

Розглядаються недоліки сучасної теорії повітря-реактивних двигунів, пов'язані з помилковою теоремою о підйомній силі продувального профілю, виведеною професором М.Є.Жуковським у 1912 році

Ключові слова: продуваний профіль, кінематичний аналіз, тяга продувального профілю

Рассматриваются недостатки современной теории воздушно-реактивных двигателей, связанные с ошибочной теоремой о подъемной силе продувального профиля, выведенной профессором Н.Е.Жуковским в 1912г

Ключевые слова: кинематический анализ, тяга продувального профиля паруса грот

ОСНОВЫ ЕДИНОЙ ТЕОРИИ ДВИЖИТЕЛЕЙ НА НЕПРЕРЫВНЫХ ПОТОКАХ. ВЫВОД ФОРМУЛЫ ТЯГИ ПАРУСА

Б. Ш. Мамедов

Кандидат технических наук, доцент

Запорожский национальный технический университет
ул. Жуковского, 64, г. Запорожье, Украина, 69063

E-mail: www.zntu.edu.ua

1. Введение. постановка проблемы

Парус, как движитель на непрерывных потоках, является одним из самых древних изобретений человека.

Однако, несмотря на возраст, в этом древнем движителе на непрерывных потоках, как в капле воды, отразилась вся единая теория движителей на непрерывных потоках, включая воздушно-реактивные двигатели (ВРД). Это означает, что различные паруса и воздушно-реактивные двигатели рассчитываются по единым формулам тяги, полетного (тягового) КПД и единой теореме о подъемной силе продувального профиля.

Необходимость этой работы связана с тем, что в основу существующей теории воздушно-реактивных двигателей заложены ошибочные формулы тяги, полетного (тягового) КПД, выведенные академиком Б.С.Стечкиным в 1929г. и такая же ошибочная теорема о подъемной силе продувального профиля, выведенная профессором Н.Е.Жуковским в 1912г., [1], с.15-20, [2], с.146-153. Все это привело к тому, что современная теория воздушно-реактивных двигателей разделилась на две части: теоретическую и экспериментальную, которые существуют абсолютно автономно и любые попытки авторов соединить эти две части заканчивались тем, что многие узловые физические явления, имеющие место при работе ВРД, описывались ошибочно, например, такие физические понятия, как тяга ВРД, полетный (тяговый) КПД, теорема о подъемной силе продувального профиля, трактовка процесса генерирования отрывных течений, приводящих к неустойчивой работе ВРД, к помпажу, заглоханию ВРД при взлете, полете, посадке, [3], с.114, которая поставила конструкторов в тупиковое положение, поскольку устранить генерирование неустойчивой работы, помпажа, заглохание ВРД при взлете, по-

лете, посадке, согласно существующей трактовке, невозможно, и многие другие физические явления.

Таким образом, ошибочное или неточное описание физических процессов, имеющих место в авиационных двигателях, привело к тому, что современная теория воздушно-реактивных двигателей разработала методику проектирования авиадвигателей с заведомо грубыми конструктивными ошибками, которые приводят к снижению безопасности полетов.

Парус грот яхты и ВРД – это два разных типа движителей на непрерывных потоках, но которые в обязательном порядке подчиняются одним и тем же законам генерирования тяги, полетного (тягового) КПД, и, если рассмотреть продуваемый профиль лопатки и продуваемый профиль паруса грот, то оба они генерируют одну и ту же теорему о подъемной силе продувального профиля.

Поэтому перед уже созданной единой теорией движителей на непрерывных потоках стояла проблема провести параллель между любыми типами движителей на непрерывных потоках, в данном случае парус грот яхты и ВРД, стояла проблема показать и доказать, что движители на непрерывных потоках описываются одними и теми же формулами тяги, полетного (тягового) КПД, единой теоремой о подъемной силе продувального профиля и являются движителями прямой реакции, тяга которых должна измеряться только в кг или Н.

2. Критика теоремы о подъемной силе продувального профиля. постановка цели

Всю свою сознательную жизнь профессор Н.Е.Жуковский занимался, в том числе, вопросом вывода формулы тяги гребного винта. В своих работах "О реакции втекающей и вытекающей жидкости"

(1882-1886г.г.), "К теории судов, приводимых в движение силой реакции вытекающей воды" (1908г.) и "Вихревая теория гребного винта" (1912-1918г.г.) Н.Е.Жуковский, как считается в современной теории воздушно-реактивных двигателей, заложил основы теории реактивного движения и вихревой теории лопаточных машин, [3], с.9.

