

# Норвежские пассажирские катамараны из композиционных материалов

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



Фото: сайт компании [www.braa.no](http://www.braa.no)



Рис. 1. Подготовка к изготовлению корпуса катамарана методом вакуумной инфузии

Первые десятилетия наступившего века можно охарактеризовать как время тотального доминирования скоростных катамаранов в области морских пассажирских перевозок перед скоростными судами других типов [1, 2]. Долгое время скоростные катамараны строились из легких сплавов. Некоторое время назад в России Средне-Невским судостроительным заводом был построен скоростной катамаран «Грифон» из композиционных материалов на основе углеродного волокна. По ряду причин этот катамаран достаточно долго искал свою эксплуатационную нишу [3]. В этой связи представляется интересным зарубежный опыт постройки скоростных пассажирских катамаранов из композиционных материалов на основе углеродного волокна. Признанной «законодательницей мод» в этой области является Норвегия. На территории этой страны строятся транспортные и экскурсионные версии судов этого типа.

Судостроительная компания Brødrene Aa расположена на территории самой северной соседки нашей страны — Норвегии. Название принадлежит братьям Олаву Аа (1920-2006) и Бертелю Аа (1919-2009), которые основали компанию в 1947 году. Компания за время существования построила большое количество судов различных типов. Подобно большинству семейных



**Рис. 2.** Формирование надстройки скоростного катамарана из трехслойных панелей из композитов

судостроительных предприятий, компания Brødrene Aa в 1940-х и 1950-х годах изготавливала различные лодки из красного дерева. Постепенно компания перешла к постройке более крупных судов, в частности паромов для работы во фьордах.

В 1970-х годах, подобно большинству европейских катерных верфей, компания Brødrene Aa перешла к работе с композиционными материалами на основе стекловолокна. В середине 1970-х годов компания построила первое судно из стеклопластика, одобренное Классификационным обществом DNV. В 1980-х годах компания занялась строительством различных скоростных судов, а в начале 1990-х годов компания занималась постройкой мегаяхт.

Однако в дальнейшем коммерческие интересы компании ушли из судостроения в область изготовления корпусов вагонов из композиционных материалов, а также различных подводных защитных покрытий.

В начале 2000-х годов нового века, используя имеющиеся компетенции в области производства композитов, компания Brødrene Aa снова занялась судостроением, совершив технологический прорыв. Она вернулась на рынок скоростных паромов, выпустив первое в мире пассажирское судно из композиционных материалов на основе углеродного волокна. К настоящему времени компанией построено более шестидесяти скоростных катамаранов различных типов в соответствии с кодексом IMO HSC 2000, которые классифицированы DNVGL, CRS и CCS.

В настоящее время компания Brødrene Aa располагает несколькими производственными площадками. Основу производственного сектора компании составляет верфь в городе Хиен на западном побережье Норвегии, где работают 170 квалифицированных рабочих. Верфь Хиене весьма современна и хорошо подходит для производства изделий из композиционных материалов. Общая площадь внутренних помещений верфи составляет порядка 5000 квадратных метров, в которых поддерживаются заданные параметры по влажности и температуре. Эллинги имеют длину 150 м и 85 м, при ширине 20 м. Высота производственных пролетов 8-12 м. Имеются подъемные краны грузоподъемностью 20 и 16 тонн, а также два крана грузоподъемностью по 8 тонн. Верфь способна выполнять полный цикл постройки судов.

