



BMW Oracle

# ПАРУСА - КРЫЛЬЯ

**Виктор Сергеевич Шитарёв,**

капитан дальнего плавания  
Государственный инспектор безопасности  
мореплавания и портового надзора

К началу XX века обычные парусные суда достигли своего совершенства. Искусство хождения под парусами - также было доведено до предела. Виндjamмеры уверенно вспенивали просторы Мирового океана. Поэтому корабельщики всего мира были озабочены проблемой, как полнее и эффективнее использовать энергию ветра. Обычный, шитый из парусины парус, для этого уже не годился. Поэтому было решено использовать самолётное крыло, поставив его вертикально, как мачту. В этом случае конструктивные наработки авиаторов пришлось как нельзя кстати. Хотя первые попытки заменить парус авиационным крылом и обнадёживали, но возникали проблемы. Было не ясно, например, как уменьшить площадь парусности при резком усилении ветра; как разворачивать паруса при лавировании, следуя курсами бейдевинд; галфвинд; бакштаг и фордевинд. Поэтому познакомимся с изысканиями корабельщиков, добившихся неплохих результатов.

С интересными предложениями выступил инженер Ю.В. Макаров. Он предложил использовать готовые планерные конструкции в качестве движителей с высоким аэродинамическим качеством. При перемене галса при лавировании судна, производится "перекладка" крыльев относительно продольной оси. На каждом галсе одно крыло служит жёстким парусом, а второе - устройством, препятствующим возникновению опасного для судна крена.

Говорят, что самолёты произошли от морских судов. Первые их конструкторы заимствовали морскую терминологию, а некоторые корабельщики до того были отличными моряками. Неудивительно, что и сегодня в лексиконе авиаторов и сотрудников аэропортов мы встречаем морскую терминологию - "воздушное судно", "чартерный рейс" - от термина "чартер", т.е. "договор морской перевозки" грузов, пассажиров и т.п. Однако, морские суда и сегодня являются самыми крупными движущимися сооружениями, созданными человеком. Надо сказать, что и авиация в своём развитии немало способствовала и развитию судостроения. Сегодня в аэродинамических трубах "продуваются" не только летательные аппараты, но и скоростные морские суда, буксируемые орудия промысла и т.п.

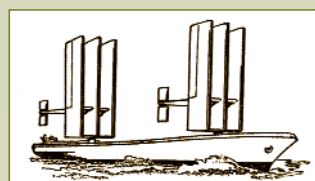
Оказалось, что высокими тяговыми характеристиками обладают паруса с жёсткой, не прогибающейся поверхностью, то есть, поставленные вертикально жёсткие крылья. Именно они помогают достичь высоких скоростей хода судна и сильно умень-

шают, при плавании в крутой бейдевинд, сектор противного ветра.

История жёсткого паруса или просто - крыла восходит к началу развития авиации. Тогда же начались исследования по его практическому применению в качестве судового движителя. Ещё в 1920 году Антон Флетнер запатентовал и испытал судно с таким парусом. Изначально это было обычное установленное на шлюпке крыло. Позже рассматривалась возможность оборудования транспортного судна двумя установками жёстких крыльев. Каждая из них включала по три вертикальных параллельных крыла значительного удлинения с небольшими стабилизаторами. Об этом предложении А. Флетнера потом забыли, и надолго.

Только в 1940 г. норвежец Финн Утне построил яхту "Флаундер", которая была во всех отношениях весьма примечательной. То, что не удалось Флетнеру, решил Финн Утне. Крыло будет постоянно работать, если его удерживать под углом 5...6 градусов к ветру. Чтобы

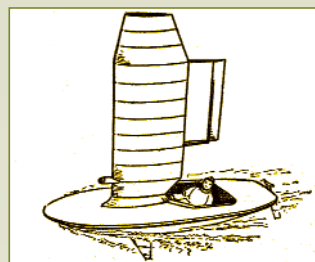
этого удалось добиться, Финн Утне установил на своё крыло, несколько модифицированного симметричного профиля (РАФ - 30), вращающегося вокруг вертикальной оси (на одну четверть хорды от передней кромки), специальный стабилизатор, который для основного паруса был воздушным рулём. Яхта "Флаундер" на воде шла как катер с механическим двигателем, а также имела и ход назад. Если учесть её способность ходить в крутой бейдевинд (при противном ветре 20 градусов) и необычный внешний вид, то есть чему удивиться и нашим современникам. Резкие изменения направления ветра, даже без увеличения его силы, способные сильно накренивать обычную яхту, почти не оказывали на "Флаундер" заметного влияния - лишь крыло почти мгновенно занимало новое поло-



