Пути увеличения скорости водоизмещающего судна

Выполнила курсант 2-го курса факультета СМиВВП ОНМА
Костенко Виктория

Руководитель – доцент каф. Теория и устройство судна
Сиряченко Валентин Федорович

Морской транспорт остается основным видом, способным обеспечить большие грузопотоки между континентами, а освоение минеральных и биологических ресурсов мирового океана еще более повышает роль морского флота. Однако скорость транспортных судов мало изменялась за прошедшие века, и уже не соответствует темпам развития современной экономики.

В поисках путей повышения скорости предпринимались попытки отделить судно от поверхности воды . В начале XX века были изобретены суда с динамическим принципом поддержания.

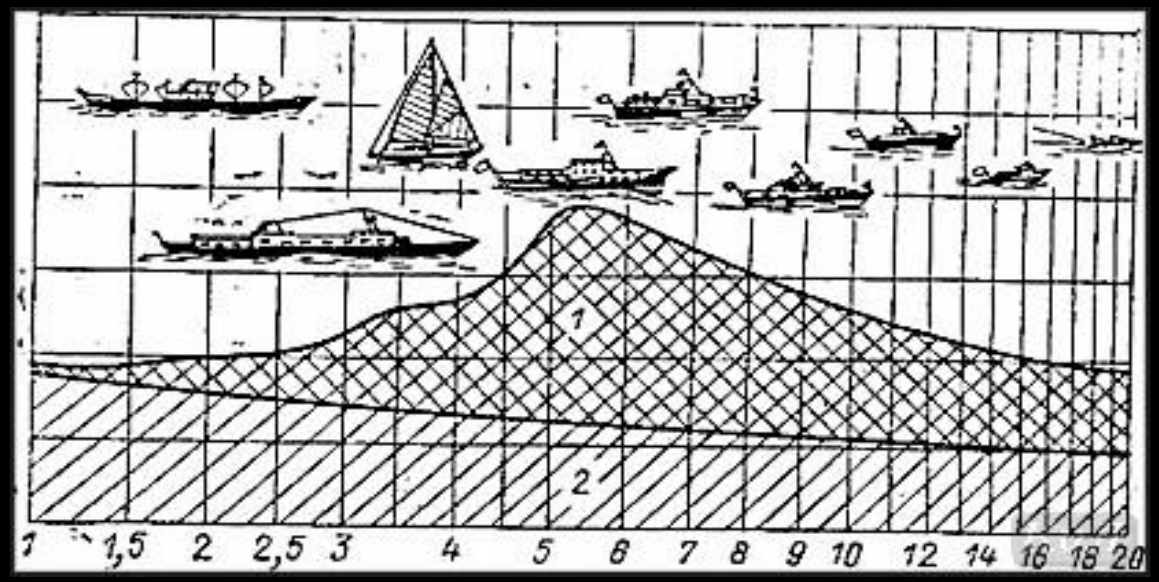
Однако водоизмещающий тип по-прежнему остается наиболее практичным, экономичным и комфортабельным. Поэтому приходится, насколько это возможно, устранять присущие ему недостатки или в крайнем случае мириться с ними.

Соотношение основных видов сопротивления.

1 — сопротивление формы;

2 — сопротивление трения;

3 – волновое сопротивление



Определение силы сопротивления по Ньютону

$$R = \rho \cdot v^{k_1} sin^2 \alpha \cdot k_2 S_b$$

где S_b - площадь ударного слоя, α - угол входа действующей ватерлинии,
k_2 - отражает величину площади, охваченной ударом,
k_1 - отражает зависимость полного сопротивления от числа Фруда

