

Полные роторы ветра

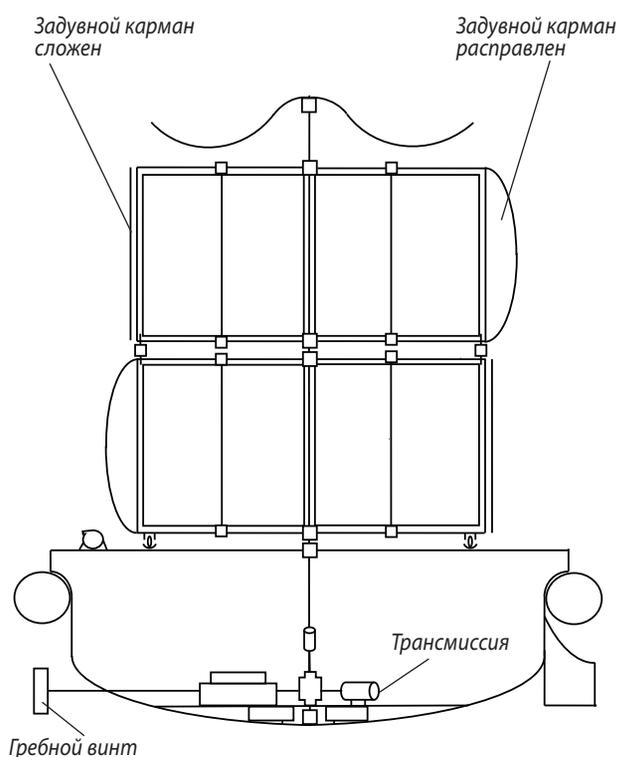
Сергей Червов ♦ Почти 160 лет тому назад был открыт эффект Магнуса. А почти 90 лет тому назад Флеттнер изобрел роторный парус, использующий эффект Магнуса. Роторный парус Флеттнера импонирует простотой своей конструкции, легкостью свертывания и развертывания.

Особенно привлекает сила, образующаяся под воздействием эффекта Магнуса, которая дает возможность парусному судну легко маневрировать и медленно двигаться даже против ветра. Сила, действующая перпендикулярно потоку среды (воздух, вода и т.п.) – выгодное приобретение для средства передвижения. Но увеличение силы эффекта Магнуса посредством увеличения угловой скорости цилиндра быстро прекращается и падает практически до нуля. Это объясняется срывом воздушного потока с поверхности цилиндра.

Не только теория, но и практика доказали, что ротор Флеттнера по эффективности проигрывает винтам. Но я глубоко признателен Магнусу и Флеттнеру за подсказки в изобретении

мною парусного судна с круглым корпусом (патент на полезную модель №106217).

Если выпуклость поверхности – это недостаток, то вогнутость – это преимущество. Режим «ускользания» энергии потока (из-за выпуклости поверхности цилиндра) легко сменить на режим максимального захвата энергии потока путем установки задувных карманов и/или множества карманчиков (как чешуя на рыбе). Ветер не способен обтекать задувной карман, он в него вдувается, и происходит захват энергии ветра. Задувной карман, набегая на ветер, будет максимально раскрываться и уплотнять воздух (т.е. повышать местное давление – прим. ред.), а с противоположной стороны он будет прижиматься к обечайке цилиндра, и уплотнения воздуха не происходит. Сила эффекта



