

Судна На Підводних Крилах: Водні Літаки Моря

Старший Пластун Адріян Станько

ЗМІСТЬ

- I. Народження ідеї: Рання історії суден на підводних крилах
- II. Німецька інженерія: Барон Ганс фон Шертел і Супремар Компанія
- III. Поглянем ще раз: Військові судна на підводних крилах
- IV. Це пташка, це літак, це...: Фізіка і плян суден на підводних крилах
- V. Знай твою ролю: Проблеми і обмеження суден на підводних крилах
- VI. 31 смаків: Теперішній ужиток суден на підводних крилах

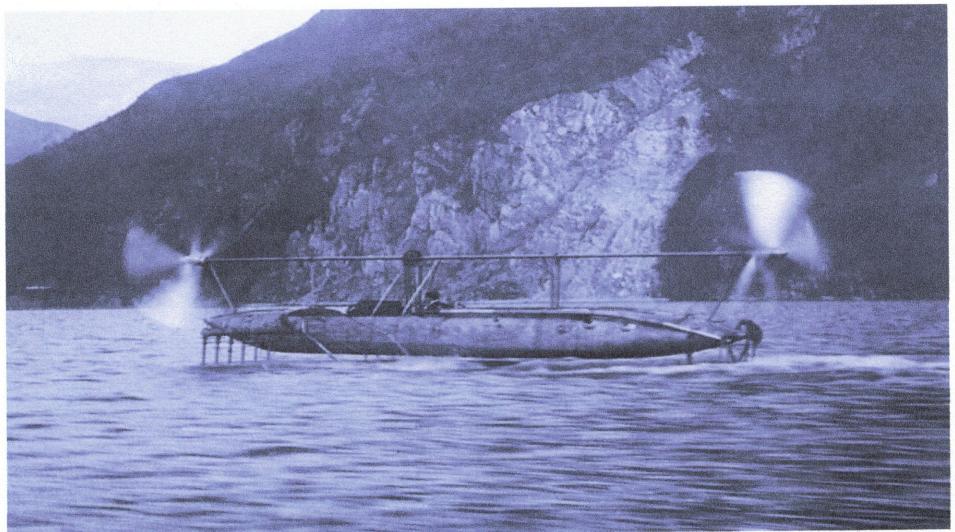
Народження Ідеї: Рання історія суден на підводних крилах

Судна на підводних крилах є човни, які працюють у двох напрямах:

Перше як нормальні човни з корпусом у воді; і друге з корпусом над водою. Причина чому цей спеціальний човен може піднести свій корпус з води є через підводні крила. Підводні крила є крила котрі витягуються до низи і працюють як крила на літаках. При досягненні певної швидкості, корпус тоді піднімається над водою. Тепер у воді залишається лише крила, їх стійки, кермо, і гребний гвинт.. Судна на підводних крилах вже існують понад сто літ і розвиток є такий широкий, що їх уживають для розвагових, комерційних і військових потреб. Їхне народження бере нас назад до Енріка Форланіні, італійський інженер, який в 1906 мав першу успішну пробу самохідним судном на підводних крилах на озері Maggiore в Італії. Навіть що Форланіні був першим це зробити, призnanня за ідею і дальший розвиток дістають Олександер Грегем Бел і Кейсі Балдвін. Вони мали більший вплив на успіхи суден на підводних крилах і в 1911 збудували їхню першу пробу цієї ідеї, яку Бел назвав "Hydrodrome."

Енріка Форланіні зростання почалися в 1898 році, коли він робив різні експерименти дізнаючись важливі математичні відносини, які пояснили фізіку як судно діє. Форланіні дізнався, що піdnimalna сила була пропорційна до кількість швидкости. Тобто, при більші швидкости менше крила поверхні було потрібне. Його 1906 судно на підводних крилах уживало крило що мало різні ступені так як драбина, але ширина крила

зменшалася з кожним ступнем в низ. З цим причином і з його "драбинною системою" судно осягнуло більшу швидкість по воді. Судно діставало силу від мотору, яке мало 60 кінської сили і обертало два протилежно-обертаючі двігуни які сиділи над водою і тягали повітря. Воно важило 2650 фунтів і було проєктоване, щоби осягнути 56 миль на годину, але фактично тільки осягнуло 42.5 миль на годину. Проект був успішний не тільки тому, що крила працювали правильно, але також тому, що найшвидший човен в тому часі тільки досягав 32 миль на годину.

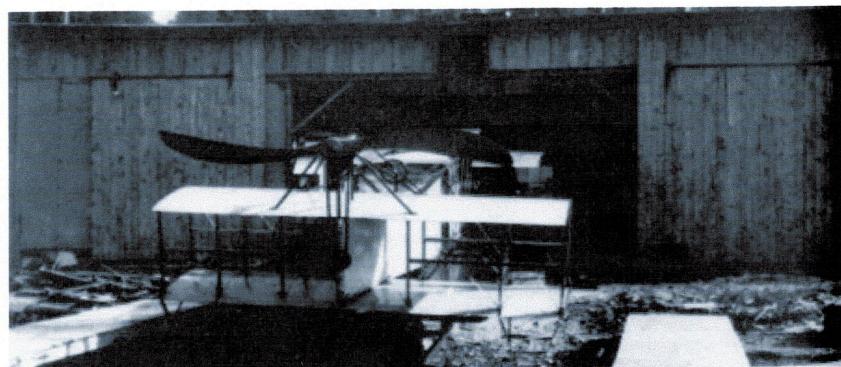


Енріко Форланіні перший подорож на озері Margrave

Александр Грегем Бел, визначний американський інженер і винахідник знаний за його розвиток телефону, і Фредерик Вокер "Кейсі" Балдвін, інженер і авіатор канадійського походження, почали ділитися ідеями на тему, яку Бел назвав "heavier than water machine." Ці ідеї вийшли від статті Бел прочитав про головний принцип суден з підводними крилами у примірнику *Scientific American* з березня 1906 р. У жовтні 1906 Бел зробив