$2 < k_1 < 3$

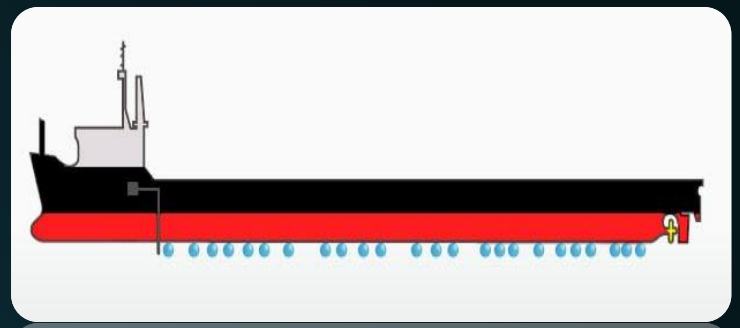
Пути уменьшения сопротивления трения

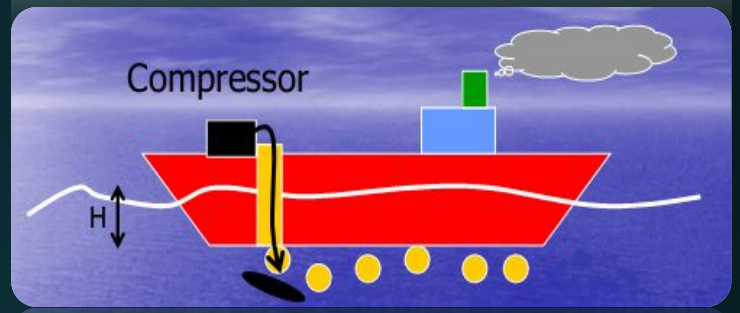
Сопротивление трения связано с вязкостью жидкости. Увлекаемые трением, движущиеся вместе с кораблем массы воды образуют попутный поток, называемый пограничным слоем, на создание которого и затрачивается работа.

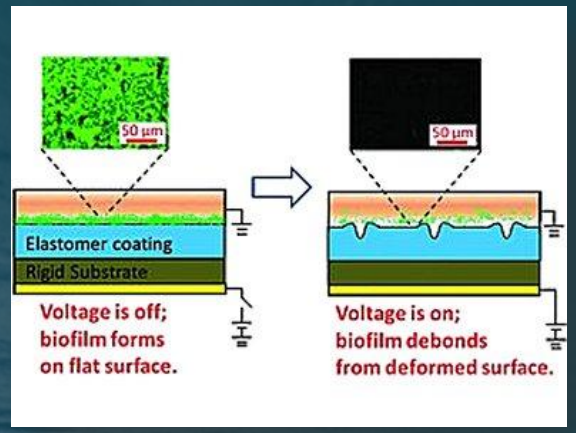
1. В наши дни основным способом борьбы с обрастанием является докование судна с обязательной очисткой подводной части корпуса и покрытием его противообрастающими красками.

2. Добавка химикатов. При испытании этого метода на английском минном тральщике «Хайбэтон», его сопротивление благодаря этому уменьшалось в зависимости от скорости и волнения на 22—36%. Экономия мощности двигателя или топлива составила 12—20%. Однако экономия топлива не покрыла расходов по использованию полимера.

3. Система воздушной смазки, принцип работы которой основан на сокращении сопротивления между корпусом судна за счет использования воздушных пузырьков, создаваемых под корпусом. В результате испытаний судна «Yamatai» выяснилось, что пузырьковая система позволяет экономить 10% топлива с учетом расхода электроэнергии на работу воздушных компрессоров.





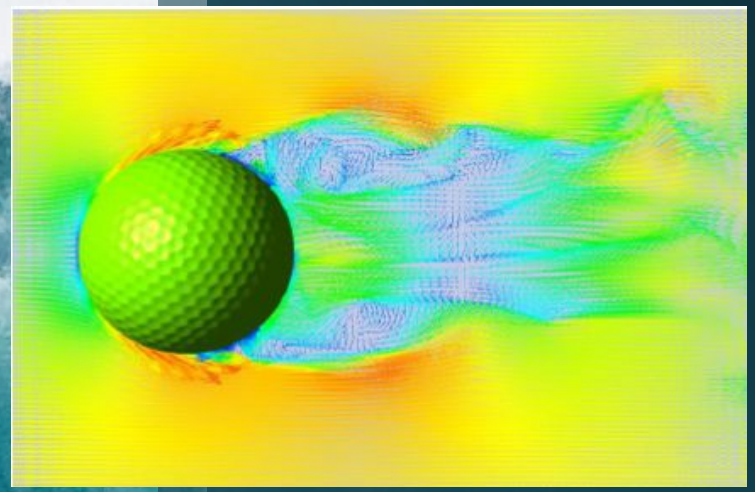


4. Использование покрытия, основанного на одном из свойств кожи дельфина. Чтобы запустить механизм очистки, нужно приложить к данному материалу электроимпульс или же повысить оказываемое на него давление. Тогда он сморщивается, при этом закрепившиеся на его поверхности биоплёнки, и в итоге сами отваливаются.

