

УДК 629.7.036.001

Б. Ш. МАМЕДОВ, П. К. ШТАНЬКО**ОСНОВЫ ЕДИНОЙ ТЕОРИИ ДВИЖИТЕЛЕЙ НА НЕПРЕРЫВНЫХ ПОТОКАХ. ВЫВОД ФОРМУЛЫ ТЯГИ И ПОЛЕТНОГО (ТЯГОВОГО) КПД ТРУБКИ ТОКА, НАПРИМЕР, ПОЛИВНОГО ШЛАНГА, КАК ДВИЖИТЕЛЯ**

В данной статье рассматриваются недостатки современной теории воздушно-реактивных двигателей, у которой все ее фундаментальные основы, к которым относятся термодинамический цикл турбореактивных двигателей в координатах P-V, T-S, формулы тяги и полетного (тягового) КПД, теорема о подъемной силе продуваемого профиля, являются ошибочными, что приводит к неточному описанию принципа работы турбореактивных двигателей, физических процессов, имеющих место при работе последних, неточному проектированию, связанному с наличием в турбореактивных двигателях порядка семи конструктивных ошибок, что приводит к задержке технического прогресса в области авиационного строительства, так как существующая формула тяги, $R = G_c C_c$, не работает, поскольку завышает тягу более чем на 300 % по сравнению с реальной тягой.

Ключевые слова: формула тяги, полетного (тягового) КПД трубки тока

Введение. Современная теория воздушно-реактивных двигателей (ВРД) базируется на фундаментальной формуле тяги

$$R = G_c (C_c - V_n) + (P_c - P_n) F_c, \quad (1)$$

которая при $P_c = P_n$ преобразуется в формулу тяги

$$R = G_c (C_c - V_n), \quad (2)$$

которая при $V_n = 0$ преобразуется в формулу тяги

$$R = G_c C_c, \quad (3)$$

и полетном (тяговом) КПД

$$\eta_n = \frac{2}{1 + \frac{C_c}{V_n}} \times 100\%, \quad [1] \quad (4)$$

где R – импульс силы тяги по одному из контуров; G_c – массовый секундный расход газового потока по одному из контуров; C_c – относительная осевая скорость газового потока в выходном сечении С-С реактивного сопла одного из контуров; P_n – статическое давление окружающей среды; V_n – скорость полета, переносная скорость; P_c – статическое давление в выходном сечении С-С реактивного сопла одного из контуров; F_c – площадь выходного сечения С-С реактивного сопла одного из контуров; η_n – полетный (тяговый) КПД по одному из контуров

Исходя из вышеизложенного, перед уже разработанной «Единой теорией двигателей на непрерывных потоках», [2], стояла проблема:

На примере расчета тяги и полетного (тягового) КПД турбореактивного двухконтурного двигателя (ТРДД) Д-436ТП показать и доказать, что фундаментальные формулы (1) – (4) современной теории воздушно-реактивных двигателей не работают и являются глубоко ошибочными, а значит, не могут являться фундаментальными.

Критика формул тяги и полетного (тягового) КПД современной теории воздушно-реактивных двигателей. Формулы тяги и полетного (тягового) КПД современной теории ВРД не соответствуют экспериментальным данным той же самой современной

теории ВРД и требованиям науки, например:

1. Анализ формулы тяги (1) показывает, что к слагаемой части $G_c (C_c - V_n)$, которая является импульсом силы тяги с размерностью кГ·с, прибавляется второе слагаемое $(P_c - P_n) F_c$ с размерностью кГ. Такая смесь размерностей в одном выражении в науке не допускается.

2. Согласно формулы тяги (1) при $P_c > P_n$, т.е. при недорасширенных газовых потоках, тяга двигателя увеличивается. Экспериментальная часть современной теории ВРД этого не подтверждает, наоборот, она устанавливает, что при $P_c > P_n$ тяга любого ВРД, РД уменьшается, [1, при $P_{c.p.} > P_{c.pасч.}$].