рисунок своєого першого судна з підводними крилами. Їхні експерименти з такими суднами почалися в 1908 р., але спершу тільки як можливу поміч літакам вилітати з води. Але Балдвін зацікавився працею форланіні і рівно ж незадовго Бел також. Разом вони почали тести в осені 1908 р., але зайдшли різні проблеми головно з частинами, які лопомалися під напруженням. Хоч Бел і Балдвін були кваліфіковані інженери, вони постійно або переоцінювали силу структурних частин або недооцінювали ефект напруження на ці частини. Івентуально вони успішно потягнули їхнє перше судно з підводними крилами що уживало Форланінія “драбинну систему” з Балдвіном на човні. В 1922 Бел і Балдвін поїхали до Італії і стрінулися з форланіном, який повіз їх на своєму судні з підводними крилами.

В тому самому літі, Бел і Балдвін упланували і збудували їхній перший прототип Бел назвав “Hydrodrome.” Воно мало призначення HD-1. Цей прототип, який мав короткі крила так як біплан і єдинний повітряний двігун, осягнув 45 миль на годину в 1911р., і 50 миль на годину в 1912 р. аж докі воно мусіло бути перебудоване. Бел і Балдвін тоді упланували і збудували їхні наступні два судна на підводних крилах які називалися HD-2, котрий мав структурне пошкодження, і HD-3, котрий Бел хотів продати до американської військово-морської флоти в 1915 р. під час першої світової війни але флота не хотіла. Хоч через це, американська військово-морська флота обіцяла дати Бел і Балдвін два міцні Liberty мотори котрі мали 350 кінської сили. Як вони чекали на ці два мотори, Бел і Балдвін почали планування на що буде їхній найкращий твір, який вони назвали HD-4.

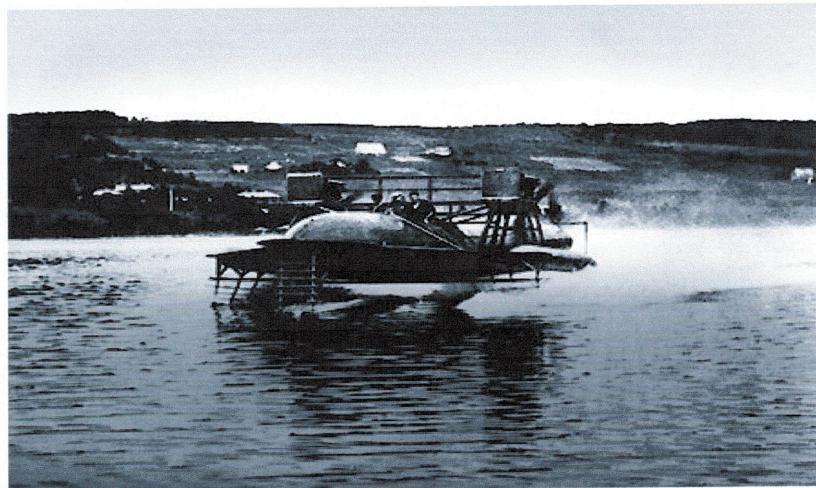


Бел і Балдвіна HD-1 "Hydrodrome"

Їхній HD-4 було кульминація всього що Бел і Балдвін навчилися під час їх десятирічної зусилля у зростанню судна на підводних крилах. Воно було 60 ступені довжини з тілом у формі сигари і платформи на обидва боки корпуса. Ті крила навіть помагали з аеродинамікою. "Драбинна система" підводних крил було під обидвох крил, один спереду і один в заді. Воно важило 10,400 фунтів. Тому що американська військово-морська флота ще не доставила ті мотори які вона обіцяла, ця моделя HD-4 уживала два Renault мотори, що мали 50 кінської сили які обертали два повітряні двигуни. У жовтні 1918 р., тести на HD-4 почалися і воно виконувалося ліпше ніж всі попередні прототипи Бел і Балдвін збудували. Та "драбинна система" підводних крил, корпус без проблеми вийшов з води і показував добру стабільність і керованість, і вдалося осягнути понад 54 миль на годину.

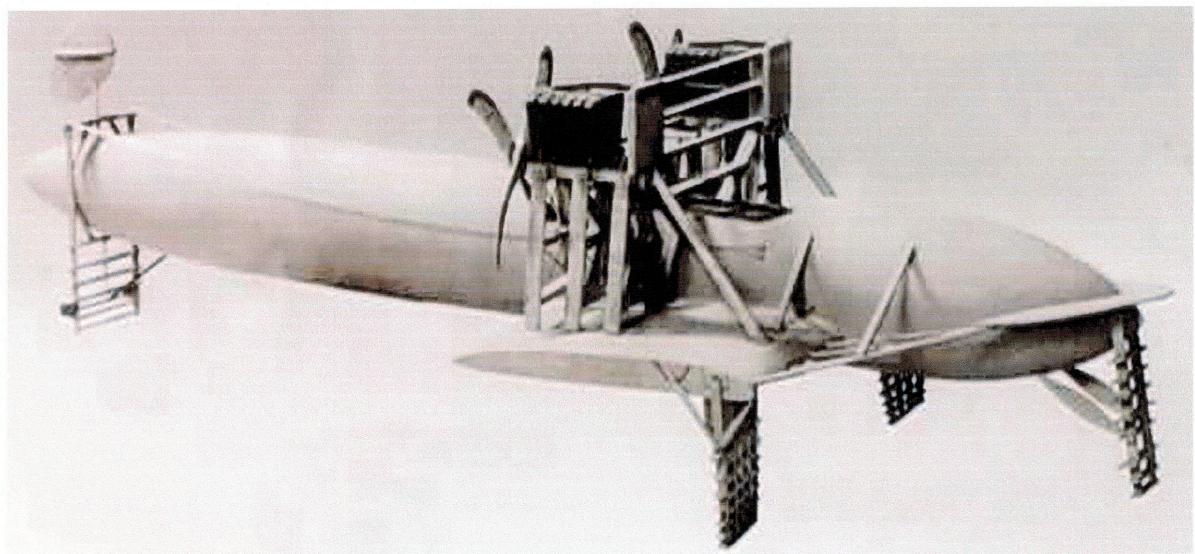
Коли війна закінчилася, американсько військово-морська флота знайшла час вислати Бел ті два 350 кінської сили Liberty мотори раніше обіцяні в 1919 році. Коротко після цього 9-го вересня 1919, HD-4 з своїми новими *Liberty* моторами які обертали два великий повітряний двигуни, здобули нову світову морську скорість 70.86 миль на годину і ця скорість не