Грузовое судно - один из ранних проектов А. Флетнера и современное воплощение этой идеи



Это гибридное судно-глиссер Vestas Sailrocket, как и Sailrocket 2, разработки австралийского виндсёрфера Пола Ларсена, предназначено для установления мирового рекорда скорости на 500-метровой дистанции. Так как здесь направление движения не меняется, то и нет необходимости в установке второго крыла по схеме Ю.В. Макарова



Яхта "Флаундер"

жение, а во время одного из штормов благодаря этой особенности её паруса, яхта была спасена.

В 1976 году идеи А. Флетнера и Ф. Утне применил на практике Пат Битли, спроектировавший и построивший парусник "Сплайс", на котором принял участие в гонках на Малый Кубок Америки. Частично повторив в своём проекте идеи Ф. Утне, он пошёл дальше и поместил рулевого непосредственно в крыло, где имелась система управления судном с ножным приводом. Его яхта не стала в гонках победителем, но вызвала живой интерес прессы и яхтсменов. Несколько более простую конструкцию в 1952 году применил и испытал англичанин П. Мак-Киннон. Крыло 18-процентного симметричного профиля высотой 5,8 м, площадью 10 м<sup>2</sup>, вращающееся вокруг оси, было установлено на каноэ. Испытания показали ритмичную неустойчивость на курсе. Вероятно, каноэ приводилось в движение не только парусом, но и вёслами. Поэтому из-за переменного усилия при гребке на лопасть весла, нарушалась и устойчивость судна на курсе. Известен также проект парусника с качающимся крылом (Глайдера Рига - Ф. Харрешофа). В дальнейшем появилось много типов парусов, основным конструктивным элементом которых было крыло жёсткой конструкции. Так было привлечено внимание корпуса корабельных инженеров к этому типу парусов.

Рассматривая различные типы вооружения парусников, обратим внимание на проект известного яхтенного конструктора англичанина Колина Мьюди. Парусное вооружение предложенного им проекта он назвал "Вооружением будущего". Предлагаемое им "крыло чайки" - изогнутая мачта вместе с парусом - действительно напоминает крыло птицы. Парус входит в мачту, сечение которой, практически, не вызывает разрушение потока набегающего ветра. Мягкая часть паруса имеет свободную нижнюю шкаторину, а мачту можно устанавливать под необходимым углом к ветру.



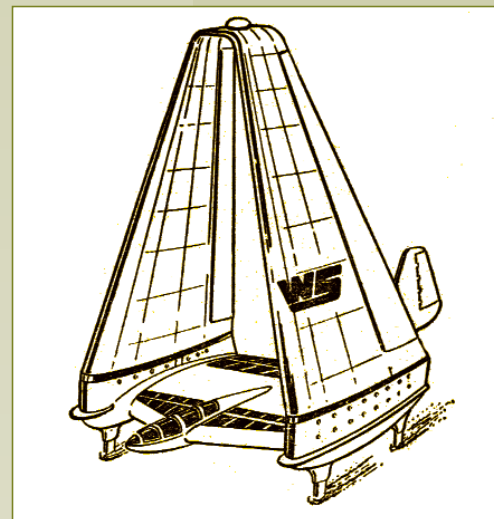
Рудовоз с парусным вооружением "крыло чайки"

Прежде чем выбрать "крыло чайки", Колин Мьюди должен был ответить на вопрос: будет ли его конструкция надёжно работать на всех линиях, на которых предстоит плавать его судам? Оказалось, что не на всех. Парусное вооружение должно точно соответствовать условиям работы судов на данной линии и номенклатуре перевозимых грузов. Для этого желательно было бы иметь вооружение, которое можно было бы быстро и легко заменить в соответствии с требованиями линейного судоходства. Но изготовить такое сменное вооружение и обеспечить им порты захода - задача технически архисложная.

Необходимо, чтобы сменное парусное вооружение удовлетворяло следующим принципам: модули различных типов должны быть унифицированы; они должны легко сниматься, заменяться и управляться современными моряками; легко убираться, когда судно на ходу для уменьшения сопротивления на курсе крутой бейдевинд; модули должны сами создавать тягу, особенно когда судно идёт круто к ветру, чтобы обеспечить минимальное время движения судна при введённой в работу главной энергетической установки.