3. Согласно формулы тяги (1) увеличение F_c при $P_c > P_n$ приводит к существенному увеличению тяги ВРД. Экспериментальная часть современной теории ВРД этого не подтверждает, наоборот, она устанавливает, что при $P_c > P_n$, увеличение F_c всегда приводит к уменьшению тяги любого ВРД, см. там же.

4. При $P_c = P_n$, формула тяги (1) преобразуется в формулу (2), согласно которой увеличение $V_n M_n$ (где M_n – условное обозначение скорости звука в воздухе) всегда приводит к уменьшению тяги любого ВРД, а при $C_c = V_n$ тяга любого ВРД равняется нулю. Экспериментальная часть современной теории ВРД этого не подтверждает, наоборот, она устанавливает, что при увеличении $V_n M_n$ тяга любого ВРД увеличивается и при $V_n M_n \in C_c$ в несколько раз превышает тягу ТРД при $V_n = 0$, [1].

5. При $P_c = P_n$, $V_n = 0$ формула тяги (1) преобразуется в формулу тяги (3), согласно которой расчет тяги любого ВРД завышается более чем на 300% по сравнению с реальной тягой.

6. Согласно формулы полетного (тягового) КПД (4) при $V_n = C_c$ полетный (тяговый) КПД любого ВРД достигает 100 %, а при $V_n > C_c$ полетный (тяговый) КПД превышает 100 %, что является полным нарушением Закона сохранения энергии, поскольку ни в при

роде, ни в технике не существует такого КПД.

Проведем расчет тяги по первому и второму контуру ТРДД Д-436ТП по формуле (3):

$$R_{Ic} = (G C)_{Ic} = 6,6 \cdot 946 = 6250 \text{ кг} \cdot \text{с}, \quad (5)$$

$$R_{II} = (G_c C_c)_{II} = 32,5 \cdot 188 = 6140 \text{ кг} \cdot \text{с}, \quad (6)$$

$$R = R_I + R_{II} = 6250 + 6140 = 12390 \text{ кг} \cdot \text{с}. \quad (7)$$

Реальная тяга по первому контуру ТРДД Д-436ТП составляет 5650 кг·с, а по второму контуру 2000 кг·с, общая тяга на расчетном режиме равна 7650 кг·с [3].

Вывод: формулы тяги, полетного (тягового) КПД (1) –(4) являются ошибочными, поскольку формула полетного (тягового) КПД (4) выдает КПД второго контура свыше 100 %, а формулы (1) –(3) не выполняют третий Закон И. Ньютона – сила действия всегда равна силе противодействия, и почти в два раза превышают тягу ТРДД Д-436ТП ($R=12390$ кг вместо $R=7650$ кг), и не могут быть применимы ни в теории, ни в термодинамическом расчете ТРД по математической модели нулевого, первого и второго уровня, у которых тяга двигателя не рассчитывается по формулам (1) –(3), а принимается равной лобовому сопротивлению самолета при расчетной скорости полета, что является неточным. Конструкторам, которые рассчитывают ТРД, это давно известно, но для поддержания престижа отечественной теории ВРД, в основу которой заложены ошибочные фундаментальные формулы тяги и полетного (тягового) КПД (1) –(4), преподавателям авиационных вузов выдают заниженный расход газового потока по первому и второму контуру ТРДД с тем, чтобы произведение $G C_c$ равнялось бы тяге ТРДД по соответствующему контуру, например, для ТРДД Д-436ТП расход газа по первому контуру выдают равным 58 кг/с (вместо реальных 66 кг/с), а расход газа по второму контуру выдают 105 кг/с (вместо реальных 325 кг/с), что является сильнейшим тормозом на пути технического прогресса в области авиационного двигателестроения, поскольку скорость газового потока никогда не генерирует тягу в любом двигателе на непрерывных потоках [4–7].

Постановка цели (задания). Согласно «Единой теории движителей на непрерывных потоках» [2], показать и доказать, что выведенные на ее основе формулы тяги и полетного (тягового) КПД для любой трубки тока, например, поливочного шланга, полностью применимы для точного расчета силы тяги и полетного (тягового) КПД ТРДД Д-436ТП и являются единственными для всех типов движителей на непрерывных потоках, включая любые ТРД и ракетные двигатели [8–10].