була поліпшена спрідом 10 літ. Як HD-4 усяхнув 15 мил на годину, судно почав піднестися над водою що зменшило повільний пух на корпуса. Воно прискорувалося досіть скоро до 70.86 мил на годину і в той сам час було дуже стабільне над водою. Бел сам ніколи в тім не їздив але був фотографований в кабіні пілота.

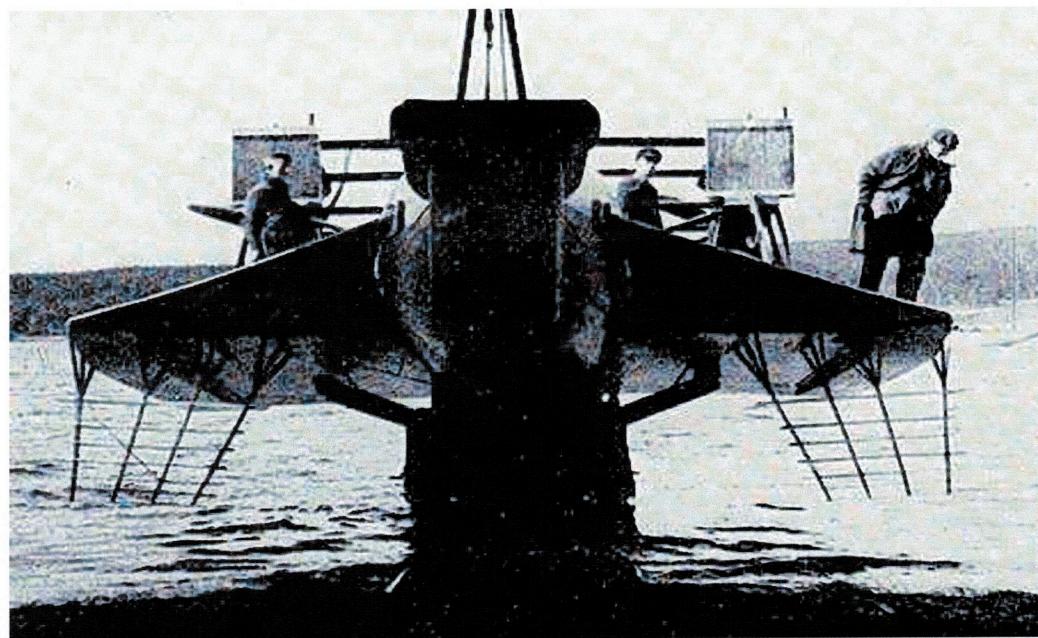


Бел і Балдвіна HD-4, їхні білш успішний судно на підводних крилах

Бел здав звіт американській військово-морській фльоті після успішних випробувань HD-4. Спостерігачі англійської і американської військово-морських фльотів прибули на демонстрації його судна на підводних крилах. Обидві фльоти були дуже захоплені але відмовилися пропозиції на підставі, що це був за делікатний човен на військові потреби і вони воліли свої різні водні літаки і моторівки до HD-4. На жаль це був кінець для HD-4 бо яке небудь дальнє зацікавлення завмерло. Він тепер стоїть на виставі у AGB Museum in Baddeck, Nova Scotia.



(Нагорі) Модельна знямка HD-4; (Нижче) Спускання HD-4.



Німецька інженерія: Барон Ганс фон Шертел і

Супрамар Компанія

Після успіхів Форланіні, Бела і Балдвіна, Барон Ганс фон Шертел з Німеччини почав розвиток судна з підводними крилами для пасажирів в різних 1920-их і 1930-их роках. До 1936 р., він збудував перше судно з підводними крилами упроектоване возити пасажирів. П'ять зразок були замовленні німецькими збройними силами під час Другої світової війни.

Пізніше після війни, совєти спіймали Шертела розвиткову групу, щоби вони збудували подібний план судно з підводними крилами для совєтів. Як він це почув, Шертел втік до Швейцарії де він розпочав Супрамар Компанію. В 1952, Шертел розпочав перше комерційне судно морське пасажирське з підводними крилами – PT-10, яке було назване *FRECCIA D'ORO*, або *Золота Стрілка*. Воно важило 7 тон і могло возити 32-ох пасажирів зі скорістю 40 миль на годину. Цей PT-10 мав той сам план як той що Шертел дав німецьким збройним силам. Коли це випустили, *FRECCIA D'ORO* стало перше у світі судно морсько- пасажирське з підводними крилами з регулярним маршрутом між Швейцарією і Італією. Було відповідно що маршрут ішов по Озері Магіоре, то саме озеро по якім Форланіні плив своїм судном з підводними крилами.