В работе "Вихревая теория гребного винта", 1912г., профессор Н.Е.Жуковский вывел свою теорему о подъемной силе продуваемого профиля, которая в качестве фундаментальной заложена в основу современной теории воздушно-реактивных двигателей, [3], с.53. Однако эта теорема о подъемной силе продуваемого профиля оказалась ошибочной. Как уже отмечалось, [2], с.148-153, основным недостатком этой теоремы о подъемной силе продуваемого профиля является ошибочное распределение эпюры давлений продуваемого газового потока по корытцу продуваемого профиля. Согласно Н.Е.Жуковскому, эта эпюра давлений изменяется от нуля на входной кромке до максимума на выходной кромке, поскольку циркуляция продуваемого газового потока, $\Gamma = t \cdot \Delta w_u$, которую Н.Е.Жуковский ввел в теорему о подъемной силе продуваемого профиля, [3], с.53, имеет нулевое значение на входной кромке, поскольку $\Delta w_u = 0$, и максимальное значение на выходной кромке продуваемого профиля, где Δw_u имеет наибольшее значение.

Такое распределение эпюры давлений продуваемого газового потока по корытцу продуваемого профиля находится в противоречии с экспериментальными данными той же самой современной теории воздушно-реактивных двигателей, которые четко показывают, что эпюра давлений продуваемого газового потока по корытцу продуваемого профиля носит прямо противоположный характер, т.е. максимальное давление расположено в зоне входной кромки и это давление уменьшается по мере приближения к выходной кромке продуваемого профиля, [3], с.68, рис. 3.3.

Поэтому теорема о подъемной силе продуваемого профиля, выведенная профессором Н.Е.Жуковским в 1912г., не может быть фундаментальной, поскольку нарушает законы механики истечения жидкостей и газов, а его работа "Вихревая теория гребного винта" является ошибочной. Самой основной ошибкой, которую допустил Н.Е.Жуковский при выводе теоремы о подъемной силе продуваемого профиля, является ошибочное введение такого понятия, как циркуляция, или присоединенного вихря, которые отражают только работу отрывных зон газового потока по спинке продуваемого профиля при превышении углов атаки i более $5-7^\circ$, а при правильно выбранной установке продуваемого профиля и правильно выбранных параметрах продуваемого газового потока, когда по корытцу и по спинке продуваемого профиля имеет место ламинарное обтекание, ни о какой циркуляции, или присоединенном вихре, не может быть и речи. Профессор Н.Е.Жуковский допустил и другие ошибки, к которым относятся полное отсутствие кинематического анализа и зоны заторможенного потока, поскольку профессор Н.Е.Жуковский рассматривал продуваемый профиль как движитель, который генерирует только подъемную силу.

Такое физическое представление о подъемной силе продуваемого профиля, например, крыла самолета, планера, птицы является неточным. Любой продуваемый профиль всегда необходимо рассматривать как движитель, который генерирует тягу, направленную под углом α к направлению вектора скорости продуваемого газового потока, а подъемную силу продуваемого профиля всегда необходимо рассматривать как функцию от тяги, генерируемой продуваемым профилем.

Поэтому уже созданная единая теория движителей на непрерывных потоках ставила своей целью (заданием) на примере продуваемого профиля паруса грот яхты подтвердить, что все движители на непрерывных потоках рассчитываются по одинаковым формулам тяги, полетного (тягового) КПД, теореме о подъемной силе продуваемого профиля.

3. Вывод формулы тяги, полетного (тягового) КПД, теоремы о подъемной силе

3.1. Выбор контрольного контура

Необходимо сразу отметить, что одинаковая теория движителей на непрерывных потоках для всех движителей вводит единую терминологию, принятую в современной теории воздушно-реактивных двигателей.

Продуваемый профиль паруса грот яхты помещается в воздушной среде со скоростью V_n , при этом перед продуваемым профилем и по всей длине корытца продуваемого профиля генерируется зона заторможенного потока В-С, рис. 1, поз.1. Зона заторможенного потока – это физическое явление, которое имеет место перед любым движущимся предметом в любой окружающей среде.

Для движущегося продуваемого профиля паруса грот яхты начало зоны заторможенного потока В-С характеризуется площадью $F_{Нпр}$, которая равна лобовой площади паруса грот яхты, рис. 1а.

На рис. 1 представлено: а – контрольный контур продуваемого профиля паруса грот яхты; б – кинематический анализ характера изменения статических давлений, осевых скоростей продуваемого газового потока в пределах контрольного контура Н-Н₁; в – кинематический анализ характера изменения осевых ускорений (вторичных динамических-инерционных сил) в пределах контрольного контура Н-Н₁; г – кинематический анализ характера изменения первичных движущих сил от изменения статических давлений продуваемого газового потока в пределах контрольного контура Н-Н₁.