Вывод формулы тяги и полетного (тягового) КПД трубки тока, например, поливочного шланга, как движителя. Вывод формулы тяги и полетного (тягового) КПД любой трубки тока, например, поливочного шланга, как движителя, проводится впервые.

Выбор контрольного контура. В качестве контрольного контура выбираем зону Н-Н₁ рис. 1, где Н – сфероидная зона невозмущенного водно-газового потока, рис. 1, поз.2, которая расположена внутри маги-

стрального трубопровода 1, символизирует собой начало ускоренного движения частиц водно-газового потока, при этом необходимо отметить, что при малейшем движении потока воды, вызванным наличием градиента статических давлений, направленного по потоку, из воды начинают выделяться пузырьки растворенного в ней газа, образуется водно-газовый поток, который полностью подчиняется всем законам механики истечения жидкостей и газов; Н₁ – зона невозмущенного потока, конец ускоренного движения частиц водно-газового потока.

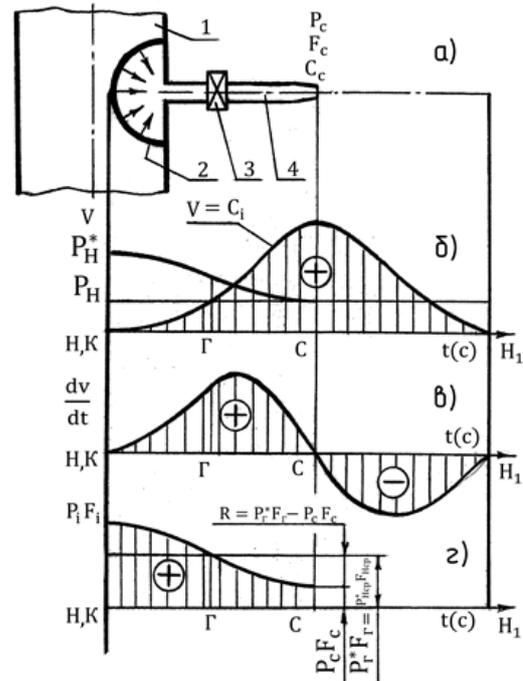


Рис. 1 – Кинематический и силовой анализ движения водно-газового потока в пределах контрольного контура Н-Н₁ для вывода формулы тяги и полетного (тягового) КПД трубки тока, например, поливочного шланга, как движителя

Для введения в соответствие с зонами контрольного контура других движителей на непрерывных потоках, например с ТРД, [2, зона К-С], считаем, что сечение зоны невозмущенного потока Н-Н совпадает с сечением К-К, зоной максимального сжатия водно-газового потока в водопроводной магистрали, рис. 1, поз. 1. Таким образом, в рассматриваемой трубке тока (поливочном шланге), как и в ракетном двигателе, [2], имеют место только две зоны контрольного контура Н-Н₁: К-С – зона ускоряемого водно-газового потока, в которой генерируется тяга трубки тока (поливочного шланга), рис. 1, поз.4; С-Н₁ – зона выходящей струи.

Кинематический анализ характера изменения статических давлений, осевых скоростей, ускорений (вторичных движущих динамических – инерционных сил) и первичных движущих сил. Основой для вывода формул тяги и полетного (тягового) КПД трубки тока (поливочного шланга) является кинематический анализ характера изменения статических давлений, осевых скоростей, ускорений (динамических – инерционных сил), первичных движущих сил от изменения статических давлений водно-газового потока в пределах контрольного контура Н-Н₁.

Контрольным вариантом для вывода формулы тяги трубки тока является правильное применение уравнения Эйлера.

На рис. 1 приводятся: 1 – водопроводная магистраль; 2 – сфероидная зона невозмущенного потока Н, которая, как и в ракетных двигателях, [2], совпадает с сечением К-К, зоной максимального сжатия водно-газового потока в водопроводной магистрали 1; 3 – кран водопроводный; 4 – трубка тока (поливной шланг) зоны К-С; а – контрольный контур для вывода формул тяги и полетного (тягового) КПД трубки тока зоны К-С; б – характер изменения статических давлений, осевых скоростей водно-газового потока в пределах контрольного контура Н-Н₁; в – кинематический анализ характера изменения осевых ускорений – вторичных движущих динамических – инерционных сил на основе графического дифференцирования графика изменения осевых скоростей водно-газового потока в пределах контрольного контура Н-Н₁; г – кинематический анализ характера изменения первичных движущих сил от изменения статических давлений водно-газового потока в пределах контрольного контура Н-Н₁.