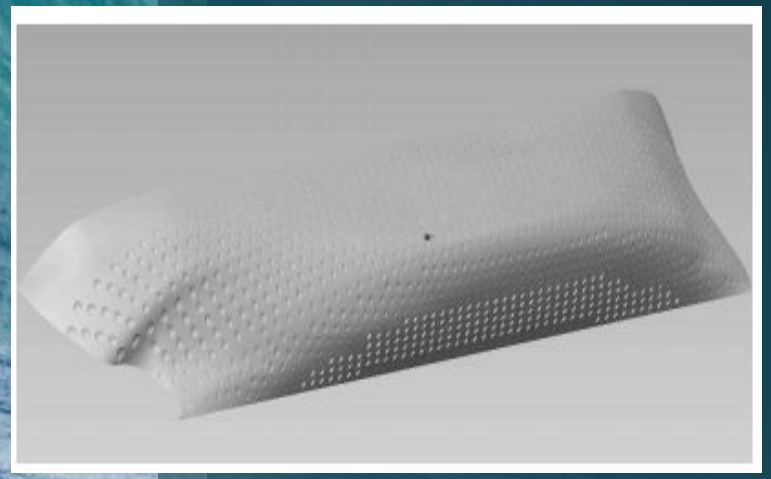
Парадокс Грея

В 1936 году британский зоолог сэр Джеймс Грэй установил, что если рассчитать сопротивление передвижения дельфина в воде по меркам кораблестроения, то он использует в восемь-десять раз больше сил, чем позволяют его мускулатура. Исследования Политехнического института Реннслер, а также Крыловского государственного научного центра под руководством академика Александра Короткина выяснили, что Грэй ошибся, и мускулатура дельфинов всё же намного сильней, чем он предполагал. Результаты показали, что хвост дельфина при ударе генерирует силу, равную в среднем 890 Н, когда олимпийские чемпионы по плаванию развивают максимальную силу в 310 Н.

5. Проектирование судна с выемками на корпусе

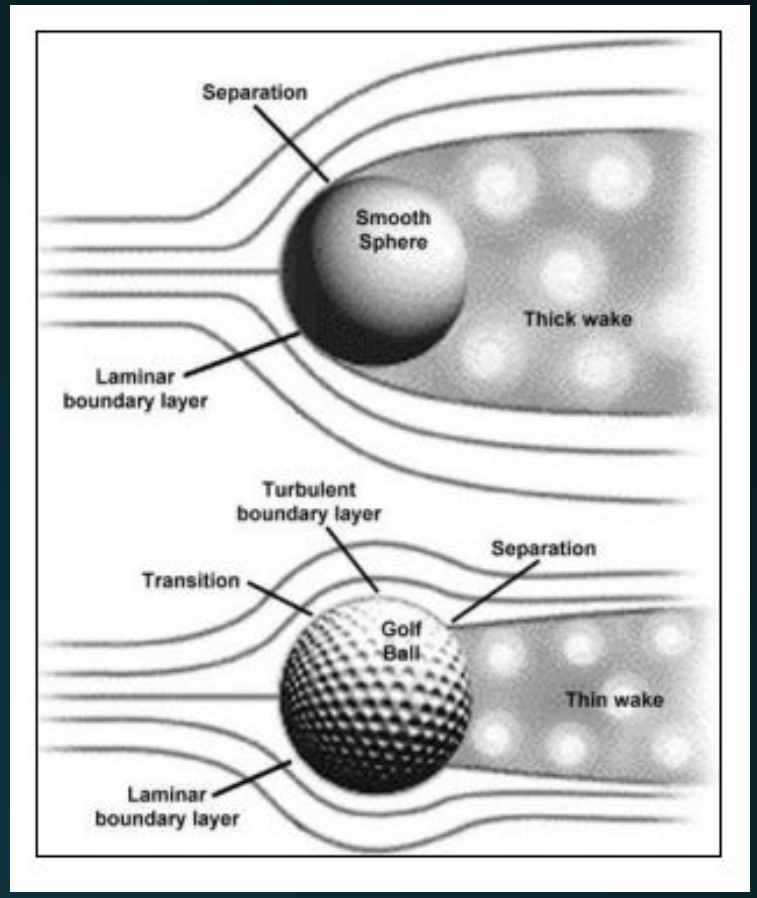


На рисунке показано различие в движении шарика с лунками и без. Видно, что вакуумный след, оставляемый поверхностью с лунками – меньше, а торможение – слабее.



Модель Мичиганской гидродинамической лаборатории

Можно предположить, что конструирование судов с выемками на корпусе может помочь сделать корпус более эффективным, значительно уменьшив сопротивление трения. К сожалению, недавние эксперименты, проведенные на моделях Мичиганской гидродинамической лабораторией не смогли ни доказать, ни опровергнуть данную гипотезу.