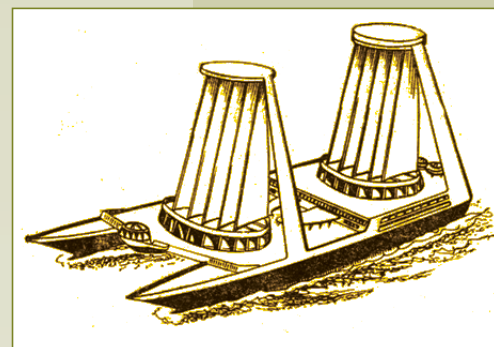
При размерах парусного вооружения, предложенных К. Мьюди, ценность его сомнительна. Используемые модули способны обеспечить около 10 % мощности, необходимой для движения судна при скорости ветра 20 узлов (10,3 м/с). Эту мощность можно использовать для увеличения скорости хода судна, либо для снижения расхода топлива.

Продолжая тему "жёстких крыльев" познакомимся с интересным проектом инженера Х.М. Баркла (Англия). Он много работал над улучшением гидродинамических характеристик яхт и возлагал большие надежды на жёсткие профилированные крылья. Предлагаемый им парусник напоминает сложившуюся для взмаха крылья птицу. Эти крылья симметричного профиля с элеронами плавно переходят в судовые корпуса, каждый из которых опирается на управляемые поплавки. Основное назначение крыльев - создавать подъёмную силу и, разгружая тем самым поплавки, уменьшить площадь смоченной подводной части корпуса судна и, соответственно, снизить сопротивление трения. Два поплавка имеют электрогазотурбинные энергетические установки (ЭУ), работающие каждая на свой гребной винт. Эти ЭУ располагаются в корпусах поплавков. При изменении курса поплавки поворачиваются вместе с крыльями. Наличие элерона улучшает профиль крыла. Идея уменьшения сопротивления движению судна использованием аэродинамической подъёмной силы не нова. Однако, такому паруснику потребовались бы специфические условия для эксплуатации - сильный и ровный ветер.



Парусник инженера Х.М. Баркла

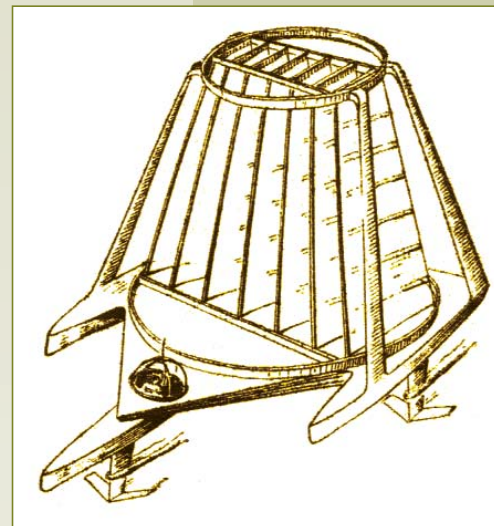
Более приемлемо для района с сильными ветрами судно с двумя парусными решётками, которые можно поворачивать в широких пределах относительно диаметральной плоскости (ДП) судна. Решётки устанавливаются на катамаране, который является более подходящим для пассажиров, на нём больше места для размещения



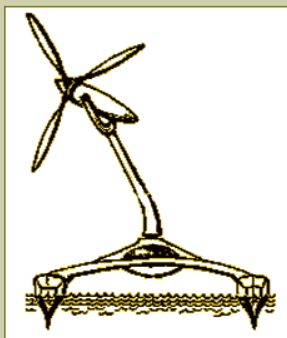
Проект И.Е. Перестюка

жилых и служебных помещений. На курсах в фордевинд при необходимости решётки могут быть дополнены летучими парусами типа спинакер. Большой запас остойчивости катамарана позволяет ставить летучие паруса и в районе аутригера корпуса судна. На рисунке показан проект пассажирского судна с крыльевыми решётками, предложенный И.Е. Перестюком.

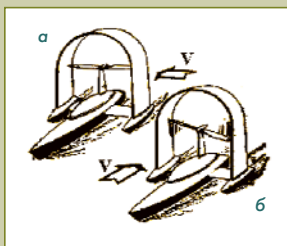
Представляет интерес проект Э. Гаше (Франция). Это гоночный тримаран с парусом - решёткой, установленным в жёсткой раме, поворачивающейся в двух кольцевых направляющих - верхней и нижней. Однако вызывает сомнение то, что вообще вызовет сопротивление всей системы не обесценит преимущества всей решётки.