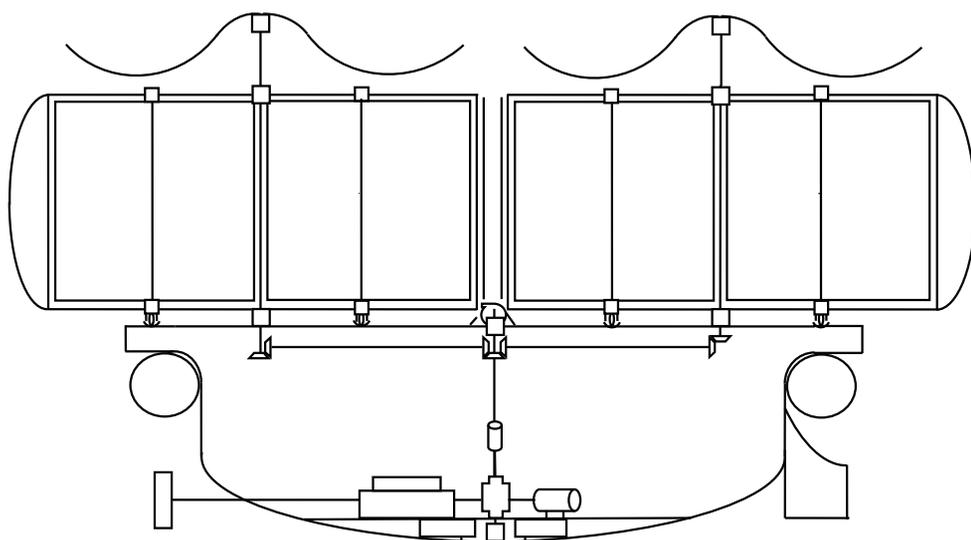
Варианты «круглого судна», использующего для движения «роторный парус»

Комментарий специалиста

Начнем с судна с круглым корпусом. Сопротивление движению судна определяется не только и не столько сопротивлением трения, связанным с площадью соприкосновения с водой. Полное вязкостное сопротивление складывается из сопротивления формы, сопротивления трения и волнового сопротивления. При применении корпуса, предлагаемого автором, незначительно снизится только вторая составляющая. А сопротивление формы и волновое возрастут катастрофически. Поэтому никакой пользы кроме вреда от такой формы корпуса мы не получим. Это доказано историческим опытом. И потом предложение автора не имеет патентной новизны. Англичанин Эльдер предложил оригинальное круглое судно, обводы которого в подводной части имели сферическую форму: уменьшалась смачиваемая поверхность, и, следовательно,

сопротивление воды. Модель судна была выставлена на лондонской выставке 1862 году. В начале прошлого века на Черном море были построены по проекту адмирала Попова броненосцы подобной конструкции. Правда с плоским днищем, но круглые в плане. Недостатком было плохое следование заданному курсу и сильное захлестывание волнами.

Непонятно утверждение автора о легкости свертывания и развертывания ротора Флеттнера. Как раз сложность (или невозможность) этой операции и является его недостатком. Суда, использующие эффект Магнуса, не могут двигаться против ветра. Только в лавировку, как обычный парусник. Что касается «задувных карманов», то непонятно, планирует ли автор отказаться от принудительного вращения ротора внешним двигателем и обеспечить это