Распределение статических давлений в зоне заторможенного потока В-С находится в строгом соответствии с распределением статических давлений в зоне заторможенного потока продуваемого лопаточного профиля, [3], с.68, рис. 3.3, т.е. максимальное давление продуваемого газового потока находится в зоне входной кромки продуваемого профиля паруса грот яхты и это давление постепенно уменьшается по мере перемещения газового потока по корытцу продуваемого профиля, при этом уменьшение статического давления продуваемого газового потока в зоне

заторможенного потока К-С всегда сопровождается увеличением его осевой скорости, рис. 1б.

Рассмотрим инверсионный метод, при котором газовый поток (воздух) набегаёт на неподвижный продуваемый профиль паруса грот яхты со скоростью W_1 , которую считаем постоянной, при этом по корытцу паруса грот генерируется зона заторможенного потока В-С, входная площадь которой регламентируется $F_{Нпр}$ – лобовой площадью продуваемого профиля паруса грот, рис. 1а.

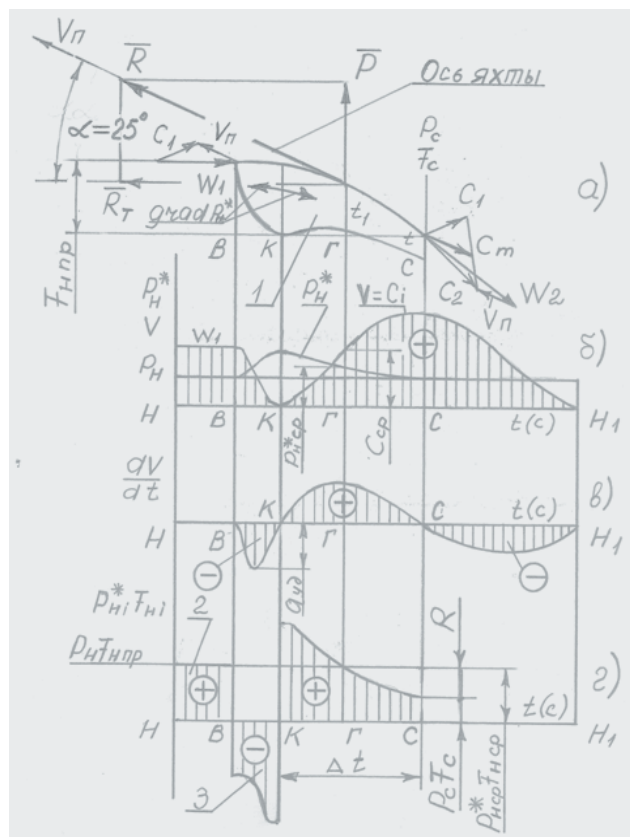


Рис. 1. Кинематический анализ характера изменений статических давлений, осевых скоростей, ускорений (динамических-инерционных сил), первичных движущих сил

Сечение, с которого продуваемый газовый поток начинает перемещаться к неподвижному продуваемому профилю паруса грот с постоянной скоростью W_1 является зоной невозмущенного потока Н.

Для правильного понимания кинематического анализа и процесса генерирования тяги продуваемым профилем паруса грот зону невозмущенного потока Н ограничиваем таким сечением, чтобы площадь геометрической фигуры, рис. 1, поз.2, была равна площади геометрической фигуры, поз.3, поскольку площади этих геометрических фигур условно изображают работу первичных сил в зонах Н-В и В-К, которые равны и компенсируют друг друга.

Расположение зоны невозмущенного потока Н в бесконечности перед продуваемым профилем, как это было принято профессором Н.Е.Жуковским в его работе "Вихревая теория гребного винта" в 1912г., лишено всякого физического смысла, это отмечают и современные специалисты, [3], с.53, поскольку в

компенсации отрицательной работы первичных сил в зоне В-К, рис. 1, поз.3, участвует только незначительная часть набегающего потока, ограниченной площадью геометрической фигуры Н-В, рис. 1, поз.2, условно изображающей положительную работу первичных сил в этой зоне.

В полете (при перемещении яхты) по корытцу продуваемого профиля паруса грот всегда генерируется зона заторможенного потока, которая регламентирует следующие зоны и сечения контрольного контура Н-Н₁, рис. 1: Н-Н – сечение невозмущенного потока, регламентирующее равенство площадей (работ первичных сил) геометрических фигур, рис. 1, поз.2,3; Н-В – зона набегающего со скоростью W_1 продуваемого газового потока, кинетическая энергия которого, $m_3 W_1^2 / 2$, полностью переходит в потенциальную энергию давления продуваемого газового потока в зоне В-К; В-К – зона сжатия продуваемого газового потока, в которой градиент статических давлений отрицателен, т.е. направлен против потока.