Кинематический анализ показывает, рис. 1, в, что скорость водно-газового потока в выходном сечении С-С реактивного сопла К-С никогда не создает тягу, поскольку общая сумма вторичных движущих динамических – инерционных сил в пределах контрольного контура Н-Н₁ всегда равна нулю, расчет тяги ТРДД Д-436ТП по формуле $R = G_{c,c}$, (3), тому подтверждение. В зоне выходящей струи С-Н₁ градиент первичных движущих сил от изменения статических давлений водно-газового потока всегда равняется нулю, поскольку в выходящей струе, согласно закона Бойля-Мариотта, $P_1 F_1 = const$, водно-газовый поток движется только под действием инерционных сил.

Таким образом, кинематический анализ показывает, что нескомпенсированной зоной первичных движущих сил от изменения статических давлений водно-газового потока, в которой генерируется тяга трубки тока (поливного шланга), является зона реактивного сопла К-С – зона ускорения водно-газового потока под действием градиента первичных движущих сил. Площадь геометрической фигуры, заключенной между кривой и осью абсцисс, рис. 1, г, заштрихованная зона, представляет собой подведенную к водно-газовому потоку работу первичных движущих сил от изменения статических давлений. Заменяем площадь геометрической фигуры площадью прямоугольника со сторонами $P_2^* F_2$, КС.

Таким образом, подведенная к водно-газовому потоку работа равна

$$A_n = P_2^* F_2 \cdot KC, \quad (\text{кГ} \cdot \text{м}), \quad (8)$$

где $P_2^* = P_{иср}^*$ – среднее статическое давление заторможенного водно-газового потока в среднем сечении Г-Г трубки тока, рис.1г; $F_2 = F_{иср}$ – площадь водно-газового тракта в среднем сечении Г-Г; КС – длина зоны реактивного сопла К-С. Подведенная магистральным давлением к водно-газовому потоку работа

A_n , формула (8), затрачивается на преодоление работы силы сопротивления

$$A_{cc} = P_c F_c \cdot KC, \quad (\text{кГ} \cdot \text{м}), \quad (9)$$

и на преодоление работы силы тяги R:

$$A_R = R \cdot KC, \quad (\text{кГ} \cdot \text{м}). \quad (10)$$

Таким образом, можно записать:

$$A_n = A_{cc} + A_R, \quad (11)$$

откуда тяга, генерируемая трубкой тока (поливным шлангом) зоны К-С, рис. 1, поз. 4, определяется формулой

$$R = P_{иср}^* F_2 - P_c F_c = P_2^* F_2 - P_c F_c, \quad (12)$$

где $P_{иср}^* = P_2^*$ – статическое давление заторможенного потока в сечении Г-Г, для ТРД это сечение совпадает со входом в первый сопловой аппарат турбины; $P_2^* F_2$ – средняя первичная движущая сила от изменения статического давления заторможенного водно-газового потока в сечении Г-Г зоны К-С; $P_c F_c$ – сила сопротивления в выходном сечении С-С реактивного сопла К-С.

Таким образом, тяга трубки тока (поливного шланга) или любого другого движителя на непрерывных потоках, включая турбореактивные и ракетные двигатели, представляет собой разность между средней первичной движущей силой в сечении Г-Г ($P_2^* F_2$) и силой сопротивления $P_c F_c$.