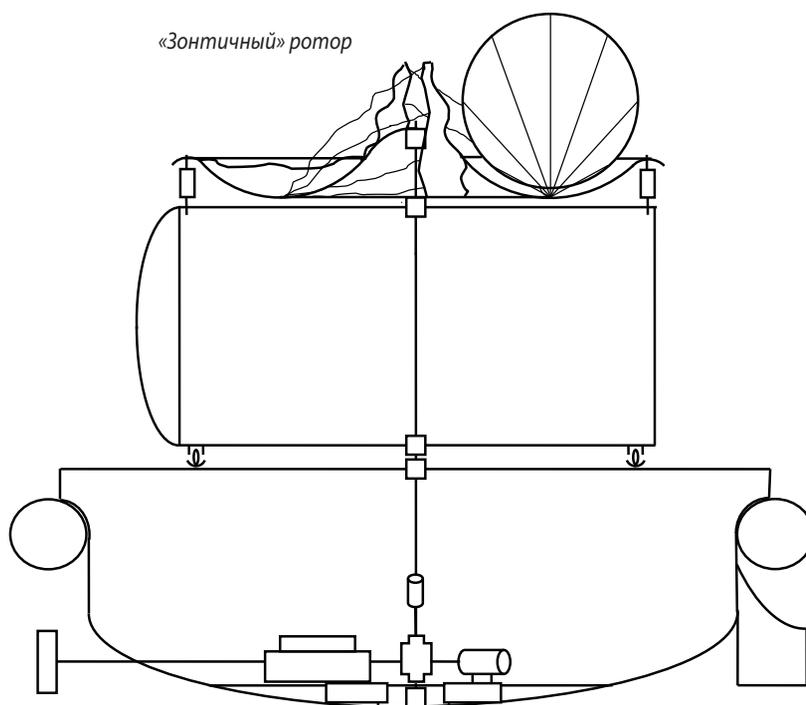
Роторы расположены рядом

Магнуса у такого ротора на порядок выше, чем у ротора Флетгнера. Давление воздуха будет стремиться сделать вмятину в гофрированной и/или растягивающейся ткани обечайки цилиндра по форме аналогичной задувному карману, но зеркально отображенной по отношению к нему. Задувной карман и вмятина образуют вогнутую поверхность, похожую на лопасть ротора Савониуса, поэтому эффективность работы ротора Савониуса и ротора Флетгнера с задувным карманом практически одинаковы.

Далее, из истории использования движения газов и жидкостей следует практический вывод, что энергия потоков газа и/или жидкости максимально передается рабочему органу (поршню, крылу, парусу, лопасти, тарелке спутниковой антенны и т.п.) через вогнутую его поверхность и минимально

через выпуклую его поверхность. Убедительным примером является работа чашечного анемометра (прибор, измеряющий скорость ветра). Чашечки ротора (от 3 до 5 чашечек) анемометра своей вогнутой стороной максимально захватывает энергию ветра, и поворачиваются вокруг оси винта. А против ветра чашечки обращены своей выпуклой стороной и создают минимальное сопротивление ветру. Захватывать энергию потока выпуклой поверх-

«Зонтичный» ротор



Александр Бесядовский, К.Т.Н.

вращение с помощью карманов, или это будет только дополнение к имеющемуся двигателю. В первом случае (отказа от двигателя) устройство перестанет быть эффективным, поскольку скорость вращения резко уменьшится. А сила, возникающая на роторах Флетгнера, прямо зависит от скорости вращения. Во втором случае, если ротор вращается двигателем, карманы не будут раскрываться, поскольку линейная скорость на поверхности цилиндра, необходимая для движения судна, будет больше скорости ветра. Поэтому идею можно считать неработоспособной. Автор сам может в этом убедиться, построив простенькую модель.

О ветрогенераторе. Еще в 1995 году в аэродинамической трубе СПбГМТУ был испытан ветродвигатель аналогичной конструкции. Принцип тот же, отличаются только детали конструкции.

Пластины в рабочем положении установлены под углом к потоку, а в нерабочем – во флюгерном положении. Таким образом, вся разница состоит в том, что у автора использованы «зонтики», а здесь были просто плоские пластины. Продувки показали, что конструкция работоспособна. Основным недостатком является очень малая угловая скорость вращения. Поэтому такое устройство требует или изготовления специального очень малооборотного генератора или установки редуктора, что снижает и без того ничтожный КПД.

Эффективность устройства, предлагаемого автором, несмотря на его заверения, будет не выше, а ниже обычного ветрогенератора с воздушным винтом. Объясняется это следующим. Коэффициент силы на лопасти винта составляет около единицы (на самом деле,



ностью рабочего органа – пустое занятие! Использование ротора Флеттнера в качестве роторного паруса на судах и треугольника Рёло в качестве ротора-поршня в двигателе Ванкеля тому подтверждение. Поэтому практичнее использовать: парашют, чашечку анеометра, зонт, раструб и т.п., а лучше ротор Савониуса.

Между лопастями 5-лопастного соосного вертолетного винта можно разместить 10 зонтов; пять на верхний винт, с вращением против часовой стрелки, и пять – на нижний винт, с вращением по часовой стрелке. Производимая ротором работа рассчитывается по формуле:

$$A = F \cdot L \cdot \cos \psi$$

– работа равняется произведению величины силы на величину перемещения, умноженному на косинус угла между направлениями силы и перемещения. Это означает, что максимальная работа будет произведена, если вектор силы ветра совпадает с вектором перемещения паруса, то есть угол $\psi = 0^\circ$ и $\cos 0^\circ = 1$. Зонты, двигаясь по кругу по очереди, неминуемо проходят точку, где их активные сечения перпендикулярны ветру и угол $\psi = 0^\circ$. Поэтому

в таком положении происходит максимальный захват энергии ветра. А лопасти ветряка (ВЭУ) невозможно установить перпендикулярно ветру. Поэтому лопасть воспринимает значительно меньше ветровой энергии, чем парус.