Необходимо отметить, что сечения В-В и К-К расположены очень близко друг относительно друга, поэтому можно считать, что они являются зоной мгновенного фазового перехода продуваемого газового потока от агрегатного состояния со статическим давлением P_n в агрегатное состояние со статическим давлением P_n^* ; К-С – зона ускоряемого газового потока, в котором градиент статических давлений направлен по потоку, или зона К-С – это реактивное сопло, в котором генерируется тяга продуваемого профиля паруса грот, [4], с.24, фиг.6, зона К-С; С-С – выходное сечение реактивного сопла К-С, регламентирующее силу сопротивления $P_c F_c$, где P_c – статическое давление продуваемого газового потока в сечении С-С, F_c – площадь выходного сечения реактивного сопла К-С; С-Н₁ – зона реактивной струи, в которой градиент статических давлений направлен по потоку, если $P_c > P_n$ (недорасширенный газовый поток), в которой градиент статических давлений равен нулю, если $P_c = P_n$ (нормально расширенный газовый поток), в которой градиент статических давлений направлен против потока, если $P_c < P_n$ (перерасширенный газовый поток), где P_n – давление окружающей среды; Н₁-Н₁ – сечение невозмущенного потока, в котором ускорение продуваемого газового потока равно нулю.

Зоны контрольного контура Н-Н₁ для продуваемого профиля паруса грот полностью совпадают с зонами контрольного контура Н-Н₁ любого ВРД, [1], с.18, рис. 1, поэтому методика вывода единых формул тяги, полетного (тягового) КПД для любого ВРД и продуваемого профиля паруса грот, как движителя, будет одинаковой, методика вывода теоремы о подъемной силе продуваемого профиля паруса грот будет аналогичной для воздушных и гребных винтов, [4], с.8-9, с.24, фиг. 6.

Необходимо отметить, что согласно единой теории движителей на непрерывных потоках контрольный контур Н-Н₁ для продуваемого профиля паруса грот, как движителя, всегда начинается с приведенной площади $F_{Нпр}$, расход продуваемого газового потока через которую равен расходу газового потока, прошедшего через движитель.

3.2. Характеристика внешних сил, действующих на трубку тока в зоне Н-Н₁ продуваемого профиля паруса грот, как движителя

К внешним силам, действующим на трубку тока в зоне н-Н₁, относятся:

1. Первичные движущие силы от изменения статических давлений, $P_i F_i$, где P_i – статическое давление продуваемого газового потока в i -м сечении газодинамического тракта в пределах контрольного контура Н-Н₁; F_i – площадь i -го сечения газодинамического тракта в пределах контрольного контура Н-Н₁. 2. Вторичные движущие силы от изменения динамических (инерционных) сил, $m_T a_i$, где m_T – массовый секундный расход продуваемого газового потока через продуваемый профиль паруса грот, регламентируется площадью F_{np} , плотностью продуваемого газового потока и скоростью W_1 ; a_i – ускорение газового потока в i -м сечении газодинамического тракта в пределах контрольного контура Н-Н₁. 3. Силы сопротивления – это силы, которые направлены против потока и к которым могут относиться как первичные силы от изменения статического давления, например, в зоне В-К, динамические (инерционные) силы, когда силы инерции направлены против потока, так и сила сопротивления $P_c F_c$. 4. Сила тяги продуваемого профиля паруса грот, как движителя. 5. Гравитационные силы продуваемого газового потока, которые в горизонтальном полете не учитываются.

Силы трения продуваемого газового потока о поверхность продуваемого профиля не учитываем.

Таким образом, в контрольном контуре Н-Н₁ рассматривается замкнутая система всех внешних сил, действующих на трубку тока в зоне н-Н₁, т.е. векторная сумма всех внешних сил в пределах контура Н-Н₁ всегда равна нулю. замыкает векторный силовой многоугольник (в нашем случае линия) всегда тяга R , которая генерируется продуваемым профилем паруса грот, как движителем.

Замкнутая система внешних сил, отражая единый закон сохранения энергии, предусматривает и равенство работ всех внешних сил, направленных по потоку и против потока. При наличии кинематического анализа работа любой внешней силы условно изображается площадью соответствующей геометрической фигуры, например, работа вторичных динамических (инерционных) сил, направленных против потока, условно изображается геометрической фигурой со знаком "плюс", направленных по потоку условно изображается двумя геометрическими фигурами со знаком "минус", рис. 1в. Согласно закона сохранения энергии сумма площадей геометрических фигур со знаком "плюс" всегда равна сумме площадей геометрических фигур со знаком "минус", т.е. векторный силовой многоугольник, в нашем случае линия, всегда должен быть замкнутым для вторичных динамических-инерционных сил. То же самое касается и для первичных движущих сил от изменения статических давлений продуваемого газового потока в пределах контрольного контура Н-Н₁, например, работа первичных сил и сил сопротивления, направленных против потока, условно изображается геометрическими фигурами со знаком "минус", к которым относится работа первичных сил в зоне В-К, в зоне К-С для силы сопротивления $P_c F_c$ и тяги движителя R , работа пер-