Полетный (тяговый) КПД трубки тока (поливного шланга) определяется из формулы

$$\eta_n = \frac{A_R}{A_n}, \quad (13)$$

откуда

$$\eta_n = \left(1 - \frac{P_c F_c}{P_2^* F_2} \right) \cdot 100\%. \quad (14)$$

Решение поставленной цели (задания). Уже разработанная «Единая теория движителей на непрерывных потоках», [2], утверждает, что формулы тяги и полетного (тягового) КПД, разработанные для трубки тока (поливного шланга), формулы (12), (14), могут быть применены для точного расчета тяги и полетного (тягового) КПД, например, ТРДД Д-436ТП. Технические данные ТРДД Д-436ТП приводятся в [3].

$$R = P_2^* F_2 - P_c F_c = P_2^* F_2 - (P_c F_c)_I - (P_c F_c)_{II}, \quad (15)$$

где $(P_c F_c)_I$ – сила сопротивления в выходном сечении С-С реактивного сопла первого контура; $(P_c F_c)_{II}$ – сила сопротивления в выходном сечении С-С реактивного сопла второго контура; $P_2^* F_2$ – первичная движущая сила на входе в первый сопловой аппарат турбины; P_2^*, F_2 – соответственно давление заторможенного потока и площадь газодинамического тракта на входе в первый соловой аппарат турбины.

$$R = P_2^* F_2 - (P_c F_c)_I - (P_c F_c)_{II} = 24960 - 4960 - 12350 = 7650 \text{ кГ} \quad (16)$$

$$\eta_n = \left[1 - \frac{(P_c F_c)_I + (P_c F_c)_{II}}{P_c^* F_c} \right] \cdot 100\% =$$

$$= \left[1 - \frac{4960 + 12350}{24960} \right] \cdot 100\% = 30\% \quad (17)$$

Таким образом, выведенные формулы тяги и полетного (тягового) КПД, (12), (14), для трубки тока (поливного шланга) являются единичными для всех типов двигателей на непрерывных потоках, включая турбореактивные и ракетные двигатели.

Дополнительно формулы тяги (12) и полетного (тягового) КПД (14) являются фундаментальными основами «Единой теории двигателей на непрерывных потоках», по которым рассчитываются и проектируются любые воздушно-реактивные двигатели.

Применение уравнения Эйлера, как контрольного варианта, для вывода формулы тяги любой трубки тока, например, поливного шланга, как двигателя на непрерывных потоках. Для вывода формулы тяги любой трубки тока, например, поливного шланга, как двигателя на непрерывных потоках, 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:

$$m_c \frac{\Delta V}{\Delta t} = m_c \cdot a = \sum P_i, \quad (18)$$

где m_c – секундный массовый расход водно-газового потока через трубку тока в зоне К-С, рис.1; ΔV – разница осевой скорости водно-газового потока на выходе, V_2 , (сечение С-С) и на входе, V_1 (сечение К-К) в трубку тока в зоне К-С, V_1 для рассматриваемой трубки тока равна нулю; Δt – время импульса внешних сил, действующих на трубку тока в зоне К-С, или время перемещения потока от сечения 1(К-К) до сечения 2(С-С); $\frac{\Delta V}{\Delta t} = a$ – изменение ускорения водно-газового потока в рассматриваемой трубке тока в зоне К-С; $m_c \cdot a$ – изменение силы инерции водно-газового потока в зоне К-С, которая является одной из внешних сил, действующих на трубку тока в зоне К-С; $\sum P_i$ – сумма всех остальных внешних сил, включая силу тяги R трубки тока в зоне К-С, реакции отсоединенных потоков, которые действуют на сечения К-К и С-С зоны К-С.

В этом случае уравнение Эйлера (18) читается только так: Изменение силы инерции водно-газового потока $m_c a$, которая является одной из внешних сил, действующих на трубку тока в зоне К-С, всегда равняется сумме всех остальных внешних сил: первичных движущих сил от изменения статических давлений $P_c^* F_c$, силы сопротивления $P_c F_c$, силы тяги R рассматриваемой трубки тока в зоне К-С, а также реакций отсоединенных потоков от первичных движущих сил от изменения статических давлений водно-газового потока и вторичных динамических – инерционных сил, действующих на сечения К –К слева от зоны водной магистрали и на сечение С-С справа, от зоны выходящей струи С-Н₁, при этом, согласно ки-

нематического анализа, представленного на рис.1в, необходимо иметь в виду, что в пределах контрольного контура К-Н₁ сумма динамических-инерционных сил водно-газового потока всегда равна нулю, поскольку в зонах К-С и С-Н₁ эти силы имеют противоположное направление.