Супрамар почав продукувати багато більше суден з підводними крилами, коли отримав свою ліцензію будувати такі човни з Leopoldo Rodriguez Shipyard у Месіна Італія. В 1955 вони збудували PT-20, який важив 32 тон і віз 72-ох пасажирів. Воно діставало силу від 12 ціліндрові

дизелний мотоп , які мав компресор наддування, і рухало одноковий підводний двигун. Супрамара PT-20 уживало класічний план Шертела де 58% піднімальної сили є забезпечене від крило в носі і решта від крило в кормі, воно могло досягнути кресейську швидкість 40 миль на годину. Одно нововведення на PT-20 було що пілот може змінити кут крила на паро градусів. Це придалося коли треба взяти під увагу вагу пасажирів і стан моря, щоби постійно мати найліпше співвідносення між піднімальною силою і тягом. PT-20 зменшило час переїздки між Месіна у Сісілії і Рег'ю ді Калабрію в самому південні Італії на одну четвертину попереднього часу.

Через успіх PT-20, вийшли і інші моделі так як PT-50, PT-75, PT-100, і PT-150 MkII. Варто згадати, що MkII було велике з довжини 124 стопів, водотоннажність 165 тон, і могло возити 250 пасажирів. Фабрика також була величезна. Воно мало два 20 ціліндрові дизель мотори з 3,400 кінської сили і могло дати кресейську скорість 42 миль на годину. Але воно відрізнялося планом від попередніх моделей. PT-150 уживало стандартний поверхні пробивалні підводний крила в носі але в кормі було повністю занурені підводне крило яке забезпечувало решта піднімальної сили. Можна було в ручним способом змінити кут на крила в кормі на паро градусів під час наслідування і висадка. Супремар збудував 150 суден з підводними крилами.



Супрамара РТ-50

Совєтський Союз був також дуже заан'ажований у пробах і вироблення суден з підводними крилами. Деякі найбільше успішні проєкти мали початки у Совєтськім Союзі, а пізніше у Росії і в Україні. Це включає тип Ракета, тип Метеор, і тип Восход. Сьогодні тип Восход є один з найбільш оживаних переплав в Європі і Азії. Довжини 91 стопів переплава може перевозити 71 пасажирів з скорістю 40 миль на годину. Тип Восход добре працює близче побережжю але якраз пасує переплав по ріках і озерах через його скорість і кількість пасажирів що може перевозити.



Руський збудований тип Восход

Поглянем ще раз: Військові судна на підводних крилах

Незважаючи на то що американські воєнні сили відмовилися ранших планів Александра Грегем Бела і Кейсі Балдвіна, вони знова зацікавилися запроектувати сторожове судно на підводних крилах. В 1960-их роках, американська військова флота видала контракти до Grumman Aerospace Corporation і до Boeing Corporation, щоби оцінити найновіші технологічні досліди суден на підводних крилах. Grumman Aerospace Corporation збудували *USS Flagstaff (PGH-1)*, сторожове озброєне судно на підводних крилах довжини 73 стопів, яке могло осягнути 52 миль на годину і мало крила які складалися. *USS Flagstaff* увійшло у службу в наступному році. Американська військова флота івентуально позичили його американській береговій охороні в 1966 для морського загородження.



USS Flagstaff

Boeing почало їхні плани і в 1967р. збудували *USS Tucumcari (PGH-2)* сторожове озброєне судно на підводних крилах довжини 71 стопів, яке

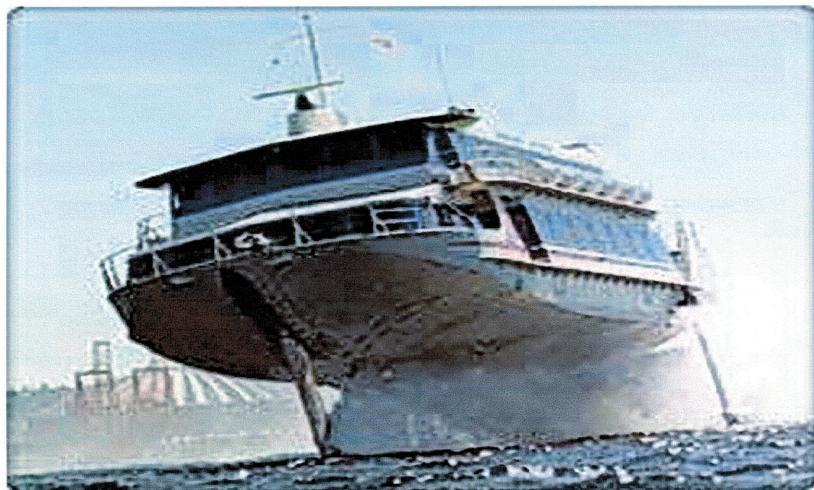
могло осягнути 55 миль на годину. Його крила, один в носі і один на правий і лівий боки, були цілком зануренні. *USS Tucumcari* відрізнявся від *USS Flagstaff* тим, що мав водострумну рушійну силу. Це було перше судно на підводних крилах, яке уживало цю систему, яка би стала стандартним ужитком на пізніших військових та пасажирських моделях від Boeing. *Flagstaff* і *Tucumcari* були вислані до В'єтнаму під час 1960-их років на сторожові місії довкола побережжю. Вони були ефективні але в кінці післи пішли їх назад до США через їхню комплексну механіку і брак можливих ремонтів.



Знімка моделі *USS Tucumcari*

Успіхи Boeing мав з *USS Tucumcari* провадило до планування і будування шість ракетних кораблів названі *Pegasus*, *Taurus*, *Aquila*, *Aries*, *Gemini*, і *Hercules*. *Pegasus*-тип ракетних кораблів були 131 ступнів довжиною і мали два водоструми, які діставали силу від 800 кінської сили дизельних моторів і один водострум, який діставав силу від 17,000 кінської сили морсько-газового турбінового мотору. Ці судна були дуже скорі і добре озброєні, що давало їм можливість потопити майже будь який корабель. Вони були в службі від 1977-1993р. Інші країни які експериментували з судном на підводних крилах для їхнього війська були Канада, Італія, і СССР.