вичных движущих сил, направленных за потоком, условно изображается геометрическими фигурами со знаком "плюс", к которым относится работа первичных движущих сил от изменения статического давления в зоне Н-В, в зоне К-С для первичных движущих сил от изменения статического давления, рис. 1г. Согласно закона сохранения энергии сумма площадей геометрических фигур для первичных сил со знаком "плюс" всегда равна сумме площадей геометрических фигур со знаком "минус", т.е. векторный силовой многоугольник, в нашем случае линия, всегда является замкнутым, при этом замыкающим вектором силового многоугольника (линии) для первичных сил и сил сопротивления будет являться тяга R паруса грот, как движителя.

3.3. Кинематический анализ характера изменения статических давлений, осевых скоростей, ускорений (динамических-инерционных) сил, первичных движущих сил от изменения статических давлений продуваемого газового потока для вывода формулы тяги, полетного (тягового) КПД, теоремы о подъемной силе продуваемого профиля паруса грот, как движителя

Метод кинематического анализа для вывода формулы тяги, полетного (тягового) КПД, теоремы о подъемной силе продуваемого профиля паруса грот, как движителя, проводится впервые.

Кинематический анализ, приведенный на рис. 1, показывает, что с определенным сечением Н-Н, которое называется зоной невозмущенного потока, продуваемый газовый поток движется с постоянной скоростью W_1 . Лобовая площадь паруса грот F_{np} , рис. 1а, тормозит набегающий поток воздуха, генерируя по корытцу продуваемого профиля паруса грот зону заторможенного потока В-С, рис. 1, поз.1. Набегающий с постоянной скоростью W_1 продуваемый газовый поток со статическим давлением P_n при достижении сечения В-В мгновенно тормозится, при этом для трубки тока, расположенной в среднем сечении В-В, вся кинетическая энергия набегающего потока, $m_3 W_1^2 / 2$, переходит в потенциальную энергию давления в сечении К-К.

Кинематический анализ показывает, что изменение статического давления продуваемого газового потока от P_n до P_n^* вызывает уменьшение осевой скорости продуваемого газового потока от сечения В-В к сечению К-К, что генерирует ускорение удара, $a_{уд}$, рис. 1в, что приводит к генерированию в сечении В-В кинематической зоны неупругого удара, поскольку скорость продуваемого газового потока W_1 не превышает 10 м/с.

Кинематический анализ в пределах контрольного контура Н-Н₁ рассматривает замкнутую систему сил как для вторичных динамических - инерционных сил, так и для первичных движущих сил от изменения статического давления и сил сопротивления.

Вторичные динамические инерционные силы в пределах контрольного контура Н-Н₁, сами по себе, без никакой дополнительной внешней силы, дают общую сумму, равную нулю, или, другими словами, суммарная работа вторичных динамических инерционных сил в пределах контрольного контура Н-Н₁ всегда равна нулю. Графически это отражается в том, рис. 1в, что площадь геометрических фигур, условно отражающих работу вторичных динамических инер-

ционных сил, со знаком "плюс" всегда равна площади геометрических фигур со знаком "минус". Исходя из этого, кинематический анализ делает следующий вывод:

Продуваемый со скоростью W_1 газовый поток, обтекающий продуваемый профиль паруса грот в пределах контрольного контура Н-Н₁, генерирует динамические инерционные силы, сумма которых в пределах рассматриваемого контура всегда равна нулю. Это означает, что скорость продуваемого газового потока никогда не генерирует тягу движителя.

Кинематический анализ показывает также, рис. 1г, что отрицательная работа первичных движущих сил от изменения статических давлений в зоне В-К, поз.3, полностью компенсируется положительной работой первичных движущих сил в зоне Н-В, поз.2. Таким образом, нескомпенсированной зоной первичных движущих сил от изменения статических давлений, в которой генерируется тяга продуваемого профиля паруса грот, как движителя, является зона К-С. Работа, подведенная к продуваемому газовому потоку в зоне К-С, численно равна площади геометрической фигуры, ограниченной параболической кривой и осью абсцисс, заштрихованная зона со знаком "плюс". Площадь этой геометрической фигуры равна площади прямоугольника со сторонами $P_{ncp}^* \cdot F_{ncp}$, КС. Поэтому с учетом соответствующих масштабов, можно записать, что подведенная к продуваемому газовому потоку работа в зоне К-С равна

$$A_{\Pi} = P_{ncp}^* \cdot F_{ncp} \cdot КС, \quad (кГ \cdot м), \quad (1)$$

где КС равно перемещению потока за время Δt , рис. 1г.

