

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.379.03, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 26 декабря 2023 года, № 24  
о присуждении Урбанскому Владиславу Александровичу, гражданину  
Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика выбора структуры и основных параметров пневмогидравлической системы возвращаемого ракетного блока», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов принята к защите 20 октября 2023 г. (протокол заседания № 18) диссертационным советом 24.2.379.03, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (443086, г. Самара, Московское шоссе, 34), приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 декабря 2018 г. № 365/нк с изменениями, внесенными приказом от 07.07.2021 г. №670/нк.

Соискатель Урбанский Владислав Александрович, 22 июля 1995 года рождения, в 2019 г. окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет» по направлению 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», присвоена квалификация инженер. В 2023 году освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Омского государственного технического университета по направлению 24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь», в настоящее время работает в должности ассистента кафедры «Авиа- и ракетостроение» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Авиа- и ракетостроение» федерального государственного автономного образовательного учреждения

высшего образования «Омский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор Трушляков Валерий Иванович, профессор кафедры «Авиа- и ракетостроение» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет».

**Официальные оппоненты:** Партола Игорь Станиславович, доктор технических наук, АО «Государственный научный центр Российской Федерации «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша», начальник отдела - заместитель начальника отделения; Дмитриев Дмитрий Николаевич, кандидат технических наук, ПАО «ОДК-Кузнецов», руководитель проекта инновационного развития – **дали положительные отзывы** на диссертацию.

**Ведущая организация** – Акционерное общество «Ракетно-космический центр «Прогресс», г. Самара, **в своём положительном заключении**, подписанном заместителем генерального конструктора по научной работе, кандидатом технических наук Борисовым Максимом Владимировичем; главным конструктором – начальником отделения Лагно Олегом Геннадьевичем и утвержденным первым заместителем генерального директора – генеральным конструктором, доктором технических наук Ахметовым Равилем Нургалиевичем, указало, что диссертационная работа Урбанского Владислава Александровича является законченной научно-исследовательской работой, выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 года, а её автор – Урбанский Владислав Александрович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов.

Соискатель имеет 27 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 20 работ; из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 11 работ (из них 7 статей – в научных изданиях, рекомендованных ВАК; 4 статьи – в базах Scopus и Web of Science), получено 5 патентов. Общий объём публикаций составляет 8,06 п.л., авторский вклад 2,2 п.л. (27%).

Из публикаций лично соискателю принадлежат: структура и основные параметры пневмогидравлической системы возвращаемого ракетного блока, позволяющая а) проводить автономные наземные испытания теплообменников системы наддува без зажиганий маршевого двигателя; б) снизить массу возвращаемого ракетного блока за счёт сокращения длин магистралей газа наддува, рабочих запасов газа наддува и рабочего тела для системы

обеспечения запуска; в) снизить техногенное воздействие при пусках ракет-носителей за счёт обеспечения условий повторного запуска маршевого двигателя и возможности ликвидации остатков топлива в баках ракетного блока; алгоритм функционирования пневмогидравлической системы возвращаемого ракетного блока на всех участках траектории его полёта; математическая модель процесса тепло и массообмена в топливных баках ракетного блока при функционировании пневмогидравлической системы, учитывающая испарение и конденсацию топлива в баке при вводе газа, смену режимов парообразования топлива при изменении величины теплового потока от горячего газа и аэродинамического потока; результаты оценки применения предложенной пневмогидравлической системы возвращаемого ракетного блока на всех участках траектории полёта в сравнении с существующей системой, а также возможности ликвидации жидких остатков топлива в баке окислителя.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые работы:

1. Трушляков В.И., Шатров Я.Т., **Урбанский В.А.**, Юдинцев В.В. Подготовка газа системы наддува баков и рабочего тела для реактивной системы управления спасаемых ступеней ракет-носителей // *Космонавтика и ракетостроение*. 2023. № 1 (130). – С. – 111-122. (научная статья 0,75 / 0,19 п. л.).

2. Трушляков В.И., Шатров Я.Т., **Урбанский В.А.**, Юдинцев В.В. Комбинированная система наддува с реактивной системой управления для возвращаемой ступени ракеты-носителя // *Космонавтика и ракетостроение*. 2022. № 6 (129). С. – 110-121. (научная статья 0,75 / 0,1875 п. л.).

3. Romero-Calvo Á., **Urbansky V.A.**, Yudinsev V.V., Schaub H., Trushlyakov V.I. Novel propellant settling strategies for liquid rocket engine restart in microgravity // *Acta Astronautica*. 2023. Т. 202. С. 214–228. (научная статья 1 / 0,2 п. л.).