Сравнение обтекания воздухом обычного мяча и мяча для гольфа

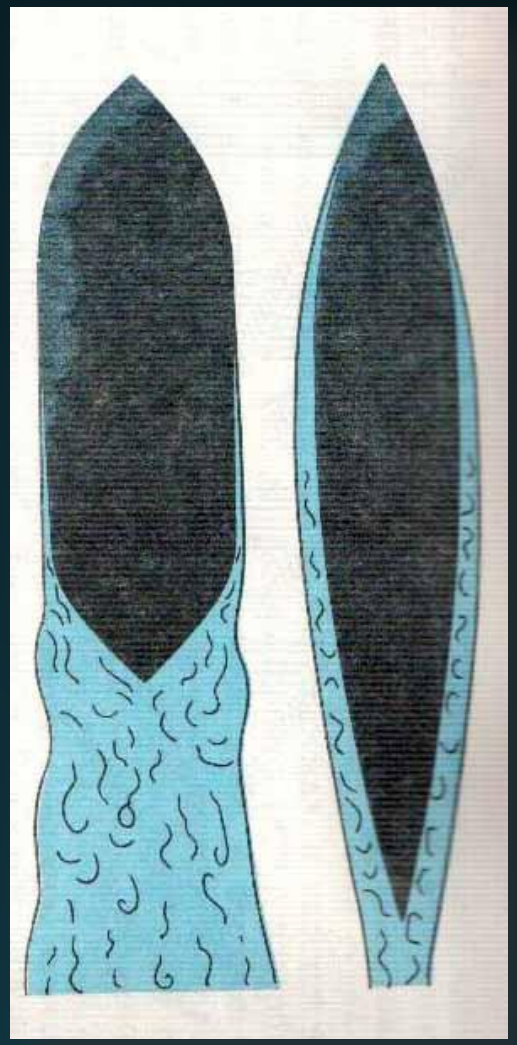
6. Создание супергидрофобной поверхности судна на основании природной модели (salvinia molesta)

Сальвиния вредная окружает себя едва заметной «юбкой» из воздуха. Этот слой предотвращает контакт поверхности растения с жидкостью даже при погружении сроком до нескольких недель. Исследователи полагают, что, воспроизведя механизм, с помощью которого *salvinia molesta* выходит сухой из воды, можно будет экономить до 10% горючего при эксплуатации судов.

Сопротивление формы

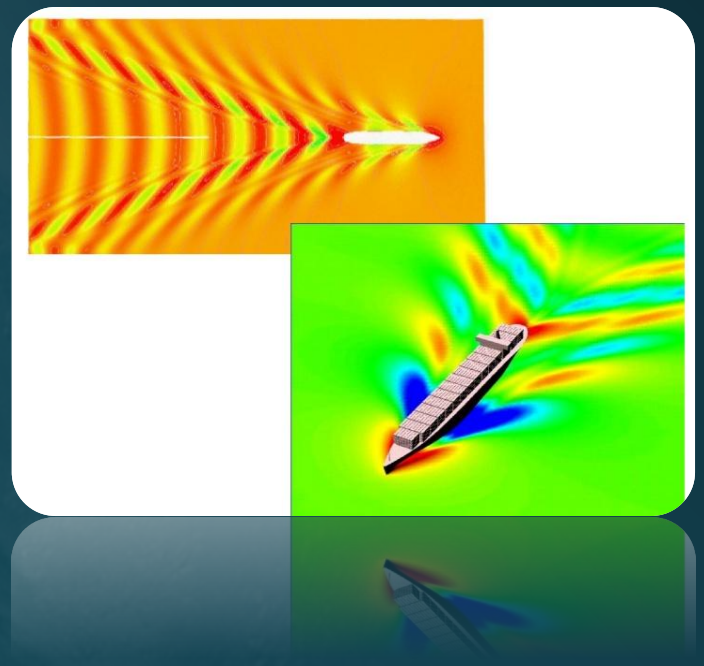
Источником вихревой составляющей сопротивления судна, выражающегося в виде ожерелья вихрей, является импульсное давление (удар) в районе пересечения форштевня со свободной поверхностью. Сопротивление формы зависит от конфигурации движущегося в жидкости тела. Как и сопротивление трения, оно обусловлено вязкостью жидкости.

На сегодняшний день важной задачей является проектирование оптимальной формы корпуса судна.



Обтекание корпусов судов с разными формообразованиями.

Волновое сопротивление



Вызвано тем, что вода, обладая массой, оказывает давление на каждую точку поверхности подводной части корпуса корабля.
Основными путями уменьшения волнового сопротивления являются:
придание корпусу надлежащих обводов и соотношений главных измерений, применение интерферирующих устройств, переход к полупогруженным либо многокорпусным судам, а также замена плавания динамическими принципами поддержания (глиссирование, движение на подводных крыльях или на воздушной подушке).