Знання Boeing здобув під час планування і будування військових суден на підводних крилах привело до їхнього першого пасажирського водострумно-рушійного судна на підводних крилах. Цей новий модель, Boeing 929 Jetfoil, був 90 стіп на довжини і мало два водоструми, який діставали силу від два Allison 501-KF турбінових моторів і могло везти від 167 до 400 пасажарів. Boeing збудував понад два дюжини таких пасажирських водострумний судно на підводних крилах на службу довкола світі. У тому числі були Японія, Саудівська Арабія, Індонезія, та багато інших країн.



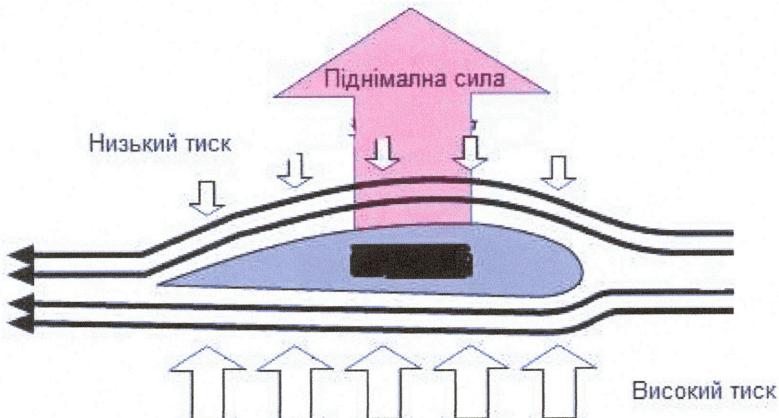
Boeing 929 водострумний судно на підводних крилах

Це пташка, це літак, це...: Фізіка і плян суден на підводних крилах

Гідродинаміка судна на підводних крилах є дуже подібна до аеродинаміка літака. Судна на підводних крилах далі мають справу з ударом, повільним рухом, піднімальною силою, і вагою. Удар від судни гребний гвинт бориться проти повільного руху від води, і піднімальна сила бориться проти ваги від сили тяжіння на судні. Піднімальна сила є сила яке тягне перпендикулярно до потік рідина. Приклад піднімальної сили може бути нерухомний об'єкт в рухомому рідини так як кайт на вітряний день, або рухомний об'єкт в нерухомому рідини, так як літак на безвітряному дні.

Форма на крилу літака є така, що вона розколюється і відхиляє потік повітря над і під крилом. Ця змуснена зміна напрямку потоку повітря робить силову дію на обидві сторони крила. Зоні зниженого тиску створюється на верхній частині крила, де повітря рухається швидше ніж нижні частині крила. Зоні високого тиску створюється на нижньому боці крила, де повітря рухається повільніше ніж повітря над верхньою частиною крила. Швидше повітря в зоні низького тиску надає менше зусілля на крило ніж повільніше переміщення повітря в зоні високого тиску. Це походить з перпендикулярний тягар в гору на верхню частину крила і штовхання в гору від низ під крилом.

Як літак досягне певної швидкості, піднімальна сила від крила дорівнює сумі ваги літака і вантажу, і піднімає літака в повітря.



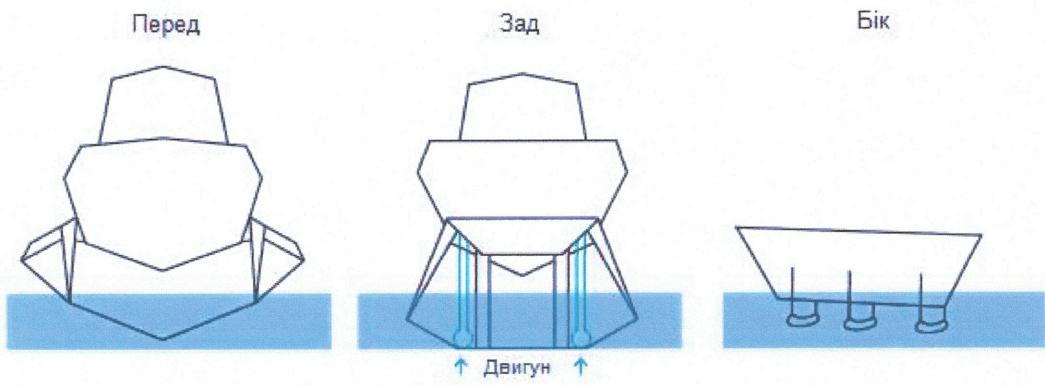
Діаграма піднімальної сили

Судна на підводних крилах працюють так само, з низьким тиском над поверх крилом і високий тиск під крилом. Основна відміність полягає в тому що вода є 1,000 разів більш густе ніж повітря, тому містъя потрібно на площині на поверхні крила щоб створити піднімальної сили значно зменшується, спеціально коли швидкість збільшенні. Цей принцип появляється в тип поверхні пробивальні підводний крила а також дизайн “драбинної системи” котрого Форланіні, Бел, і Балдвін використували. Кожна наступна сходинка на “драбинні системі” було коротше ніж той над ним тому що менше площа поверхні було потрібно на підтримку піднімальної сили. Судна на підводних крилах створять піднімальної сили тільки тоді коли вони перебувають у воді. Якщо вони їдуть над поверхнею води, судно впаде вниз у води аждоки крила генерують досить піднімальної сили щоб піднести його назад вгору. На відміну від літака, який має діапазон від десятків тисяч ступні, на сидно на підводних крилах треба підтримувати постійну глибину яке є обмежене

