



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский государственный
технический университет имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1
тел. +7 (499) 263-63-91, факс +7 (499) 267-48-44
bmstu.ru bauman@bmstu.ru
ОГРН 1027739051779
ИНН 7701002520 КПП 770101001

14.02.2025 № 01.04-08/5965

На № _____ от _____

Председателю диссертационного
совета 24.2.327.06
на базе Московского авиационного
института

доктору технических наук,
профессору

Ю.А. Равиковичу

125993, Москва, Волоколамское
шоссе, д. 4

О направлении отзыва ведущей
организации

Уважаемый Юрий Александрович!

Направляю Вам отзыв ведущей организации по диссертации Асланова
Асвара Раминовича на тему: «Модель нестационарных процессов топливных
систем авиационных двигателей», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 1.3.14. – «Теплофизика и
теоретическая теплотехника».

Приложение: Отзыв ведущей организации на 7 л. в 2-х экз.

С уважением,

Проректор по науке и
цифровому развитию

П. А. Дроговоз

Чирков Алексей Юрьевич
17-79, (903) 572-49-09

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке
и цифровому развитию
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Московский государственный
технический университет имени Н.Э.
Баумана (национальный
исследовательский университет)»

П.А.Дроговоз

ОТЗЫВ

ведущей организации

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)
на диссертационную работу Асланова Асвара Раминовича
«Модель нестационарных процессов топливных систем авиационных
двигателей», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 1.3.14. – «Теплофизика и теоретическая
теплотехника»

Диссертация Асланова Асвара Раминовича посвящена созданию
моделей учета влияния нестационарных гидродинамических процессов в
топливных системах авиационных двигателей перспективных летательных
аппаратов, а также математической модели теплового состояния топливных
баков и гидродинамики течения топлива в каналах.

Актуальность избранной темы. При создании новых авиационных
двигателей, работающих на криогенных топливах, к топливным системам
предъявляются дополнительные требования, которые связаны с особенностями

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

27.02.2025

физических свойств топлив. Жидкие криогенные топлива особенно чувствительны к нерасчётному изменению гидродинамических параметров в системах подачи топлива. Например, переход с одного уровня тяги двигателя на другой приведет к существенному изменению расхода топлива, а такие процессы являются гидродинамически нестационарными. В свою очередь гидродинамическая нестационарность приводит к существенным изменениям структуры потока, которая влияет на изменение коэффициентов теплоотдачи и гидравлического сопротивления.

Проблема нестационарных течений для авиационных двигателей, использующих перспективное топливо метанол представляет собой актуальную задачу. Как при взлете самолета и переходе режима с малого газа на взлетный, так и при посадке и активации реверса тяги, требуется увеличение расхода топлива до 10 раз и более в течение нескольких секунд. Неучет нестационарных процессов может привести к выходу двигателя на нерасчетный режим вплоть до его остановки. Таким образом, возникает задача создания модели нестационарных процессов в криогенной топливной системе и модели влияния гидродинамической нестационарности на гидродинамику течения перспективного топлива.

Целью работы Асланова Асвара Раминовича является создание моделей учета влияния нестационарных гидродинамических процессов в топливных системах перспективных летательных аппаратов в условиях малой неизотермичности, а также математической модели теплового состояния топливных баков и гидродинамики течения топлива в каналах. Решаемые автором задачи включали: анализ и обобщение экспериментальных и теоретических данных по гидродинамике и теплообмену нестационарных течений капельных жидкостей в каналах, разработку математической модели для расчета теплофизических свойств криогенных топлив, разработку математической модели для расчета теплового состояния криогенных топливных баков различных конфигураций, верификацию математической модели гидродинамически нестационарных процессов в каналах по имеющимся

опытных данным для капельных жидкостей, разработку математической модели для расчета теплогидравлически нестационарных течений в криогенных магистралях.

Новизна, теоретическая и практическая значимости результатов диссертации и рекомендации по их использованию.

Новизна работы Асланова Асвара Раминовича состоит в следующем.

1. Показан эффект нестационарного воздействия при ускорении жидкости в канале.
2. Выявлено существенное влияние физических свойств жидкости на гидродинамически нестационарный эффект.
3. Разработана математическая модель влияния нестационарного воздействия при течении жидкого метана в каналах топливной системы летательного аппарата.

Теоретическая значимость работы состоит в разработке математической модели тепло-гидравлического состояния криогенной топливной системы, в разработке математической модели для расчета теплофизических свойств криогенных топлив, в создании математической модели течения жидкого метана в гидродинамически нестационарных условиях, в расчете критерия, влияющего на кавитационный запас топливного насоса в нестационарных условиях.

Практическая значимость работы заключается в разработке математической модели расчета теплового состояния криогенных топливных баков различных конфигураций; в разработке математической модели расчета критерия, влияющего на кавитационный запас топливного насоса в нестационарных условиях.

Результаты исследований Асланова Асвара Раминовича могут иметь практическую ценность для предприятий и организаций, занимающихся разработкой и эксплуатацией авиационных и наземных газотурбинных установок, работающих на криогенных видах топлива.