Подведенная к продуваемому газовому потоку работа A_{Π} затрачивается на преодоление работы силы сопротивления.

$$A_{cc} = P_c F_c \cdot КС, \quad (кГ \cdot м), \quad (2)$$

и на преодоление работы силы тяги движителя.

$$A_R = R \cdot КС, \quad (кГ \cdot м). \quad (3)$$

Таким образом, можно записать

$$A_{\Pi} = A_{cc} + A_R, \quad (4)$$

или

$$P_{ncp}^* \cdot F_{ncp} \cdot КС = P_c F_c \cdot КС + R \cdot КС, \quad (5)$$

откуда

$$R = P_{ncp}^* \cdot F_{ncp} - P_c F_c. \quad (6)$$

Любое изменение скорости W_1 влечет за собой изменение всех пяти параметров, входящих в формулу тяги (6) продуваемого профиля паруса грот, как движителя.

Согласно Закону сохранения энергии, можно записать, что тяга продуваемого профиля паруса грот, как движителя, дополнительно выражается уравнением

$$R = P_{ncp} F_{ncp} - P_c F_c. \quad (7)$$

Таким образом, векторный силовой многоугольник, в нашем случае линия, согласно уравнений (6), (7), всегда замыкается тягой R продуваемого профиля паруса грот, как движителя.

Полетный (тяговый) КПД продуваемого профиля паруса грот, как движителя, определяется из уравнения

$$\eta_{\Pi} = \frac{A_R}{A_{\Pi}}, \quad (8)$$

откуда

$$\eta_{\Pi} = \left(1 - \frac{P_c F_c}{P_{ncp}^* F_{ncp}} \right) \cdot 100\% \quad (9)$$

Любое изменение скорости W_1 продуваемого газового потока влечет за собой изменение всех пяти параметров, входящих в формулу полетного тягового КПД (9) продуваемого профиля паруса грот, как движителя.

Необходимо отметить, что направление вектора тяги R продуваемого профиля паруса грот, как движителя, всегда противоположно вектору средней скорости продуваемого газового потока C_m , рис. 1а, и всегда составляет определенный угол α с направлением скорости W_1 продуваемого газового потока, поэтому теорема о подъемной силе (поперечной силе – морская терминология) продуваемого профиля паруса грот, как движителя, описывается уравнением

$$P = R \cdot \sin \alpha, \quad (10)$$

откуда

$$P = (P_{ncp}^* F_{ncp} - P_c F_c) \cdot \sin \alpha \quad (11)$$

Любое изменение скорости W_1 продуваемого газового потока влечет за собой изменение всех шести параметров, входящих в формулу (11) подъемной (поперечной) силы продуваемого профиля паруса грот, как движителя.

Известно, что при наличии профилированного плавникового кия и балансированного руля можно вести яхту очень круто к ветру (25°), [5, с.45]. Это означает, что большая ось симметрии яхты всегда направлена по направлению вектора тяги R , рис. 1, а входная кромка паруса грот всегда направлена навстречу ветру, составляя при этом угол $\alpha=25^\circ$ с направлением вектора тяги R .

В формулах (6), (7), (11) приняты следующие обозначения:

R – тяга продуваемого профиля паруса грот, как движителя; $P_{ncp}^* = P_r^*$ – статическое давление продуваемого газового потока в среднем сечении Г-Г газодинамического тракта зоны К-С, приведенное к зоне невозмущенного потока Н; F_{ncp}^* – площадь газодинамического тракта в среднем сечении Г-Г зоны К-С, равная $t_1 \cdot l$, где t_1 – толщина газодинамического тракта в среднем сечении Г-Г, l – длина паруса грот вдоль мачты; P_c – статическое давление продуваемого газового потока в выходном сечении С-С реактивного сопла

зоны К-С; F_c – площадь газодинамического тракта в выходном сечении С-С реактивного сопла К-С, равная $t \cdot l$, где t – толщина газодинамического тракта в выходном сечении С-С реактивного сопла К-С; α – угол между направлением вектора тяги R и вектором скорости W_1 , рис. 1; η_n – полетный (тяговый) КПД продуваемого профиля паруса грот, как движителя; P – подъемная (поперечная) сила продуваемого профиля паруса грот.

Как видно из рис. 1, полетный (тяговый) КПД продуваемого профиля паруса грот зависит также от угла α , чем меньше α , тем выше КПД.

Таким образом, подъемную (поперечную) силу продуваемого профиля паруса грот, как движителя, необходимо рассматривать только как функцию от тяги, генерируемой продуваемым профилем, и угла α , а теорему о подъемной (поперечной) силе продуваемого профиля паруса грот, как движителя, можно сформулировать в следующем виде: подъемная (поперечная) сила продуваемого профиля паруса грот, как движителя на непрерывных потоках, всегда является функцией от тяги, генерируемой продуваемым профилем паруса грот, и численно равна произведению этой тяги на $\sin \alpha$.