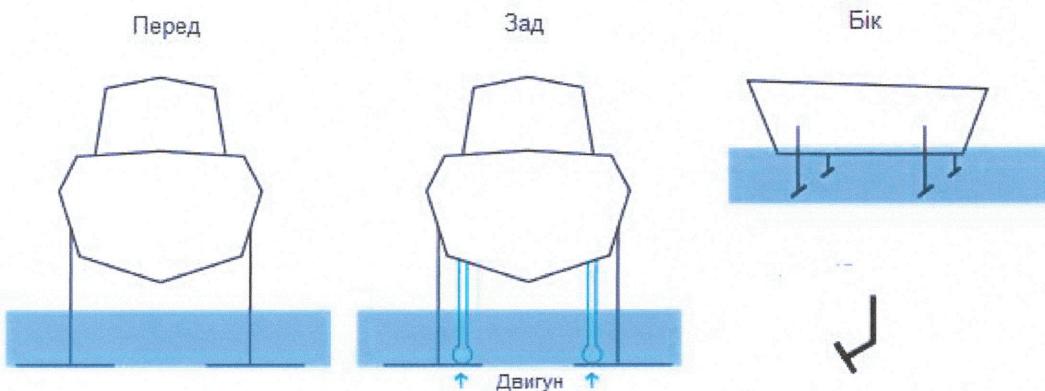
довжини їхної стійки. Якщо принесиця занато в низи корпус є назад у воді і це створує повільний рух. Якщо принесиця занато в гору судно на підводних крилах може скакати від хвилою до хвилою. Як в повітрі, підводний крила стратуть всю піднімальну силу і судно впаде в долину назад до води.

Типи сидно на підводних крилах

Поверхні пробивальні підводний крила



Повністю занурені підводний крила



Судна на підводних крилах можна розділити на два основних типи:

Поверхні пробивальні підводний крила і тип повністю занурені підводний

крила. Тип поверхні пробивальні підводний крила є подібно до "U" або "V" форму і виступають з води по обидві сторони. Тому що крила виступають над водою з обох сторін, навіть у той час як судно є у позиції на крилах, вони є само стабілізуючі в хитання і у висоту над водою. Якщо судно повертає ліворуч, більше крила занурюється на лівій стороні, а менше на правому стороні. Це створює збільшення піdnімальної сили зліва, сторони хитання, і рівняє судна автоматично коли ліворучне повернення скінцева. Це все є функція фізики, сила цяження, хвилі дій, і ставлення судів та дизайну. Звичайно, це позитивна ознака в само стабілізації також приносить негативний разом з ним в цьому, тому що частина крила завжди знаходиться в контакті з поверхнею води, і ще гірше хвилі, вона складає більше незручну їзду. Цей тип судно на підводних крилах є найбільш придатною для спокійної води, таких як річки або озера, але може працювати у прибережні або відкритому морі також.

Тип повністю занурені підводний крила, на відміну, не мають контакту з поверхнею води, через їхної перевернутої "T" форми. Це дозволяє їм обминати хвилі, що позволяє на багато м'якої їзди. У цьому дизайні, крила є прикріплений до стійки яке є прикріплений до передньої човні і на кормі. Вони можуть бути уживаний в поєднанні з типами поверхні пробивальні підводний крила, подібно до як робиться в кормовій схожий на літака який має однокове колесо в задньому хвості. Все таке, вони не є само стабілізовійний, і вимагають постійного коректування кільової в похиливості, хитання і рискання для підтримки балансу. Тип повністю занурені судна на

підводних крилах мають незалежні системи управління з використанням датчиків, які обчислюють необхідне зануреної висоті відносно до швидкості і постійного регулювання в хитання для підтримання належного балансу. На крейсерській швидкості, судна на підводних крилах трамає кут трохи вгору, як правило, від три або чотири градусів. Цей кут дозволяє найбільш оптимальний аеродинамічний коефіцієнт, яке падає від 20 до 25:1. Це означає що піднімальна сила від крила є 25 разів сильніше ніж повільного руха. Понад 15 градусів, починається зупиняється.

Тому що тип повністю занурений підводний крила не має контакту з поверхнею води він може розрізати хвилі з більшою легкістю, ніж поверхні пробивальні підводний крила. Все таке, тип повністю занурений підводний крила зустрічають трохи більше повільного руху ніж тип поверхні пробивальні підводний крила бо їхні стійки є довші щоб забезпечити досить кількість висоту потрібно щоб підняти корпуса з води. Це означає що вони трохи менш ефективні ніж тип поверхні пробивальні підводний крила які можуть працювати на трохи більш високих швидкостях з кращого економіки, оскільки вони не мають цю проблему.

Знай твою ролю: Проблеми і обмеження суден на підводних крилах

Судно на підводних крилах мають багато проблем і обмеження, але є два особливо помітних проблем вони зустрічають. Ці проблеми є менш ясний бо вони відбуваються на площину поверхня крила. Один з таких проблем є вентиляція. Вентиляція відбувається коли повітря є потягнане вниз на піднімальної поверхної порції крила. Маючи під на уважі що вода є 1,000 разів густіше ніж повітря, це задаває що крила генерують значно менше піднімальної сили з повітрям ніж з водою, і корпус судна би впало назад до води дуже скоро. Вентиляція стає менш важливою проблему чим глибше крила є під водою бо є менше повітряний кишень. Тому що тип поверхні пробивальні підводний крила мають такий дрібний кут з водою бони є більш схилний до бентиляції ніж тип повністю занурені підводний крила.