Максимальный (теоретически) коэффициент использования мощности (КИМ) ветра (критерий Жуковского-Бетца) при прохождении его через лопасть крыльчатки при оптимальном угле атаки равен $16/27 = 0.593$ (Янсон Р. А. Ветроустановки. М., Издательство М ГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007). Такого коэффициента можно достичь только при идеальном отслеживании оптимального угла атаки при помощи механизмов поворота (перекоса лопастей). На практике КИМ у лучших крыльчатых ВЭУ – 0.5, а у обычных ВЭУ КИМ = 0.2–0.35 (там же). Значит парус-колесо теоретически в 2–5 раз эффективней, чем классический ветрогенератор. А это парус-колесо, так как парус вращается по кругу, а по характеру (принципу) своей работы относится к роторным парусам, таким как ротор Савониуса и ротор Флеттнера с задувными карманами.

Переход на транспортные средства,

работающие на альтернативных источниках энергии, в настоящее время актуален не меньше, чем в начале XX века – переход с гужевого транспорта на механический. На электронный аукцион выставлены два объекта интеллектуальной собственности: патент на полезную модель «Парусное судно с круглым корпусом» и ноу-хау «Двигатель внутреннего сгорания с ротором Савониуса». Судно с круглым корпусом, а значит со сферическим днищем, имеет наименьшую площадь соприкосновения с водой. При равном водоизмещении сила трения о воду судна с круглым корпусом значительно меньше, чем с линейным корпусом. Судно омывается одинаково со всех сторон и опасность боковой волны значительно снижается. Остойчивость обеспечивается расположением оборудования судна и груза аналогично детской игрушке «ванька-встанька». Центр тяжести судна должен находиться как можно ниже по центральной оси судна. Для повышения плавучести судна и окончательной его балансировки используют понтоны и/или секционные поплавки. ■

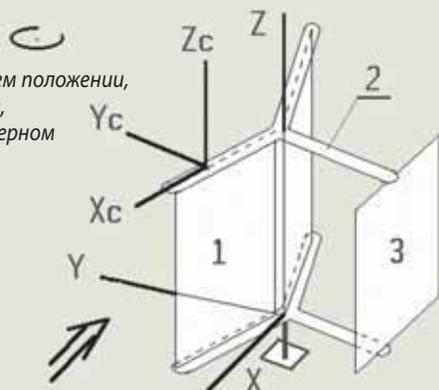
при правильном проектировании, даже больше). Тот же коэффициент на «зонтике» ~1.46. Но это значение имеет место только в тот момент, когда зонтик перпендикулярен потоку. Остальное время на полуокружности, когда он раскрыт, коэффициент будет меняться по синусу. На второй полуокружности, когда зонтик закрыт, этот коэффициент можно тоже принять равным нулю, хотя реально он будет создавать сопротивление, т.е. окажется отрицательным. Если проинтегрировать величину коэффициента по всей окружности (т.е. найти суммарную силу (момент), создаваемую единичной площадью ветродвигателя автора), то получится удвоенное значение

C_y . Для полусферы при потоке под купол, как указано выше, можно принять $C_y=1.46$. Тогда имеем силу на 1 площади $F=2.92$. Ее надо умножить на площадь зонтика и число раскрытых зонтиков (два, судя по рисунку). Следует отметить, что число зонтиков увеличивать нельзя, поскольку они начнут закрывать друг друга ветер. В результате и без того низкая эффективность будет падать.

Лопасть обычного винта на всей окружности создает постоянную силу. Интеграл от нее для единичной площади лопасти будет $2\pi \cdot C_y$. Т.к. мы приняли $C_y = 1$, то $F = 2\pi = 6.28$. Эту величину надо умножить на число лопастей и на площадь лопасти. Из сравнения полученных величин видно, что мы не только не наблюдаем обещанного автором преимущества в 2–5 раз, а имеем удельные характеристики примерно в два раза хуже. Что-то, естественно, может быть исправлено варьированием числа и площади элементов.