3.4. Применение уравнения Эйлера, как контрольного варианта, для вывода формулы тяги продуваемого профиля паруса грот, как движителя

Для вывода формулы тяги продуваемого профиля паруса грот, как движителя, с помощью уравнения Эйлера необходимо обе части этого уравнения разделить на Δt с целью перехода на размерность кг или Н, после чего уравнение Эйлера преобразуется во второй закон И.Ньютона:

$$m_r \frac{\Delta V}{\Delta t} = m_r \cdot a = \sum P_i, \tag{12}$$

где m_r – секундный массовый расход газового потока через продуваемый профиль, площадь сечения этого потока в зоне невозмущенного потока Н, рис. 1, регламентируется площадью F_{Hnp} , а в зоне заторможенного потока В-С регламентируется площадью газодинамического тракта; ΔV – разница осевых скоростей продуваемого газового потока на выходе, V_2 , из трубки тока в зоне К-С и на входе, V_1 , в эту же трубку тока; Δt – время импульса внешних сил, действующих на трубку тока в зоне К-С, или время перемещения потока от сечения К-К до сечения С-С; $\frac{\Delta V}{\Delta t} = a$ – изменение ускорения продуваемого газового потока в зоне К-С; $m_r \cdot a$ – изменение силы инерции в зоне К-С; $\sum P_i$ – сумма всех остальных внешних сил, действующих на трубку тока в зоне К-С, включая силу тяги R продуваемого профиля, реакции отсоединенных потоков со стороны первичных движущих сил от изменения статического давления, вторичных динамических – инерционных сил, действующих слева на сечение К-К от зоны Н-К и справа на сечение С-С от зоны С-Н₁.

В этом случае уравнение Эйлера (12) читается только так: изменение силы инерции продуваемо-

го газового потока $m_r a$, которая является одной из внешних сил, действующих на трубку тока в зоне К-С, всегда равняется сумме всех остальных внешних сил, включая силу тяги R продуваемого профиля, а также реакции отсоединенных потоков от первичных движущих сил от изменения статических давлений, вторичных динамических – инерционных сил, действующих на сечение К-К слева от зон Н-К и на сечение С-С справа, от зоны С-Н₁, [4], с.15-16.

Запишем уравнение Эйлера (12) в векторной форме:

$$\overline{m_r a} = \overline{P_{un1}} + \overline{P_{un2}} + \overline{P_{Hcp}^* F_{Hcp}} + \overline{P_c F_c} + \overline{R} \tag{13}$$

где P_{un1} – реакция отсоединенного потока зоны Н-К от динамических-инерционных сил, которая действует на сечение К-К слева; P_{un2} – реакция отсоединенного потока зоны С-Н₁ от динамических-инерционных сил, которая действует на сечение С-С справа; R_c – тяга продуваемого профиля.

Реакции отсоединенных потоков в зоне Н-К и С-Н₁, которые действуют на сечения К-К, С-С со стороны первичных движущих сил от изменения статических давлений, всегда равняются нулю, поскольку первичные движущие силы от изменения статических давлений в зоне Н-В и В-К взаимно компенсируют друг друга, а в зоне С-Н₁ согласно закона Бойля-Мариотта $P_i F_i = const$, т.е. градиент первичных движущих сил от изменения статических давлений в реактивной струе зоны С-Н₁, при любых значениях P_c , всегда равен нулю, поэтому уравнение Эйлера (13) можно записать так:

$$\overline{P_{un1}} + \overline{m_r a} + \overline{P_{un2}} = \overline{R} + \overline{P_{Hcp}^* F_{Hcp}} + \overline{P_c F_c} \tag{14}$$

Левая часть этого уравнения является суммой динамических-инерционных сил в пределах контрольного контура Н-Н₁, которая всегда равняется нулю, тогда в модульной форме:

$$0 = -R + P_{Hcp}^* F_{Hcp} - P_c F_c, \tag{15}$$

откуда

$$R = P_{Hcp}^* F_{Hcp} - P_c F_c \tag{16}$$

Таким образом, продуваемый профиль паруса грот, или любого другого типа паруса, как движителя на непрерывных потоках, генерирует тягу, полетный (тяговый) КПД, которые рассчитываются по единым формулам тяги, полетного (тягового) КПД для всех типов движителей на непрерывных потоках, (6), (7), (9).

Согласно выведенной теореме о подъемной (поперечной) силе продуваемого профиля паруса грот, как движителя, установлено, что подъемную (поперечную) силу продуваемого профиля всегда нужно рассматривать как функцию от тяги, генерируемой продуваемым профилем, установлено, что полет-

ный (тяговый) КПД продуваемого профиля дополнительно зависит от угла α , который образуется между вектором тяги R и направлением вектора скорости W_1 , установлено также, что все продуваемые профили паруса грот, стакселя и др. относятся к движителям прямой реакции, тяга которых должна измеряться только в кГ или Н.