Анализ реакций отсоединенных потоков, действующих в качестве внешних сил на сечения К-К и С-С со стороны первичных движущих сил от изменения статических давлений водно-газового потока и вторичных динамических – инерционных движущих сил. В науке существует неизбывное правило: если при рассмотрении равновесия всех внешних сил, действующих на рассматриваемую трубку тока в зоне К-С, отсоединяется выходящая струя С-Н₁ контрольного контура К-Н₁, то будьте добры, к сечению С-С приложите ее реакцию от соответствующих внешних сил.

В выходящей струе С-Н₁ при любых значениях P_c ($P_c = P_n, P_c > P_n, P_c < P_n$), согласно Закона Бойля-Мариотта, $P_i F_i = const$, т.е. первичные движущие силы от изменения статических давлений водно-газового потока в зоне С-Н₁ не дают градиента этих сил, следовательно их реакция на сечение С-С равна нулю, тоже и на сечение К-К, рис. 1, г.

Вторичные динамические – инерционные силы, действующие в выходящей струе С-Н₁ генерируют градиент этих сил, рис.1в, следовательно их реакция на сечение С-С равна $P_{ин1}$, которая по модулю всегда равна $m_c \cdot a$. На сечение К-К реакция вторичных движущих динамических – инерционных сил со стороны отсоединенной водной магистрали всегда равна нулю.

Запишем уравнение Эйлера (18) в векторной форме:

$$\overline{m_c \dot{a}} = \overline{P_{ин1}} + \overline{F_{Исп}^*} - \overline{P_{Исп} F} - \overline{R_c} + \overline{}, \quad (19)$$

где $P_{ин1}$ – реакция отсоединенного потока выходящей струи С-Н₁ от динамических – инерционных движущих сил, действующих на сечение С-С справа.

Реакция отсоединенного потока выходящей струи С-Н₁ со стороны первичных движущих сил от изменения статических давлений водно-газового потока всегда равна нулю, поскольку отсутствует градиент этих сил, тоже и на сечение К-К, рис. 1, г, поэтому уравнение Эйлера (19) можно записать как:

$$\overline{m_c \dot{a}} + \overline{P_{ин1}} - \overline{P_c^* F} - \overline{P_c F} - \overline{R_c} + \overline{} = \overline{}. \quad (20)$$

Левая часть этого уравнения является суммой динамических – инерционных движущих сил в пределах контрольного контура К-Н₁, рис. 1, в, которая всегда равняется нулю, тогда в модульной форме:

$$0 = P_c^* F - P_c F - R_c - , \quad (21)$$

Откуда

$$R = P_c^* F - P_c F - . \quad (22)$$

Вывод: уравнение Эйлера – это видоизмененная форма второго закона И. Ньютона, гений которого не мог превзойти даже Эйлер – великий швейцарский, немецкий и российский математик, который, благодаря своей гениальной интерпретации второго закона И. Ньютона, внес неоценимый вклад в становление прогрессивной теории воздушно-реактивных двигателей

– «Единой теории двигателей на непрерывных потоках» [2].

Общие выводы, перспективы дальнейших разработок. Таким образом, выведенные на основе кинематического анализа, как основного варианта, и на основе правильного понимания и применения уравнения Эйлера, как дополнительного варианта, фундаментальные формулы тяги и полетного (тягового) КПД, (12), (14), любой трубки тока, например, поливного шланга, полностью соответствуют экспериментальной части современной теории воздушно-реактивных двигателей и применимы для точного расчета тяги и полетного (тягового) КПД турбореактивного двигателя, например, ТРДД Д-436ТП, и дают принципиально новое техническое мышление о процессе генерирования тяги всеми двигателями на непрерывных потоках, предоставляют возможность очень просто разбираться и объяснять любые физические процессы, имеющие место при работе любого двигателя на непрерывных потоках, включая ТРД, РД, что существенно упрощает методику расчета любого ТРД, ТРДД, ТРДФ, РД и других двигателей путем введения точных исходных данных по R , $P_c^* F_c$, $P_c F_c$, T_c^* с целью определения самой основной характеристики ВРД – расхода газового потока.