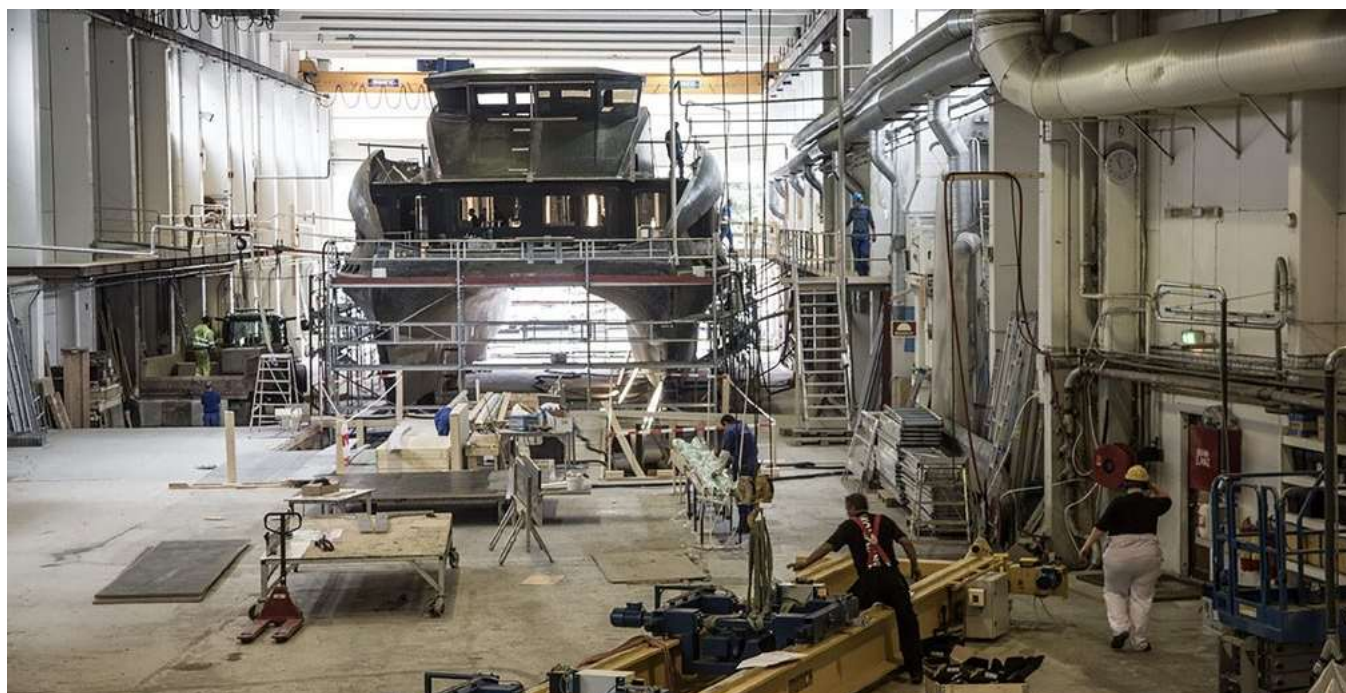


**Рис. 3.** Отделка надстройки скоростного катамарана из композитов

Второй производственной площадкой является верфь в Эйке-фьорде, предназначенная для послепродажного сервиса построенных компанией судов. Она удобно расположена на берегу моря. Здесь имеется в общей сложности 3000 квадратных метров современных помещений, в которых поддерживаются заданные параметры по влажности и температуре. Длина эллинга составляет 120 м, а ширина — 20 м при высоте 12 м. Грузоподъемность судоподъемных сооружений составляет 250 тонн. Верфь располагает высококвалифицированным и опытным персоналом. Верфь имеет необходимые компетенции для обслуживания, ремонта и переоборудования судов.

Компания Brødrene Aa занимается постройкой различных катамаранов с использованием технологии вакуумной инфузии. Она применяется как для изготовления наружной обшивки корпусов, так и для изготовления отдельных элементов корпуса и надстройки.

Кроме наружной обшивки, остальные судовые корпусные конструкции, включая элементы надстроек, изготавливаются из композиционных материалов на основе углеродного волокна и винилэфирного связующего. Они имеют трехслойную структуру с легким средним слоем. В качестве материала легкого среднего слоя применяются пенопласты Divinycell. Сэндвич-панели производятся на основе пенопластов Divinycell от H60 до H200 толщиной 30-60 мм с использованием вакуумной инфузии. Компания Diab — производитель пенопластов Divinycell работает с компанией Brødrene Aa с 1974 года. Для трехслойных



**Рис. 4.** Скоростной катамаран из композитов подготовлен к спуску

элементов компаний Diab разработаны специальные армированные волокном панели Divinycell.

Основную часть продукции компания Brødrene Aa составляют скоростные пассажирские катамараны различных размеров, которых, по утверждению производителя, с 2001 года выпущено уже более шестидесяти судов. Опять же, по утверждению производителя, судовые корпусные конструкции этих катамаранов примерно на 30–40% легче, чем, если бы они были изготовлены из морского алюминия.

Здесь можно, наверное, утверждать, что такое существенное облегчение конструкций достигнуто не столько из-за применения углепластиков, сколько за счет замены однослойных конструкций трехслойными конструкциями с легким средним слоем из пенопласта Divinycell, имеющими эквивалентную прочность на изгиб.

Линейка скоростных катамаранов, выпускаемых компанией Brødrene Aa, состоит из одно- и двухпа-

лубных судов, имеющих длину в диапазоне от 21 до 40 метров, пяти различных проектов. Все катамараны относятся к одному и тому же архитектурно-конструктивному типу, в котором пассажирские и служебные помещения располагаются в надстройке, а судовая энергетическая установка в корпусах.