Достоверность результатов и степень обоснованности научных положений, выводов и заключений, выносимых на защиту, подтверждается корректным использованием математических средств моделирования, сравнением полученных результатов с аналогичными результатами других авторов. Предложенные в работе решения прошли апробацию в численных экспериментах по влиянию гидродинамической нестационарности на гидродинамику течения. Полученные результаты показали качественное и количественное совпадение с экспериментальными данными по гидродинамике на газообразном носителе.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом, замечания по оформлению. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы из 52 наименований. Общий объем диссертации составляет 117 страниц, 58 рисунков и 2 таблиц. Существенные замечания по оформлению отсутствуют.

Введение представляет актуальность исследования, цели и задачи работы, раскрывает научную и практическую значимость исследования, а также основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена обоснованию целесообразности использования альтернативных видов топлива и выбору конкретного топлива для дальнейшего исследования, а также рассмотрению моделей турбулентности для моделирования течения жидких теплоносителей.

Во второй главе диссертации описаны подходы к расчету нестационарных процессов. В качестве определяющего выбран подход, описывающий отличие коэффициента гидравлического сопротивления от своего квазистационарного аналога. Под квазистационарным коэффициентом гидравлического сопротивления понимается величина, рассчитанная при том же расходе движущейся среды. Такой же подход используется при анализе влияния гидродинамически нестационарного воздействия на теплоотдачу.

После анализа различных моделей турбулентности, основанных на осреднении Рейнольдса (RANS) и сравнения с экспериментальными данными,

автором было установлено, что наиболее близкие результаты с экспериментом показывает модель Менстера.

В третьей главе приводится описание метановой топливной системы, в состав которой входят криогенный топливный бак, трубопроводы подачи криогенных жидкостей, запорная и регулировочная арматура, турбонасосный агрегат и теплообменный аппарат. Автором установлено, что максимальное влияние нестационарных эффектов будет в топливных магистралях в момент максимального ускорения потока топлива, т.е. на взлетном участке полетного цикла и при посадке во время включения реверса тяги. Рассмотрены варианты различных конфигураций топливных баков: бак в форме сферы; бак в форме цилиндра с плоскими торцами; бак в форме параллелепипеда и бак гибридный. Приводится общая схема расчета нестационарных процессов.

Четвертая глава посвящена исследованиям процессов в метановой топливной системе. Исследовав различные конфигурации топливных баков, автор делает вывод, что минимальный нагрев топлива обеспечивает бак в форме сферы. Однако, топливный бак в форме цилиндра с полусферическими торцевыми поверхностями позволяет наиболее рационально использовать габариты данного бака для размещения топлива на борту самолета. Показано, что наиболее выгодным вариантом для размещения топлива на борту является бак в форме цилиндра с полусферическими торцевыми поверхностями. Предварительный расчет основных агрегатов топливной системы позволят корректно задавать граничные условия для расчета нестационарных процессов в топливных магистралях на критичных участках полетного цикла, т. е. на участках с максимальным изменением темпа расхода топлива.

По результатам расчета метановой топливной системы при различных режимах работы и диаметрах топливной магистрали, получена зависимость относительного коэффициента сопротивления трения от диаметра топливной магистрали и числа Рейнольдса. Для практических расчетов предложено решение для надкавитационного запаса.

Замечания по диссертации. Диссертационная работа не лишена недостатков, к которым можно отнести следующие.

1. Значительная часть первой главы посвящена описанию известных моделей турбулентности, и гораздо меньший объем занимает обзор проектов летательных аппаратов на альтернативных видах топлива, анализ различных решений. Видимо, из-за этого невелико число ссылок на источники в той части обзора, которая посвящена непосредственно состоянию исследований по тематике диссертации.

2. В работе приведены сравнения рассчитанного надкавитационного запаса для уровня изменения расхода не более 0.5 кг/с^2 . Однако, в реальных установках, тем более в современных авиационных двигателях, темп изменения расхода будет на порядок выше, и соответственно, нестационарный эффект – тоже. Учет этого обстоятельства сделал бы ценность результатов исследования более весомой.

3. В тексте диссертации и автореферата имеются опечатки, а также погрешности стилистического характера.

В целом диссертационная работа выполнена на хорошем уровне, а отмеченные недостатки не снижают ее практическую ценность.

Подтверждение опубликованных основных результатов диссертации в научной печати. По теме диссертации автором опубликовано 11 работ, из них 3 являются публикациями в рецензируемых научных изданиях и приравненных к ним. Также по теме диссертации опубликована работа по смежной специальности 2.5.15.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Диссертационная работа Асланова Асвара Раминовича выполнена в целом на высоком научном уровне. Результатом работы является решение важной задачи актуального направления в сфере авиационного двигателестроения. Приведенные результаты можно классифицировать как новые, обоснованные и имеющие практическое значение.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Работа отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Асланов Асвар Раминович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14. – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Отзыв рассмотрен и единогласно утвержден на заседании кафедры «Теплофизика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», протокол № 04.78-04/7 от 15.01.2025 г.

Отзыв составили:

Доцент кафедры «Теплофизика»,
канд. технических наук



Н.В. Кукшинов

Заведующий кафедрой «Теплофизика»,
докт. физ.-мат. наук



А.Ю. Чирков

С отзывами ознакомлен



27.02.2025г.