Безо всякого сомнения, некорректные фундаментальные формулы тяги, (1) – (3), и полетного (тягового) КПД, (4), заложенные в основу современной теории ТРД, повлекли за собой ошибочное описание принципа работы и многих физических процессов, имеющих место при работе ВРД, что приводит к неточному проектированию современных турбореактивных двигателей с очень низкими экологическими (большой расход топлива, высокая децибельная характеристика) и технико-экономическими показателями (большие габариты, низкая тяга, низкая газодинамическая устойчивость работы, нетехнологичность и пр.).

Поэтому перспектива дальнейших разработок будет связана, в первую очередь, с правильным описанием такого сложнейшего теоретического и физического понятия, как процесс сжатия газового потока в компрессорах КНД, КСД, КВД любых ВРД, следующей разработкой будет термодинамический расчет турбореактивных двигателей согласно «Единой теории двигателей на непрерывных потоках» [2].

Список литературы: 1. Теория и расчет воздушно-реактивных двигателей [Текст]: учеб. для вузов / Мин-во общ. и проф. образования Рос. Федерации; под ред. С. М. Шляхтенко. – М.: Машиностроение, 1987. – 568 с. 2. Мамедов, Б. Ш. Единая теория двигателей на непрерывных потоках [Текст]: моногр. / Б. Ш. Мамедов: Запорожский национальный технический университет. Х.: Технологический центр, 2013. – 296 с. 3. Гражданская авиация России [Текст]: М.: "Военный парад", 2004. – 336 с. 4. Мамедов, Б. Ш. Единая теория двигателей. Причины генерирования неустойчивой ра-

боты турбореактивных двигателей при взлете в условиях жаркого климата [Текст] / Б. Ш. Мамедов // Авиационно-космическая техника и технология: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е.Жуковского «ХАИ». – 2014. – Вып.9/116. – С. 56–62. 5. Мамедов, Б. Ш. Пат. 86788, Украина, МПК F02K 1/00, F02K 3/00, F02C 7/00. Турбореактивный двоконтурный двигатель [Текст] / Б. Ш. Мамедов. – Заявник та патентовласник Запорізький нац. техн. ун-т. – №U200607941; заявл. 14.07.2006; опубл. 25.05.2009, Бюл.№10. – 24 с. 6. Мамедов, Б. Ш. Патент 46407, Украина, МПК F04D 27/00, F02K 1/00, F02K 3/00, F02C 7/00. Спосіб підвищення газодинамічної стійкості роботи повітря-реактивних двигунів [Текст] / Б. Ш. Мамедов. – Заявник та патентовласник Запорізький нац. техн. ун-т. – №U200905152; заявл. 25.05.2009; опубл. 25.12.2009, Бюл.№24. – 26 с. 7. Мамедов, Б. Ш. Патент 66619, Украина, МПК F02K 1/00, F02K 3/08, F02K 7/00, F02K 3/11 Турбореактивный двоконтурный двигатель [Текст] / Б. Ш. Мамедов. – №U201107779; заявл. 20.06.2011; опубл. 10.01.2012, Бюл.№1. – 12 с. 8. Мамедов, Б. Ш. Единая теория двигателей. Новое назначение и принцип работы "нулевой" ступени компрессора низкого давления [Текст] / Б. Ш. Мамедов // Авиационно-космическая техника и технология: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». – 2014. – Вып. 8/115. – С. 55–60. 9. Мамедов, Б. Ш. Патент 66620, Украина, МПК F02C 7/04, F04D 27/02, F02K 1/00, F02K 3/00. Турбореактивный двоконтурный двигатель [Текст] / Б. Ш. Мамедов. – № U201107780, заявл. 20.06.2011, опубл. 10.01.2012, Бюл.№1, – 12 с. 10. Мамедов, Б. Ш. Сравнительный анализ расчета тяги и полетного (тягового) КПД турбореактивных двухконтурных двигателей и Единой теории двигателей на непрерывных потоках [Текст] / Б. Ш. Мамедов, П. К. Штанько // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, сб.наук.тр. – О.: Госуниверситет УНПК. – 2015. – №24(312). – С. 63–69.