Катамараны имеют пассажировместимость от 50 человек на 21-метровом судне до 400 человек на 40-метровом судне. Суда построены в соответствии с кодексом IMO HSC 2000 и классифицированы DNVGL, CRS и CCS.

Все проекты катамаранов имеют конструктивные и технологические построечные решения по корпусу и надстройке, описанные в первой части статьи.

В качестве главных двигателей на катамаранах применяются двигатели MTU различной мощности, а также некоторые другие двигатели, а в качестве движителей используются водометы KaMeWa. Судовая энергетическая установка включает, как правило, от двух до четырех двигателей и такое же количество водометов. Благодаря такому устройству судовой энергетической установки катамараны имеют скорости в диапазоне от 37 до 42 узлов.

Скоростные пассажирские катамараны строятся как для норвежских судоходных компаний, так и на экспорт, в частности в Китай и Гонконг.

В 2018 году на базе корпуса скоростного катамарана построен новый катамаран под названием Rygerdronningen, чтобы возить туристов на экскурсии по знаменитому Люсе-фьорду в норвежском Рогаланде, где имеются повышенные требования к экологичности судов.

Катамаран Rygerdronningen развивает максимальную скорость 19,9 узла, имеет длину 37 метров, ширину 10 метров и вмещает 297 пассажиров.

А в 2020 году на базе корпуса скоростного катамарана построен новый «зеленый» катамаран



**Рис. 5.** Проект скоростного катамарана из композитов. Архитектурно-компоновочные решения



Рис. 6. Скоростной катамаран из композитов на воде

под названием Rygerelektra, являющийся чистым электроходом. Он имеет длину 42 метра и пассажироместность 297 человек. Катамаран Rygerelektra используется паромным оператором Rødne Fjord Cruise в качестве экскурсионного судна в прибрежном городе Ставангер на юге Норвегии.

Катамаран Rygerelektra имеет огромную аккумуляторную батарею емкостью 2 МВт\*час и два гребных электродвигателя по 375 кВт каждый. Во время испытаний это судно достигло максимальной скорости 23 узла, но при обычной эксплуатации скорость будет ограничена 19,9 узлами.

Радиус действия катамарана сильно зависит от крейсерской скорости. Например, при скорости 18 узлов он должен преодолевать 40 морских миль, а при скорости 17 узлов он должен преодолевать 50 морских миль. При расчете диапазона всегда учитывается 30-процентный буфер заряда батареи. Теоретически при его использовании катамаран Rygerelektra может пройти намного дальше.

В 2015 году компания Chu Kong Shipping Enterprises приобрела 40% акций Brødrene Aa. Одной из целей партнерства было создание совместного предприятия по производству композиционных материалов в Китае, а также организация совместного предприятия по достройке скоростных катамаранов на верфи в Нанша. Хотя создание совместного предприятия еще не завершено, компания Brødrene Aa уже оборудовала на этой верфи три судна.

Наряду со скоростными пассажирскими катамаранами, компания Brødrene Aa в 2015-2020 годах построила три специализированных катамарана для круизов по фьордам Seasight. Эти туристические суда премиум-класса спроектированы таким образом, чтобы подарить пассажирам уникальные впечатления от осмотра достопримечательностей.

Своеобразный дизайн этих круизных судов вдох-

новлен знаменитой зигзагообразной горной тропой Тролльстиген. Он позволяет пассажирам, которые предпочитают смотреть на окружающие берега изнутри, свободу прогуливаться по его двум палубам и наслаждаться пейзажем через панорамные окна.

Кроме того, катамаран имеет специально зауженные и заостренные корпуса, чтобы свести к минимуму волнообразование и минимизировать влияние отходящих волн на берега фьорда.