Также, в стадии исследования находятся некоторые необычные способы уменьшения волнового сопротивления.

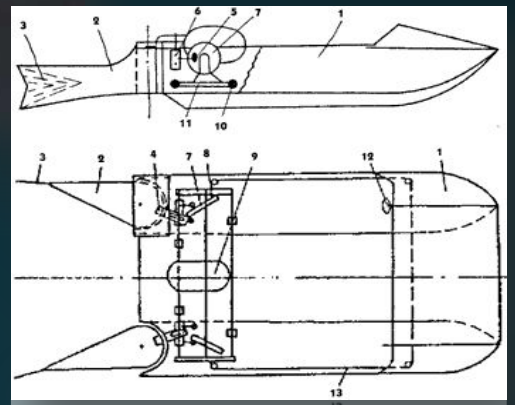
ПУТИ УМЕНЬШЕНИЯ ВОЛНОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

1. Активный носовой бульб - идея австрийского изобретателя Виктора Шаубергера.

Носовой и кормовой винты предлагается вращать в разные стороны. Циркулирующая при помощи винтов вода имеет форму вытянутого тора. Движение судна происходит за счет трения этого тора с окружающей водой.

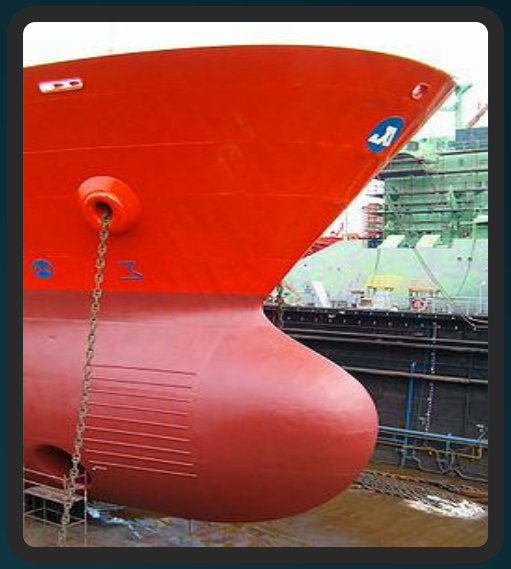
2. Использование плавниковых движителей

Большинство рыб и китообразных давным-давно освоили “коньковый ход”. Именно этот способ заложен в основу предлагаемого движителя, выполненного в виде хвостового плавника рыб.
Поступательное движение рыбы обеспечивается своеобразным эффектом, возникающим при колебаниях хвостового плавника, который как бы соскальзывает со “щеки” водяного клина. В случае достаточно быстрого (импульсного) приложения силы со стороны плавника водяной клин приобретает свойства твердого тела, т.е. играет роль именно клина-ускорителя, с которого соскальзывает упругий гибкий плавник.



3. Интерферирующие устройства

Основной принцип действия этих устройств заключается в образовании дополнительных волновых систем, которые, взаимодействуя с системой волн судна, создают интерференцию волновых систем, способствующую снижению общего волнового сопротивления системы корпус – интерферирующее устройство.
К таким устройствам относятся: носовые бульбы, носовые подводные крылья и бортовые були.



Носовые бульбы

Бортовые були

Носовые подводные крылья

Носовой бульб

Эффективность бульба сохраняется и при его приближении к поверхности воды.
При отсутствии бульба недалеко от носа судна происходит отрыв потока, а с его установкой средняя скорость потока, обтекающего подводную часть корпуса, понижается в такой степени, что происходит уменьшение вязкостного сопротивления.
Также развитый бульб обеспечивает равномерное и плавное уменьшение давления от носа к корме.

Перспективным может оказаться использование двойного бульба на комбинированных судах.

Отношение площади поперечного сечения бульба к площади миделя называется *развитостью* бульба $\omega_б$. Ее значение в зависимости от числа Фруда:

$\omega_б = 0{,}010 + 0{,}25$ при $Fr < 0{,}20$;

$\omega_б = 0{,}017 + (1{,}89\,Fr - 0{,}311)^2$ при $Fr > 0{,}24$.

Максимальное снижение сопротивления (для быстроходных судов) $\Delta R = 13 - 15$ % достигается при $\omega_б = 0{,}15 - 0{,}16$, однако на практике применяются бульбы значительно меньших размеров $\omega_б \approx 0{,}05$, обеспечивающие $\Delta R = 5 - 8$ %.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!