. Тримаран Earthrace был заложен в январе 2005 года и спущен на воду 22 ноября 2006 года.

Обводы композитного корпуса тримарана, проницающего волны, позволили увеличить скорость судна и улучшить его продольную устойчивость. Судно имело частоту продольных колебаний существенно ниже частоты 15-метровых волн, что позволяло прорезать такие волны. В качестве армирующих материалов композита корпуса в комбинации с углеродным волокном и вставками из кевлара использовались армирующие материалы растительного происхождения (конопля).

На судне были установлены два двигателя Cummins MerCruiser мощностью 540 л.с. каждый, переоборудованные для работы на биодизеле. При необходимости двигатели могли работать на обычном дизельном топливе или его смесях с биодизелем. Воздухозаборники моторного отсека располагались над арками, соединяющими центральный корпус с аутригерами.

Судно имело оригинальный движительно-рулевой комплекс (ДПК). Пара соосных винтов располагалась под центральным корпусом, а рули — за аутригерами. Эта схема обеспечила судну хорошую управляемость только на скоростях свыше 12 узлов. Возможно, именно конструкция ДПК сыграла фатальную роль в последующей судьбе судна (рис. 7–8).

Затраты на постройку судна в 2,5 млн долларов США были в основном профинансированы спонсорами, а единственным предметом роскоши на борту был туалет стоимостью 10 000 долларов.

Первая попытка совершить кругосветное плавание в 2007 году была неудачной. На судне возникали проблемы в судовой энергетической установке и в двигателях. Когда эти проблемы были преодолены, судно столкнулось с рыбацкой лодкой из Гватемалы, в результате чего пропал без вести один из рыбаков. Кроме того, была обнаружена трещина в центральном корпусе.

После ремонта на верфи Вулкан в порту Сагунто (Испания) была совершена вторая попытка кругосветного плавания 27 апреля 2008 года. Я намеренно опускаю описание кругосветного путешествия, оно есть в Сети. 27 июня 2008 года судно Earthrace установило новый мировой рекорд кругосветного плавания, когда пересекло финишную черту в порту Сагунто. Новый рекорд кругосветного плавания на моторном судне составил 60 дней, 23 часа и 49 минут.

В мае 2009 года судно было куплено за 1,5 млн долларов и передано в дар обществу охраны морской фауны SSCS (англ. Sea Shepherd Conservation Society). Президент и основатель SSCS Пол Уотсон (Paul Watson) возлагал на судно большие надежды. Он намеревался с его помощью блокировать японские китобойные гарпунные суда, не давая им преследовать морских животных. 17 октября



Рис. 9. Тримаран Ady Gil. Гибель после столкновения [6].

2009 года тримаран Earthrace был представлен в средствах массовой информации с новой чёрной краской и новым именем — Ady Gil — по имени основного спонсора (голливудский магнат осветительного оборудования, который пожертвовал группе 1 млн долларов). Было объявлено, что Ady Gil будет участвовать операциях, названных *Waltzing Matilda*, против японского китобойного промысла в китовом заповеднике Южного океана. Тримаран Ady Gil был единственным судном во флоте операции, достаточно быстрым, чтобы не отставать от судов японского китобойного флота.

В качестве ледовых подкреплений в районе ватерлинии были добавлены 4–8 слоёв кевлара. Для снижения заметности для радаров японского флота на тримаран была нанесена чёрная краска, предназначенная для рассеивания радиолокационных сигналов. На судно было установлено также другое оборудование.

7 декабря 2009 года тримаран Ady Gil на пару с флагманским судном SSCS — Steve Irwin — отправился к берегам Антарктиды, где должен был нести дежурство на протяжении трёх месяцев сезона нелегальной охоты на китов. Там тримаран Ady Gil принимал участие в операциях по воспрепятствованию поражения гарпунами китов. Однако 6 января 2010 года Ady Gil столкнулся с японским судном *Shōnan Maru 2*, которое занималось охраной и поддержкой китобойного флота. Описание этого происшествия с разных сторон есть в Сети, поэтому я опускаю подробности. Один из членов экипажа Ady Gil из Новой Зеландии получил тяжёлую травму в шесть сломанных ребер. После столкновения тримаран Ady Gil несколько часов находился на плаву, но в дальнейшем затонул (рис. 9). Так завершилась судьба одного из самых оригинальных судов наступившего века, изготовленных из композиционных материалов.

## Заключение

Ни в одной области знания невозможно рассчитывать на значительное продвижение вперёд, если не существует сложившейся и постоянно развивающейся системы взглядов на её перспективу. Это, в том числе, относится к судостроению из композиционных материалов.

Корпусная конструкция из композитов современного скоростного судна представляет собой многослойную оболочку. Оболочковые конструкции из композитов являются одним из наиболее перспективных современных видов конструкций, осваиваемых мировым малотоннажным судостроением, наилучшим образом использующими некоторые положительные качества этого типа материалов. Эти конструкции позволяют добиваться высокой весовой эффективности в сочетании с необходимыми механическими характеристиками. Одним из центральных вопросов проектирования судовых корпусных конструкций из композитов в виде многослойных оболочек является обеспечение их прочности и долговечности в заданных условиях эксплуатации.

Проектирование крупного элемента судовой корпусной конструкции в виде многослойной оболочки из композитов по критерию весовой эффективности только на основе учёта действующих на него эксплуатационных нагрузок позволяет существенно снизить его массу. При этом образовавшаяся экономия массы частично может быть направлена на повышение полезной нагрузки судна и улучшение других его эксплуатационных характеристик. Что, собственно говоря, и сделано в конструкциях всех трёх описанных в статье рекордных судов.

Проектирование крупной судовой корпусной конструкции из композитов представляет собой триединую задачу, включающую проектирование собственно конструкции, проектирование технологии её изготовления, а также проектирование композиционного материала для конструкции на базе определённых исходных материалов, выбор которых определяется экономической целесообразностью.

Рекордные суда, изготовленные из композиционных материалов, о которых рассказано в данной статье, не только существенно расширяют границы познания, позволяя достичь целей, ещё вчера казавшихся нереальными. Они играют роль испытательных стендов для обкатки новых перспективных технических решений, которые уже завтра станут стандартными типовыми решениями.

## Список использованных источников

1. [www.powerandmotoryacht.com/boats/history-cigarette-founder-don-aronow](http://www.powerandmotoryacht.com/boats/history-cigarette-founder-don-aronow)
2. [www.boatdesign.net/gallery/cigarette-36.1/](http://www.boatdesign.net/gallery/cigarette-36.1/)
3. [www.thedailysail.com/general/03/48853/the-worlds-biggest-sloop-mirabella-v-hits-the-water](http://www.thedailysail.com/general/03/48853/the-worlds-biggest-sloop-mirabella-v-hits-the-water)
4. [www.yachtforums.com/threads/largest-yachts-built-the-list.559/](http://www.yachtforums.com/threads/largest-yachts-built-the-list.559/)
5. [www.nzherald.co.nz/nz/news/article.cfm?c\\_id=1&objectid=10429738](http://www.nzherald.co.nz/nz/news/article.cfm?c_id=1&objectid=10429738)
6. [bigpicture.ru/?p=27884](http://bigpicture.ru/?p=27884)