Еще одним недостатком видится большая динамическая нагрузка (хлопок) которая будет возникать при раскрытии и закрытии зонтика. Это приведет к быстрому износу механизма. Интересно, что автор нигде не упоминает, каким способом он собирается открывать и закрывать зонтики, и кто будет определять момент, когда это надо сделать. Таким образом можно сказать, что предлагаемый ветрогенератор работоспособен, но малоэффективен и уступает существующим конструкциям. ■

1 – пластина в рабочем положении,
2 – штанга крепления,
3 – пластина во флюгерном положении



Защитите свой металл



Когда перед спуском весной либо перед консервацией осенью судно пребывает на причальной стенке, подвергаясь профилактическим работам, самое время устроить проверку состояния защитных анодов-протекторов. Они необходимы для защиты металлических корпусов и частей конструкции от гальванической коррозии.

Причина коррозии обнаружена столетия назад. При погружении в воду двух различных металлов, соединенных между собой проводником, между ними может возникать электрический ток небольшой силы. В результате корродирует менее «благородный» из двух металлов, например алюминиевые детали подвесного мотора, соприкасающиеся со стальным винтом, или стальные фитинги, соединенные с деталями из меди. Наличие соли в воде, делая ее хорошим проводником, ускоряет этот процесс.

Анодные протекторы, специально изготавливаемые из наименее благородных металлов, таких как цинк, алюминий и магний, принимают на себя разрушающее действие электрического заряда. Протекторы для того и задуманы, чтобы разрушаться самим вместо дорогостоящего оборудования вашей яхты или катера.

Перед заменой или установкой новых протекторов необходимо учесть тип воды, в которой судно эксплуатируется – это обеспечит максимально эффективную защиту. Но не лишним будет учесть и возможное воздействие защитных анодов на окружающую среду, ведь не все протекторы одинаковы.

Аноды из цинка и алюминия лучше всего работают в морской воде. Для слабосоленой воды больше всего подойдет алюминий, в то время как эффективность цинка растет пропорционально уровню солености воды. Владельцам речных судов цинк в принципе противопоказан, так как единственный металл, который обеспечит защиту в пресной воде – это магний.

Цинк – самый известный анодный материал. Это «готовый к употреблению», недорогой металл. Однако цинковые аноды содержат небольшие количества кадмия, тя-

желого металла, известного своей токсичностью. Когда цинковый анод корродирует, в воду также попадают небольшие дозы кадмия. Ущерб окружающей среде от цинка и кадмия – это та ответственность, груз которой ложится на владельца лодки.

Альтернативным вариантом будет алюминиевый сплав, который не содержит никаких вредных для экологии примесей. Аноды из алюминия работают так же хорошо, как цинковые, и даже лучше. У них лучшие электрохимические показатели, они имеют меньший вес и уже начинают конкурировать с цинковыми по цене.

Фирма Canada Metal – единственный поставщик протекторной защиты, который предлагает всю линейку анодов из цинка, алюминия и магния для всех типов яхты и всех типов воды. Наши протекторные аноды «МАРТИР II Алюминий» и «МАРТИР III Магний» не содержат кадмия.

CMP GLOBAL Ltd. tel: +1 604-940-2010

www.cmpglobal.com

sales@cmpglobal.com



ЗАЧЕМ ПЕРЕПЛАЧИВАТЬ ЗА ЦИНК?