Друга проблема судно на підводних крилах мають яке діється під водою є кавітація. Кавітація стається коли судно досягає вище ніж певної швидкості, переважно понад 60 мил на годину. Для того щоб кавітація появлялося, тиск на верхній частині крила мусить бути нижче ніж тиск водяної пари. Як це стається, булки водяної пари утворюються по верхній частині крила і потім руйнуються вниз за течією, де піднімається тиск.



Кавітація на підводного крила у симулюваний кімнаті

Коли булки водної пари руйнуються близько крила, вони виробляють сильну удадну хвилю яка викликає неприємний шум і вібрації на додаток до потенційний збиток на крила. Інженери судно на підводних крилах позробили супер-кавітаційний крила, які відвертують ушкодження від кавітації. У цьому дизайні, крило має форму що вона створює великий пором заповнені порожнини яке називається “поділна булка” над верхній частини крила. Поділна булка позволяє що булки водної пари були здійснюваний за задньою краю крила і руйнувалися вниз за течією. Це знижує більшу частину ударної хвилі вплив руйнуваній булки водяної пари. Все таке, навід що супер-кавітаційний крила усуває пошкодження від руйнуванні булки, потрібним кутом щоб відвертати подільної булки від руйнування є дуже висока, і отже, створює неефективний аеродинамічний коефіцієнт. З цієї причини, супер-кавітаційний крила не є практичні.

Судно на підводних крилах не є без інших обмежень і проблем. Найбілш очевидно є цаме крила яке вистуючи вниз у воді і обмежує судна в більш глибоких водах. Більшість суден на підводних крилах мусять бути

обережні навколо гавані і порти через дрібних водах а токож можливість драпати або пошкоджити підводний крила на споді. Ця проблема збільшується на великих тоннажних суднах, які мають більший підводний крила. Крім підводний крила, ця проблема моше звернутися до гребний гвинт судна, яке додається до дуже довгого держака і також є глибоко в воді. Гребний гвинт є багато глибше ніж у нормальній кораблі що поправлюти за збільшеної висоти коли судно уживає силу крила. Все таке, деякі сучасні судна на підводних крилах пристосувалися висувна система підводних крилах, яка досволяє їм повністю перетворити назад у звичайного корабля з корпусом у воді.



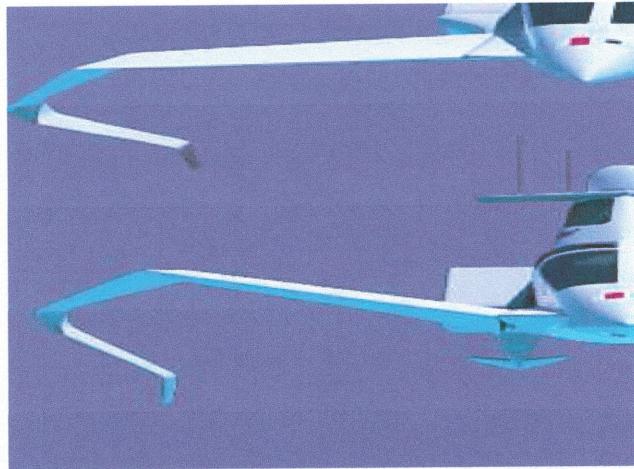
Складатий судно на підводних крилах

Інша проблема з великим підводним крилом під цудно є можливість зустрічати певні перешкоди так як колоди, каміння, або іншого сміття. Всі ті перешкоди можуть пошкодити або цільком знищити судно на підводних крилах і під тим самим постави всіх пасажаристів і суднова команда з великим ризиком. При більш високих швидкості, невидимих підводних

об'єктів викликають велику важливості якби відбулася зіткнення яке би післало корпус судна назад долину до води. У випадку зіткнення є кілька способів посбірних підводних крилах. Ідея відкидний стійки би відразу дозволило підводних крилах обертати до заду в разі зіткнення з серйозним об'єктом. Все таке, це не дозволяє судні безпечного переходу від крилної позиції до корпусової позиції, і потенційно може спричинювати перекидання судна, спеціально в молодші суден. Одним способом успішно перемогти цієї проблеми є використування системи абсорбція ротаційного енергії (rotational energy absorption system). Ця система використовує одну негнучку металеву тарілку яке кріпиться до стійки і група металевий тарілку встановлених на судно і тримається на штифти. Штифти мають стигти і абсорбувати енергію при зустрічі з ударним навантаженням і позволяє щоб стійки гнулися і оберталися до заду. Це дозволяє безпечний і стабільний спосіб переходження від крилової позиції до корпусової позиції.

Ще один технологічний розвиток для цієї проблеми є “motion dampening shock mounted system.” Ця система вже використовується компанія під назвою *Hydrofoils Incorporated*. В цій системі, передні підводні крила є один з обидвої боки розширення від корпуса і завивають вниз і до середини і також є протягений в напряму кормі. Крила є на обидва боки розширення від корпусу і спередній підводний крила можуть гнутися які позволяє підводних крилах, і чіле розширення від корпусу до якого вони є прикліпленими, їздити над і через об'єкти у воді. Обидва боки розширення

від корпусу складаються для забезпечення ставити судна на док в дрібних водах.



“Motion dampening shock mounted” система від *Hydrofoils Incorporated*. Зверніть увагу, як крило відхиляється

Судно на підводних крилах мають межу ваги близько 400 тон. Це пов’язано з тим що коли розмір судно на підводних крилах збільшується, збільшення ваги відбувається багато швидше ніж піднімальна сила від підводних крилах. Тоннаж судни збільшується на третього ступення (cubically) і піднімальна сила від підводних крилах збільшується на другого ступення (by square). Щоб підняти щось таке велике і важке вимагає величезних підводних крилах які би створювали більше повільного руха ніж піднімальної сили. Через цього, це не тільки не практично, це є неможливо.