Яхта Э. Гаше



Катамаран с ветротурбиной



Работа комбинированной ветроэнергетической установки по схеме С. Бэррона: а - при боковом ветре работает крыло; б - при встречном ветре работает ветрогенератор

Познакомимся ещё с одним проектом Стивена Бэррона - это газотурбинный электроход - газовоз с ветротурбинами, вырабатывающими электроэнергию. Предполагаем, что судно идёт с постоянной скоростью хода. По мере увеличения нагрузки на ветротурбинах, мощность газовых турбин будет уменьшаться. С. Бэррон считает этот тип двигателей идеальным для такой схемы - он быстрее других реагирует на изменения погодных условий и топливом для ЭУ может быть использован перевозимый на судне груз (газ).

Часть лопастей ветровых турбин прикрыта свободно поворачивающимся обтекателем, экраном - кожухом. Передняя кромка экрана поддерживается в определённом положении к ветру с помощью стабилизатора на противоположной стороне. При штормовом ветре стабилизатор может быть повернут на 90 градусов, и тогда кожух закрывает турбину, предупреждая тем самым её выход из строя.

Материалом для ветровых турбин являются алюминиевые сплавы или стеклопластик, поэтому помещение генератора эл. энергии должно быть заполнено инертным газом и приняты меры для снятия статического электричества. Особенностью проекта является то, что преобразование всей ветровой энергии происходит на ходу судна и постоянно своему по значению независимо от курса, которым следует судно.

Таким образом, по мнению морских специалистов, роторы и ветровые турбины могут принести вполне ощутимую пользу в некоторых районах Мирового океана, благоприятных для плавания парусных судов.

Итак, мы познакомились с "жесткими" парусами. А что же происходит со старыми, матерчатыми? И если ранее найденные конструктивные решения во многом себя исчерпали, то сегодня им найдена достойная замена. Если в старину для пошива парусов использовали парусину, перкали и другие льняные изделия, то сегодня их уверенно заменили синтетические ткани, в частности, акрил. Синтетические паруса оказались легче, прочнее, они более устойчивы к износу и гниению. Для стоячего и бегучего такелажа применяются как синтетические, так и стальные повышенной гибкости тросы, которые надёжно работают и при штормовых ветрах. Поэтому современные капитаны просто не помнят, когда кто-нибудь из них "потерял рангоут". Одним словом, с приходом на флот новых материалов многие ранее актуальные проблемы просто напросто исчезли. А самое главное беспокойство капитана - парусника, нехватка моряков высокой квалификации, которые бы умели и могли работать высоко на реях, тоже оказалось решённым.

Сегодня спроектированы различные специальные приводы, позволяющие ставить и убирать паруса без участия человека. Процесс полностью механизирован и автоматизирован. И, тем не менее, количество парусников на просторах океана значительно сократилось. Однако, это вовсе не свидетельствует о том, что сегодня к ним полностью утрачен интерес. Мировой фрахтовый рынок существует и развивается по своим законам, где экономичность использование судов не зависимых от цен на топливо всегда актуальна.

Время от времени специалистами проводятся исследования, которые должны отвечать на вопрос о целесообразности использования современного парусника на традиционных линиях парусных судов XIX века. Например, американ-

цы исследовали целесообразность их эксплуатации на линии мыс Флаттери-Шанхай; всего же предполагалось получить результаты для 4-х линий. В 1979 г. на I Всесоюзном симпозиуме "Исследование, проектирование и постройка современных парусных судов" в г. Николаеве В.П. Шостак и В.Н. Шередин представили проект первого отечественного парусного балкера с символическим названием "Фатум", разработка выполнялась на основе балкера типа "Зоя Космодемьянская", условно снабжённого системой саморазгрузки. По своим размерениям балкер близок к судам типа "Динаринг": длина 215,4 м; ширина - 31,8 м; высота борта - 16,95 м; осадка по КВЛ - 12,3 м; дедвейт - 50 400 т; скорость хода - 11 узлов, (20,4 км/ч); скорость под парусами - 13 узлов (24 км/ч). Таким образом, мы имеем попытку создания современного парусномоторного судна.

Другим интересным предложением можно считать идею Д. Вина использовать на танкере парусное вооружение типа "Динаринг" (отдел архитектуры корабля университета г. Ньюкасла на Тайне), предложенное им на симпозиуме в королевском институте морских инженеров РИНА в 1970-х годах.