Martyr

БЕСКАДМИЕВЫЕ АНОДНЫЕ ПРОТЕКТОРЫ



Созданы для защиты окружающей среды



M1 ЦИНК Для Соленой Воды

M2 АЛЮМИНИЙ Для Соленой и Слабосоленой Воды

M3 МАГНИЙ Для Пресной Воды

www.martyranodes.com

sales@martyranodes.com

Martyr
ЛУЧШИЕ В МОРЕ АНОДНЫЕ ПРОТЕКТОРЫ

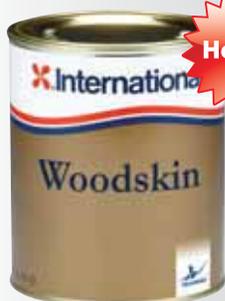
International Яхтенные краски

Уже более 100 лет мы изготавливаем инновационные покрытия, защищающие, украшающие и увеличивающие скорость лодок всех типов. Независимо от того, где Вы находитесь, в каких водах, Вы найдете превосходные покрытия, характеризующиеся тщательным исследованием и ноу-хау компании International Paint. Исследуем ли и осваиваем в лаборатории новые продукты, или проводим испытания в море, мы всегда на высоте. Там, где лодки, там и мы, в центре событий. Здесь мы устанавливаем отношения, решаем проблемы и делимся знаниями и опытом.

Новинки линейки яхтенных покрытий Akzo Nobel 2012 года.



ЛАКИ / ГРУНТОВКИ / ПОДМАЛЁВКИ / ФИНИШНЫЕ ПОКРЫТИЯ /
ОСМОС / УХОД ЗА ЛОДКОЙ / НЕОБРАСТАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ



Woodskin представляет собой универсальную комбинированную смесь из древесного масла и лака, которая действует как защитное покрытие для вашей древесины. Микропористые свойства Woodskin дают древесине дышать, а микропоры позволяют пленке покрытия расширяться и сжиматься. При этом они достаточно малы, чтобы отталкивать воду, скопление которой способно вызвать образование плесневых грибов и плесени.

Свойства продукта:

- Практическая площадь покрытия: 10 кв.м
- Минимальное число слоев: 3
- Подходит для нанесения на маслянистую древесину

Особенности и преимущества:

- Микропористая комбинированная смесь из древесного масла и лака
- Гибкая поверхностная пленка расширяется и сжимается вместе с древесиной; ее микропористые, водоотталкивающие свойства предотвращают образование плесневых грибов и плесени
- Низкая вязкость и большая проникающая способность состава смеси, не требующей разбавления при нанесении на поверхность
- Очень легко наносится кистью, хорошо растекается по поверхности и глубоко проникает в древесину, образуя изысканный блеск после высыхания
- Не требует шлифования слоев, не трескается и не отслаивается
- Минимальные требования к подготовке и обслуживанию во время нанесения и между обновлениями покрытия
- В состав смеси входят светопрозрачные пигменты
- Прозрачный природный цвет тикового дерева подчеркивает первозданную красоту любой древесины
- Содержит светостабилизаторы из стерически затрудненных аминов (HALS) и УФ-поглощители
- Сезонная защита от ухудшения свойств в результате воздействия УФ-излучения



○ Перед спуском на воду ● После спуска на воду

- Защита от обрастания на один сезон в фарватерах со средним соотношением массы обрастания
- Экономия времени, т. к. требуется только один слой
- Для парусных и моторных лодок (скорость до 25 узлов)
- Низкое содержание ЛОС сокращает воздействие на окружающую среду
- Возможность нанесения и спуска на воду в течение 24 часов

- Противообрастающая краска Премиум для многолетней защиты от биологического обрастания
- Возможна защита от обрастания в течение 24 месяцев
- Технология Biolux® для надежной защиты от биологического обрастания
- Может наноситься за 12 месяцев до спуска на воду

- Ультрапрочная формула для сложного соотношения массы обрастания
- Твердая поверхность, устойчивая к нагрузкам
- Технология Biolux® для надежной защиты от биологического обрастания

Растворитель: International № 3

Практический расход (м² на литр): 9.0

Количество слоёв: 1-2 / 2-3 (1 сезон) 3-4 (24 месяца) / 2-3

Материал корпуса лодки: стеклопластик, дерево, металл

Использование в тяжелых условиях обрастания: отлично



Star brite

СУДОВАЯ ХИМИЯ

Компания STAR BRITE INT'L INC. была основана в 1973 году в США. К середине 80-х заняла лидирующие позиции в области продуктов по уходу за морскими судами. В 1987 году компания вышла на Европейский рынок. За 15 лет своего существования стала лидером в своей области в большинстве стран.