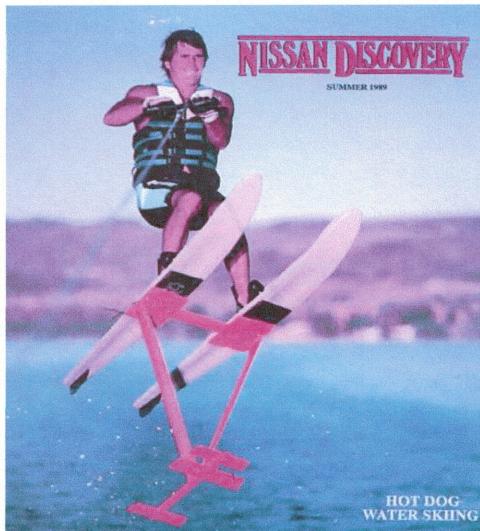
Судна на підводних крилах можуть зустрічати з трудністю при роботі у важких морів або інші обставини які спричиняють високі хвилі. Якщо висота хвилі є більше ніж довжини стійки, хвиля буде в контакті з корпусом і причинює непотрібний повільний рух, не кажучи про неприємної їзди. Крім

того, якщо судно на підводних крилах їде швидше ніж деякі високі хвилі, підводний крила можуть би прорватися на поверхню води і корпус впаде назад у води. Це би спричинювало стратення піднімальної сили і велике натискання на складання підводних крилах. Підводний крила вимагають постійного утримання щоб упевнитися вони далі гідний на море їхати і не мають ніяких дефектами. Нерівний моря або перешкоди можуть пошкоджити, згинути, тріснути, або розірвати стійки і гребний гвинт. Судно на підводних крилах вимагає сильніший мотори ніж судів подібного розмору через силу потрібно щобстати на крилах і підтримувати цю позицію більшої частини своєї поїздки. Це також спричинює у великого натискання на держак гребного гвинта, яке є надзвичайно багато довше, щоб пояснити підвищеної висоти судна на підводних крилах.

31 Смаків: Теперішній ужиток суден на підводних крилах

З всіми проблемами які судна з підводними крилами перейшли, ці проблеми не грають аж такої великої ролі у менших більш особистих вжитків таких суден. Через це, стиль судна з підводними крилами почали уживати на інших човнах. В 1960 р., перше водно-лещетарське судно з підводними крилами було зпроектоване і розпочало тягнення у водно-лещетарському спорті. Дизайн мав два звичайні водні лещета з стійкою з кожної лещети похиле вниз і яке стрічається посередині у формі трикутника. Два крила були прилучені на горизонтальній стійці трошка до переду бази трикутника і

один по заді. Ця ідея причипити крило до водних лещет була дуже добра бо традиційні водні лещетарці відчувають кожну хвилю і скок по воді, а лещетарці, які уживають підводний крила пливуть по воді. Після цього, інші ужитки зайдли так як давати водні крила на віндсерфінг', вітрильниках, коліну борту і так подібне. Водні крила можна дати на щонебудь що належить у воді або навіть неналежить у воді. Деякі проблеми або обмеження далі існують з підводними крилами, але не є такі важні на менших водних човнах.



Через роки, люди спроектували і змодифікували дизайн суден з підводними крилами, пристосуючи їх на свій смак і вислід був що виробили деякі найбільш удосконалі, і часом найбільш дивні у вигляді, водні човни. Нові дизайні створили велику скорість, безпеку, і вигідність і попросто дало багато розваги людям.



Усі судна з підводними крилами мають спільну проблему – кошт.

Коштує багато грошей збудувати судно з підводними крилами. З точки скорости, вигідности і безпечність, *Boeing Jetfoil* є стандартне пасажирське судно з підводними крилами сьогодні, але воно коштує може три рази більше ніж пасажирський переплав. Не кожний є такий багатий як Еміліо Ларґо у Джеймс Бонд фільмі *Thunderball*. Ларґо міг збудувати особистий дизайн на своє судно з підводними крилами, яке він назвав *Disco Volante*, і включало розбірний “кокон” або задня оболонка.



Disco Volante і її вигаданий власник, Еміліо Ларго

Сьогодні *TurboJet* є один з найбільших у світі знанні за їхні пасажирські переплави з підводними крилами. Їхнє головне управління є у Гонг Конг, Китай і головно уперюють у Pearl River дельта між Гонг Конг і Макау. Цей маршрут є 70 км і забирає десь так одну годину переплисти. Тому, що дельта впливає у відкрите море, *TurboJet* флота складається з великих кораблів.

Крім того, що вони є найбільші у світі оператори *Boeing Jetfoils*, *Boeing* також має інші човни у їхній флоті і не усі є судна з підводними крилами. *Turbojet* також представляє люксусові покої з усіми принадами, які можна собі уявити очевидно за відповідну ціню.

Кошт і складна підтримка є найбільші дві причини чому військо довкола світу покинули розвиток суден на підводних крилах для свого ужитку. Це напевно є чому судна на підводних крилах не є більше уживанні по світі сьогодні. Деєкі менші судна на підводних крилах продуктовані в Росії є менше коштовні через їх менший розмір і простіший дизайн. Все такі комерційні оператори уважають судна на підводних крилах як щось

екзотичне, навіть як їх живають комерційно десятки літ. Ті що оперюють такими екзотичними човнами, оцінюють їхню стабільність при швидкі скорости і вигоду для пасажирів супроти того, що знаходиться на традиційних кораблів. Підводний крила можна пристусувати до майже якого небудь човна, чи то до пасажирського переплаву, чи до вітрильника, чи до віндсерфінг', чи до водних лещет. Їх різносторонність пояснює і додає до зачаровання і зацікавлення у підводних крилах і до різноманітність, які вони додають до водного спорту і подорожування.