Главная идея предложения - для экономии топлива использовать паруса при благоприятных ветрах, а неблагоприятных - ЭУ. Эта схема более приемлема для судов, находящихся в плавании длительное время, а само применение паруса целесообразно для судов, работающих с низкими ставками фрахта. Внимание исследователя привлёк "великий нефтяной путь: Персидский залив - Северная Европа. Большие танкера класса УЛКК (дедвейтом свыше 200 тыс. т). Наиболее экономичным судном на этой линии является супертанкер: длина 310 м; ширина 47,16 м; осадка в полном грузу 18,66 м; осадка в балласте 10,6 м; грузоподъёмность чистая 241,4 тыс. т; мощность ЭУ 20,6 тыс. кВт; скорость в грузу 15,8 узла (29,3 км/ч); скорость в балласте 17,7 узла (32,8 км/ч).

На таком танкере предполагалось установить семь мачт высотой по 75 м с прямыми парусами на 40 реях (парусное вооружение типа "корабль"); площадь парусности - 18 тыс. м<sup>2</sup>. Скорость судна под парусами в бейдевинд должна достигать 8,3 узла (15,4 км/ч). Расчёты показывают, что при некотором повышении ставок фрахта и незначительном снижении цен на топливо, танкер может дать прибыль и успешно конкурировать со своими обычными собратьями.

Исследования японских корабелов, направленные на использование паруса на судах торгового флота, вполне понятно и объяснимо. Япония не имеет своих месторождений источников углеводородного сырья, поэтому все связанные с этим проблемы решает импортом нефти. Установка на японских танкерах парусов, как вспомогательного движителя, преследует одну цель - экономию топлива. Исследования показывают, что она может достигать 10 %, что для Японии весьма ощутимо.

Для интенсивного строительства супертанкеров, которые, как показывает практика, наиболее приемлемы по своим производственным возможностям, связанным с транспортировкой нефти и нефтепродуктов, потребовалось решение некоторых вопросов с большой степенью достоверности. Поэтому известная судостроительная компания "Ниппон Кокан К.К." (НКК) построила для проведения необходимых исследований модель супертанкера дедвейтом 460 тыс. т, "Дайо" (класс УЛКК - супертанкер) в масштабе к оригиналу 1/15. Эта модель имела следующие размерения: длина 26,3 м; ширина 4,55 м; высота борта 2,3 м; водоизмещение - око-



Это уже прошлый век

Паруса предложенного японскими конструкторами девятимачтового танкера имеют смешанную конструкцию, которая на прямых участках выполнена из легких алюминиевых сплавов, а в движущихся при складывании и раскладывании элементах они выполнены из различных полимеров, которые армированы волокнами. Угол установки каждого из парусов контролируется индивидуально и в полностью автоматическом режиме, то есть количество экипажа с установкой нового оборудования возрастет незначительно



ло 90 т. "Дайо" был буквально нашпигован различными датчиками и измерительной аппаратурой.

Изначально "Дайо" использовался исключительно для проведения научных исследований в области эксплуатации наливных судов; но с 1977 года фирма начала свои исследования по тематике применения парусов на судах с механическим двигателем. В 1979 году на судне была увеличена площадь пера руля, были установлены киль и три мачты: фок-мачта, грот-мачта и бизань-мачта. Все мачты имели одинаковую высоту: фок и грот несли прямые паруса размером 7 на 4 метра; бизань представляла собой мачту - крыло с треугольным парусом размером 6,45 на 4,65 метра. Автоматизация работы с парусами позволяла дистанционно управлять всеми парусами. Научно-исследовательские работы проводились при участии Японской ассоциации развития морской техники, которая, по словам её президента Нобору Хамада, исследовала около 20 типов парусов в аэродинамической трубе и одновременно испытала материалы, из которых они были изготовлены. На "Дайо" исследовались форма и конструктивные элементы паруса, возможности автоматического управления и контроля над парусом, остойчивость и управляемость судна при ходе под парусами.


На основании проведённых исследований компания НКК сделала конструктивную проработку проекта балкера дедвейтом 20 тыс. т длиной 152 м со вспомогательным парусным вооружением и скоростью хода в 15 узлов (27,8 км/ч). Прототипом послужил обычный балкер с механическим двигателем мощностью около 5150 кВт. При ходе под парусами в полветра (галфвинд) и скорости ветра 5 м/с он развивал проектную скорость хода.