4. Общие выводы. Перспективы дальнейших разработок

Данная теоретическая разработка, связанная с выводом формулы тяги, полетного (тягового) КПД, теоремы о подъемной (поперечной) силе продуваемого профиля такого древнейшего движителя на непрерывных потоках, как паруса грот и др., полностью подтверждается ее практической реализацией, поскольку известно, что для того чтобы вести яхту круто к ветру под углом 25° необходимо ось симметрии корпуса яхты направить по направлению вектора тяги R , генерируемой парусом грот, например, а входную кромку продуваемого профиля паруса грот, как движителя, необходимо направить касательно к направлению встречного ветра, рис. 1.

Краткая теория паруса грот, как движителя, изложенная в данной статье, как в капле воды, отражает уже созданную единую теорию движителей на непрерывных потоках, [1], [2], [4], которая является более прогрессивной, чем современная теория воздушно-реактивных двигателей, основанная на ошибочных формулах тяги, полетного (тягового) КПД, выведенных академиком Б.С.Стечкиным в 1929г., и на такой же ошибочной теореме о подъемной силе продуваемого профиля, выведенной профессором Н.Е.Жуковским в 1912г. в его статье "Вихревая теория гребного винта", в которой Н.Е.Жуковский рассматривает вывод теоремы о подъемной силе продуваемого изолированного профиля, [3], с.53, и профиля в решетке, [3], с.55.

Правильный вывод теоремы о подъемной силе продуваемого профиля решетки приведен в [2], с.146-153, правильный вывод теоремы о подъемной силе продуваемого изолированного профиля будет приведен в очередной статье, однако и в том и в другом случае единая теория движителей на непрерывных потоках подъемную силу продуваемого профиля, вне зависимости от того находится ли этот профиль в решетке или изолирован, рассматривает только как функцию от тяги, генерируемой продуваемым профилем.

Литература

1. Мамедов, Б.Ш. Основы единой теории движителей на непрерывных потоках. Вывод формулы тяги, полетного (тягового) КПД турбореактивных двигателей [Текст] / Б.Ш.Мамедов / Восточно-Европейский журнал передовых технологий, – Харьков: изд. Технологический центр. Прикладная механика, 4/7(52), 2011, с.15–20, изд. ВАК.
2. Мамедов, Б.Ш. Глава 2. Основы единой теории движителей на непрерывных потоках. Вывод формулы тяги, полетного (тягового) КПД, теоремы о подъемной силе продуваемого профиля, как движителя [Текст] / Б.Ш.Мамедов / Вісник національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях, –Харків: НТУ "ХПІ", 2011, –№33,–с.146-153, видавництво ВАК.
3. Казанджан, П.К. Теория авиационных двигателей [Текст] / П.К. Казанджан, Н.Д.Тихонов, А.К.Янко – М.: Машиностроение, 1983,–223с.
4. Патент 35561, Україна, МПК В63Н 1/14, В63Н 1/28, В63Н 5/00. Судновий двигуно-рушійний комплекс [текст] / Б.Ш.Мамедов, –№U200805116, заявл. 21.04.2008, опубл. 25.09.2008, Бюл.№18, –26с.
5. Мордвинов, Б.Г. Справочник по малотоннажному судостроению [Текст] / Б.Г.Мордвинов / – Ленинград: "Судостроение", 1988, –576с.

Abstract

Are looked through the drawbacks of modern theory of air-jet engines, which are connected with a mistake theorem of the rising force of blowing profile, calculated by professor N.J.Gukovsky in 1912 year. According to N.J.Gukovsky the maximum pressure of blowing gase flow on the trough of blowing profile is situated there, where circulation of gase flaw ($\Gamma = t \cdot \Delta W_u$) has a maximum meaning, that is on the outlet edge on trough of blowing profile, and, correspond, zero pressure on inlet edge on trough of blowing profile, because on inlet edge $\Gamma = 0$, since $\Delta W_u = 0$. This, static pressure gradient on trough of blowing profile, according to theorem of raising force of blowing profile, calculated by professor N.J.Gukovsky in 1912 year is directed against blowing gase flaw, what is in a straight contradiction with an experiment data just of the same modern theory of air-jet engines, which declare, that maximum pressure of blowing gase flaw on trough of blowing profile is in zone of inlet edge of blowing profile, and this maximum pressure is gradually lowered while blowing gase flaw movement to outlet edge of blowing profile, regulation thus, static pressure gradient, directed by the flaw, [3], p.68, pic.3.3

Keywords: blowing profile, kinematical analyse, the thrust of blowing profile