Bibliography (transliterated): 1. Teoriya i raschet vozdušno-reaktivnykh dvigatelej: ucheb. dlya vuzov. (1987). Min-vo obshh. i prof. obrazovaniya Ros. Federacii; pod red. S. M. Shlyaxtenko. Moscow: Mashinostroenie, 568. 2. Mamedov, B. Sh. (2013). Edinaya teoriya dvizhitelej na nepreryvnykh potokakh [Текст]: monogr.: Zaporozhskij nacionalnyj texnicheskij universitet. Kharkov: Technologicheskij centr, 296. 3. Grazhdanskaya aviacija Rossii: Moscow: "Voennyj parad", 2004. 336. 4. Mamedov, B. Sh. (2014). Edinaya teoriya dvizhitelej. Prichiny generirovaniya neustojchivoj raboty turboreaktivnykh dvigatelej pri vzlete v usloviyah zharkogo klimata. Aviacionno-kosmicheskaya texnika i texnologiya: sb. nauch. tr. Nac. aerokosm. un-ta im. N.E.Zhukovskogo «ХАИ», Vyp. 9/116, 56–62. 5. Mamedov, B. Sh. (2009). Pat. 86788, Ukraina, MPK F02K 1/00, F02K 3/00, F02C 7/00. Turboreaktivnij dvokonturnij dvigun. Zayavnik ta patentovlasnik Zaporizkij nac. texn. un-t. №U200607941; zayavl. 14.07.2006; opubl. 25.05.2009, Byul.№10, 24. 6. Mamedov, B. Sh. (2009). Patent 46407, Ukraina, MPK F04D 27/00, F02K 1/00, F02K 3/00, F02C 7/00. Sposib pidvishhennya gazodinamichnoї stijkosti roboti povitrya-reaktivnix dviguniv. Zayavnik ta patentovlasnik Zaporizkij nac. texn. un-t. №U200905152; zayavl. 25.05.2009; opubl. 25.12.2009, Byul.№24, 26. 7. Mamedov, B. Sh. Patent 66619, Ukraina, MPK F02K 1/00, F02K 3/08, F02K 7/00, F02K 3/11 Turboreaktivnij dvokonturnij dvigun. №U201107779; zayavl. 20.06.2011; opubl. 10.01.2012, Byul.№1, 12. 8. Mamedov, B. Sh. (2014). Edinaya teoriya dvizhitelej. Novoe naznachenie i princip raboty "nulevoj" stupeni kompressora nizkogo davleniya. Aviacionno-kosmicheskaya texnika i texnologiya: sb. nauch. tr. Nac. aerokosm. un-ta im. N. E. Zhukovskogo «ХАИ», Vyp. 8/115, 55–60. 9. Mamedov, B. Sh. (2011). Patent 66620, Ukraina, MPK F02S 7/04, F04D 27/02, F02K 1/00, F02K 3/00. Turboreaktivnij dvokonturnij dvigun. № U201107780, zayavl. 20.06.2011, opubl. 10.01.2012, Byul.№1, 12. 10. Mamedov, B. Sh., Shtanko, P. K. (2015). Sravnitelnyj analiz rascheta tyagi i poletnogo (tyagovogo) KPD turboreaktivnyx dvukonturnyx dvigatelej i Edinoj teorii dvizhitelej na nepreryvnyx potokax. Fundamentalnye i prikladnye problemy texniki i texnologii, sb.nauk.tr. O.: Gosuniversitet UNPK, №24(312), 63–69.

Поступила (received) 20.12.2015

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Мамедов Борис Шамшидович – кандидат технических наук, доцент, Запорожский национальный технический университет, Кафедра «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика», ул. Жуковского, 64, г. Запорожье, Украина, 69063.

Штанько Петр Константинович – кандидат технических наук, доцент, Запорожский национальный технический университет, Кафедра «Механика», ул. Жуковского, 64, г. Запорожье, Украина, 69063.