за морскими судами. В 1987 году компания вышла на Европейский рынок. За 15 лет своего существования стала лидером в своей области в большинстве стран.

МОЮЩИЕ И ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТИКОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ



Тиковое масло Premium

Объем: 473 мл, 950 мл, 3.79 л

Применение: Ультра-стойкая формула. Придает тикку натуральный золотистый теплый цвет. Удобно в использовании, быстро сохнет. Содержит абсорбенты УФ-лучей, защищающие поверхность от воздействия окружающей среды. Улучшенная формула тунгового масла.

МАСЛА ДЛЯ МОТОРОВ

Всесезонное синтетическое масло Pro Star 25 W 40 для 4-х тактных двигателей

Объем: 0.95, 3.785 л



Применение: синтетическое моторное масло для 4-тактных высокооборотных бензиновых навесных моторов. Содержит эффективные моющие добавки для очистки двигателя, предотвращения образования осадка. Устойчивые полимерные добавки плюс синтетическая основа поддерживают необходимую вязкость в самых жестких условиях эксплуатации. Смесь синтетических и органических компонентов обеспечивает идеальные характеристики для холодного запуска двигателя. Обеспечивает максимальную защиту в жестких условиях эксплуатации на высоких оборотах.

ШАМПУНИ



Судовой шампунь

Объем: 950 мл

Применение: безопасная для окружающей среды, биоразлагаемая формула. Удаляет следы грязи, пятен, смазки, соли и масел. Подходит для стеклопластика, металла, стекла, резины и окрашенных поверхностей. Концентрированный состав для сильных загрязнений.

ОЧИСТИТЕЛИ



Моющее средство для парусов

Объем: 500 мл

Применение: Биоразлагаемый. Очищает и возвращает яркость цвета. Концентрированная формула. Удобно и безопасно в использовании. Удаляет пятна грязи, смазки и плесени. Подходит для судовых чехлов, парусных мешков и парусов. Не разъедает ткань. Подходит и для нейлоновых, и для дакроновых парусов.



Моющее средство для палубы

Объем: 950 мл

Применение: Удаляет грязь и пятна с плоских и нескользящих палуб. Оставляет на поверхности стойкий защитный слой. Безопасно для окружающей среды. Идеально подходит для стеклопластика, металла и окрашенных поверхностей.

ПОЛИРОЛИ



Судовой полироль Premium с тефлоном

Объем: 397 г, 473, 950 мл

Применение: Идеальная защита для стеклопластиковых, металлических и окрашенных поверхностей. Работает до 6 раз дольше, чем другие судовые полироли. Ингибиторы УФ-лучей помогают предотвратить помутнение и окисление. Удобно использовать – нанесите, дайте просохнуть, сотрите. Оставляет супергладкое, нелипнущее покрытие, которое уменьшает истирание и отталкивает грязь, масла и пыль. Проверено в морских судовых гонках. Teflon® является зарегистрированной торговой маркой компании E.I. duPont de Nemours & Co.

Торговый Дом **Царь**
www.czar.ru Официальный дистрибьютор на территории РФ

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ БАКИ **Scepter**

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЛОДОЧНЫЕ МОТОРЫ **TORQUEEDO**

ВИНТЫ **BS.PRO** BaekSan Propeller Co., Ltd.

ДЕЛЬНЫЕ ВЕЩИ **TMC**

БЛОКИ **HARKEN Barton**

СУДОВАЯ ХИМИЯ **Star brite**

КРАСКИ **International**

ПОДВЕСНЫЕ МОТОРЫ **MERCURY**

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЛЕБЕДКИ **Lofrans**

КРАНЦЫ БУИ **Castro**, **DOCK EDGE**

ЭЛЕКТРИКА **MARCO**, **EVAL**, **KELLA**

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ **ULTRAFLEX**

121108 Москва, ул.Кастанаевская, 42 к.2
Тел: +7(499)730-55-00
e-mail: info@czar.ru; www.czar.ru

Дополнительная информация на сайте ТД «Царь» www.czar.ru, тел.: +7 (499) 730-55-00