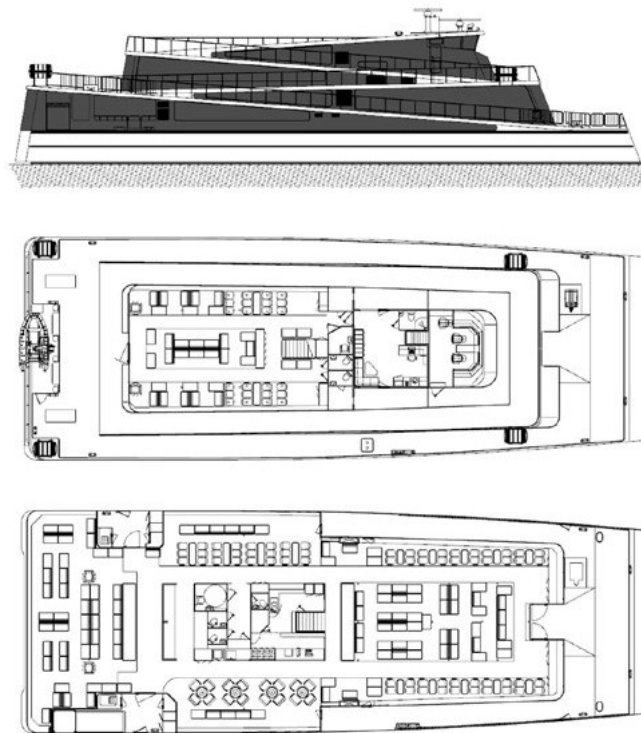


Рис. 7. Экскурсионный катамаран из композитов. Общее расположение



Рис. 8. Экскурсионный катамаран из композитов на воде

Катамараны получили названия Vision of the Fjords, Future of the Fjords, Legacy of the Fjords. Первое судно серии Vision of the Fjords построено на класс +1A1 HSLC R5 Passenger по классификации DNV. Оно имеет гибридный электропривод, включающий два главных двигателя MAN мощностью 749 кВт и два гребных электродвигателя Oswald мощностью 150 кВт, работающих от литий-ионных батарей ZEM.

Катамаран Vision of the Fjords имеет следующие главные размерения и проектные характеристики:

- Водоизмещение — 770 т,
- Длина габаритная — 42,4 м,
- Ширина габаритная — 15,2 м,
- Высота борта — 3,95 м,
- Осадка — 2,0 м,
- Пассажировместимость — 450 человек,
- Максимальная скорость — 19 узлов.

Катамаран Vision of the Fjords получил награду «Судно года» на выставке SMM в Гамбурге в сентябре 2016 года.

Второе и третье суда серии Future of the Fjords, Legacy of the Fjords имеют класс GL по классификации DNV. Оба катамарана являются чистыми электроходами. Их главная энергетическая установка включает два гребных электродвигателя мощностью 450 кВт каждый, работающие от аккумуляторных батарей общей емкостью 1800 кВт·час.

Зарядка аккумуляторных батарей производится от плавучего энергоблока, который имеет аккумуляторную батарею емкостью 2,4 мВт·час, постоянно подключенную к береговой сети. Утверждается, что пополнение бортовых аккумуляторных батарей катамарана будет занимать не более 20 минут.

Катамараны Future of the Fjords, Legacy of the Fjords имеют несколько иное общее расположение. Среди их бортовых помещений есть три выделенных конференц-зала, каждый из которых оборудован собственными проекторами, экранами и аудиосистемами. Это позволяет судам также служить местом для проведения корпоративных и развлекательных мероприятий.

Катамараны Future of the Fjords, Legacy of the Fjords имеют следующие главные размерения и проектные характеристики:

- Водоизмещение — 770 т,
- Длина габаритная — 42,5 м,

- Ширина габаритная — 15,5 м,
- Высота борта — 3,95 м,
- Осадка — 2,0 м,
- Пассажировместимость — 400 человек,
- Максимальная скорость — 16 узлов,
- Дальность плавания на одной зарядке — 30 морских миль.

Катамаран Future of the Fjords выиграл престижную награду «Судно года 2018» на торговой выставке SMM в Гамбурге.

После комплексной программы испытаний катамаран Future of the Fjords выполняет рейсы вдоль 36-километрового маршрута фьордов, соединяющего деревни Флом и Гудванген на юго-западе Норвегии. Примерно половину этого маршрута составляет Нэрёй-фьорд — объект Всемирного наследия ЮНЕСКО.

Катамаран Legacy of the Fjords выполняет круизные рейсы по Осло-фьорду.

Все три катамарана имеют конструктивные и технологические построечные решения по корпусу и надстройке, описанные в первой части статьи.

В настоящей статье рассмотрены технологические и архитектурно-конструктивные решения, а также основные проектные характеристики скоростных и экскурсионных катамаранов из композиционных материалов на основе углеродного волокна, построенных в Норвегии. **КМ**

## Литература

1. Францев М.Э. Малоразмерные скоростные катамараны модульной конструкции с элементами из композиционных материалов – новые транспортные средства для возрождения судоходства на малых реках России. Сборник трудов научного конгресса 12-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки - 2010», Нижний Новгород, том 2, 2010, стр. 220-223.
2. Францев М.Э. Проектные особенности скоростного катамарана модульной конструкции с элементами из композитов для рек Сибири и Дальнего Востока. Транспортные системы, № 1, 2017, стр. 39-48.
3. Францев М.Э. Анализ эксплуатационных характеристик катамарана проекта 23290 «Грифон» и СПК проекта 342Э «Метеор», Композитный Мир, № 6, 2017, стр. 76-80.