Для того, чтобы балкер удерживал проектную скорость при ветре 10 м/с, мощность ЭУ должна составлять 3160 кВт; при ветре 12,5 м/с было достаточно ЭУ развивать мощность всего 1620 кВт, а при ветре силой 15 м/с судно имело проектную скорость хода без использования механического двигателя.

Проведённые успешные испытания позволили сделать следующий, уже практический шаг. Было решено установить парусное вооружение на небольшом танкере каботажного плавания. Почему для применения результатов исследований были избраны балкер и танкер? Несмотря на то, что главная палуба этих судов хоть и занята трубопроводами судовых систем и различной механизацией, но пространство над ней позволяет использовать паруса.

Танкер "Шин Аитоку мару" был спущен на воду 1 августа 1980 года. Его длина 73 м; ширина 10,6 м; высота борта 5,2 м; осадка 4,4 м; дедвейт 1600 т; ёмкость танков 1300 м<sup>3</sup>; мощность ЭУ 1180 кВт при вращении гребного вала со скоростью 250 мин<sup>-1</sup>; скорость хода 12 узлов (22,2 км/ч); экипаж 10 человек. Корпус имеет второе дно и оборудован устройствами для предотвращения загрязнения окружающей среды. Парусное вооружение включает две мачты с прямыми парусами, общая площадь парусности 194,4 м<sup>2</sup>, размеры прямого паруса 8 на 12,15 метра. Датчики на мачтах дают сведения о направлении и силе ветра на каждой из них. Управление парусами в автоматическом режиме осуществляет компьютер. Численность экипажа такая же, как и на обычном таком же теплоходе.

С усилением ветра, по мере усиления тяги парусов мощность ЭУ в автоматическом режиме понижается, так сохраняется постоянная скорость хода и экономия топлива. НКК имеет надежды, что такое использование паруса даст экономию ГСМ на 10 %. Перед установкой парусное вооружение определялось на основании его продувания в аэродинамической трубе. На танкере были проведены работы по его модернизации с целью снижения расхода топлива: усовершенствованы подводные обводы корпуса; увеличение к.п.д. гребного винта; применены краски снижающие коэффициент трения о воду и препятствующие его обрастанию; использовано самое дешёвое топливо. НКК прорабатывает проекты аналогичных судов, но большей грузоподъёмности - 10,2 тыс. т и 35 тыс. т.

Как видим, дальнейшие поиски в проектировании и постройке парусных судов никак нельзя отнести к области "изобретения велосипеда". Проблемы повышения экономичности судов торгового флота могут быть сняты с помощью парусников. Здесь же обширное поле деятельности для повышения охраны человеческой жизни на море. Поэтому считать парусный флот утратившим свою необходимость и актуальность пока преждевременно, он вполне способен найти и занять свою "экологическую нишу" и в нашем XXI веке, а такая проблема, как охрана окружающей среды, легче решается именно на парусниках. Я очень надеюсь, что современные корабельщики ещё не сказали своё веское слово в своих будущих проектах и разработках. 



Высокие 30-метровые паруса, украшенные фестонами из фотоэлектрических панелей, используют ветровые потоки для снижения затрат топлива в пределах от 20 до 40 %, в то же время фотоэлектрические ячейки предоставляют дополнительно 5% электричества взамен топлива. Компьютер автоматически поворачивает паруса для максимальной ветровой и солнечной эффективности



На корабле будущего «E/S Orcelle», длина которого 250 м, ширина – 50 м, осадка – 9 м первым альтернативным источником энергии будет ветер, вторым – солнечная энергия. Три огромных паруса, состоящие из фотоэлектрических панелей, в безветренную погоду будут осуществлять сбор солнечной энергии, которая затем будет преобразована в электрическую для немедленного использования или сохранения. Площадь парусов Orcelle составляет 4,2 тыс. м<sup>2</sup>, из которых 2,4 тыс. покрыты солнечными панелями. Их мощность составит 2,5 МВт. Третьим источником энергии будет энергия волн. Грузовое судно будет оснащено двенадцатью устройствами - «плавниками», которые смогут преобразовывать энергию волн в механическую энергию, а затем в электрическую. На борту предполагается использовать в качестве основного источника энергии топливные элементы, мощность которых будет порядка 10 МВт. Максимальная скорость судна составит 20 узлов (37 км/ч)



Дизайнер Елкен Октури (Yelken Ocuturi) разработал концепт яхты будущего. По задумке автора, яхта не только будет ходить под парусами, но и летать на них