4. Trushlyakov V.I., **Urbansky V.A.**, Yudinsev V.V. Reducing environmental damage after emergency engine cutoff of the launch vehicle // *Journal of Spacecraft and Rockets*. 2021. Т. 58. № 3. С. 985–696. (научная статья 0,75 / 0,25 п. л.).

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов.

1. Акционерное общество «Конструкторское бюро химического машиностроения имени А.М. Исаева», г. Королев, подписан ведущим инженером-конструктором Кармановым А.Ю., утверждён главным конструктором, к.ф.-м.н. Смирновым И. А. Замечания: Разработанная модель не описывает процессы в баке жидкого кислорода на пассивном участке траектории полета, на котором из-за перемешивания фаз возможно снижение температуры газа наддува до температуры насыщения, что может привести к снижению давления в баке и конденсация паров воды,

несконденсировавшихся в струйном теплообменнике с образованием частиц льда. Из представленных в автореферате алгоритмов работы ПГС не следует, что это падение будет скомпенсировано. Снижение давления может привести к срыву насоса окислителя на запуске второго включения, а попадание частиц льда магистрали окислителя может негативно сказаться на работе двигателя.

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург, подписан заведующим кафедрой летательных аппаратов, д.т.н., профессором Припадчевым А.Д., доцентом кафедры летательных аппаратов, к.т.н., доцентом Горбуновым А.А., доцентом кафедры летательных аппаратов, к.т.н., доцентом Осиповым Е.В. Замечания: Из автореферата не понятно какое программное обеспечение применялось в работе, в частности для моделирования процессов тепло и массообмена. Из автореферата не очевидно, какой критерий эффективности выбран для предлагаемой математической модели, хотя ограничения, переменные принятые допущения подробно и обоснованно представлены.

3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», г. Комсомольск-на-Амуре, подписан профессором кафедры «Авиастроение», д.т.н. Бобковым А.В. Замечания: В автореферате, к научной новизне автор отнес разработку новой структуры пневмогидравлической системы возвращаемого ракетного блока. Представляется, что эту разработку нужно отнести к проектной новизне, обусловленной результатами научной деятельности.

4. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук», г. Новосибирск, подписан заведующим лаборатории №5, к.т.н. Наливайченко Д.Г., научным сотрудником лаборатории №5, к.ф.-м.н. Кисловским В.А. Замечания: В названии диссертационной работы указана методика, однако, текст автореферата не отражает никакой методики. Возможно, некорректно сформулировано название диссертационной работы, либо методика отражена в самой диссертационной работе. В положениях на защиту первый пункт звучит чрезмерно обобщенным. Возможно, более правильной формулировкой было бы «Структура и основные параметры разработанной ПГС возвращаемого РБ». В автореферате не приведены предполагаемые времена работы всей системы в целом и ее элементов в частности, из-за чего нет возможности полной оценки применимости предлагаемой пневмогидравлической системы. Хотя из данных, приведенных в тексте автореферата возможность таких расчетов, имеется. Математическая модель

процесса тепло и массообмена в топливных баках приведенная в тексте автореферата, явно базируется на математической модели, описанной в книге «Системы наддува топливных баков ракет» Н.М. Беляева. Однако ссылки или упоминания данной работы в тексте автореферата нет.

5. Акционерное общество «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева», г. Миасс, подписан заместителем генерального конструктора по проектированию изделий и комплексов Голуновым М.С., начальником головного проектного отдела Маханьковым С.А., ведущим научным сотрудником, к.т.н., Елюкиным Н.Н. Замечания: Не раскрыто содержание и суть методики выбора структуры пневмогидравлической системы возвращаемого ракетного блока. В чем заключается методика выбора структуры ПГС? Не представлены результаты экспериментальных исследований и результаты сравнения их с результатами расчетов по разработанной математической модели. Из автореферата не видно, что из себя представляет сепаратор отделения воды из продуктов разложения перекиси водорода, размещаемый на борту ракетного блока, какие у него габариты и масса, какая обеспечиваемая сепаратором степень очистки продуктов разложения перекиси водорода от воды и как обеспечивается исключение возможности замерзания остатков воды в смеси газов наддува в криогенном топливе.

6. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», г. Тула, подписан заместителем заведующего кафедрой «Ракетное вооружение», профессором, к.т.н. Никитиным В.А., утвержден проректором по научной работе, профессором, д.т.н. Воротилиным М.С. Замечания: Разработанная одномерная модель не учитывает температурное расслоение в топливном баке при его наддуве газовой смесью из гелия и кислорода, а также в автореферате не приведено обоснование использования такой упрощенной одномерной математической модели.

7. Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина», г. Химки, подписан ведущим специалистом отдела бортовых целевых комплексов, к.т.н. Самойловым С.Ю., утвержден первым заместителем генерального директора-генерального конструктора, к.т.н., Ширшаковым А. Е. Замечания: В автореферате не представлена математическая и вербальная постановка задачи. В автореферате не представлена оценка повышения давления в баках РБ при вводе горячего газа в баки и испарения остатков топлива в баках, а также оценка увеличения массы баков за счет увеличения их толщины из-за повышения давления в них. Из текста автореферата не понятно каким образом осуществляется управление ПГС на всех режимах ее функционирования (необходима ли система управления). Из текста автореферата не понятно был ли проведен

сравнительный анализ системы осушения баков РБ первой ступени, реализованной на РН «Протон», при которой ЖРД РБ первой ступени после разделения ступеней переводятся на режим малого газа и дожигают остатки компонентов топлива.

Во всех отзывах отмечено, что указанные недостатки не снижают научную и практическую значимость работы и не влияют на общую положительную оценку диссертации. Во всех отзывах отмечено, что диссертация соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и сделано заключение о возможности присуждения Урбанскому Владиславу Александровичу учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов.

Выбор Партолы Игоря Станиславовича в качестве официального оппонента по диссертации связан с тем, что он является крупным специалистом в области создания и отработки ракетно-космических систем, в том числе пневмогидравлических систем ракет-носителей.

Выбор Дмитриева Дмитрия Николаевича в качестве официального оппонента по диссертации связан с тем, что он является специалистом в области исследования газо- и гидродинамических, термодинамических процессов в проектируемых конструкциях, в том числе систем наддува, систем обеспечения запуска входящих в двигательные установки ракет-носителей.

Выбор ведущей организации связан с широко известными достижениями её специалистов в области разработки, производства и эксплуатации ракет-носителей среднего класса, космических аппаратов.

АО «РКЦ «Прогресс» является ведущим российским предприятием и одним из лидеров мировой космической отрасли.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**предложена** структура пневмогидравлической системы возвращаемого ракетного блока отличающаяся от существующих тем, что: 1) теплообменники системы наддува отделены от маршевого двигателя и расположены в верхней части топливного отсека, их нагрев осуществляется продуктами разложения пероксида водорода, наддув бака окислителя осуществляется газовой смесью из гелия и кислорода, что позволяет проводить автономные наземные испытания теплообменников систем наддува без зажиганий маршевого двигателя, уменьшить длину магистралей газа наддува, сократить рабочие запасы газа на наддув топливных баков; 2) для работы газореактивных сопел системы обеспечения запуска используется

смесь из гелия и продуктов разложения пероксида водорода, что позволяет сократить рабочие запасы газа системы обеспечения запуска и массу шарбаллонов; 3) установлена магистраль подачи газа из бака окислителя на сопла системы обеспечения запуска, что позволяет совершить сброс испарившихся остатков топлива за борт ракетного блока после подачи в бак окислителя горячих продуктов разложения пероксида водорода;

**предложен** алгоритм функционирования пневмогидравлической системы возвращаемого ракетного блока на всех участках траектории его полёта, отличающийся от существующих тем, что: 1) перед включением маршевого двигателя, пневмогидравлическая система функционирует в режиме предварительного нагрева теплообменников наддува для их выхода на рабочую температуру; 2) на активном участке траектории полета пневмогидравлическая система функционирует в режиме наддува топливных баков ракетного блока; 3) на пассивном участке траектории полета пневмогидравлическая система функционирует в режиме формирования рабочего тела для системы обеспечения запуска; 4) после завершения миссии или в случае возникновения аварийной ситуации, пневмогидравлическая система функционирует в режиме ликвидации жидких остатков топлива в баке окислителя;

**разработана** математическая модель процесса тепло и массообмена в топливных баках ракетного блока при функционировании пневмогидравлической системы, учитывающая испарение и конденсацию топлива в баке ракетного блока при вводе газа, смену режимов парообразования топлива при изменении величины теплового потока от горячего газа и аэродинамического потока;

**определены** основные параметры пневмогидравлической системы с помощью разработанной математической модели процесса тепло и массообмена в топливных баках возвращаемого ракетного блока;

**получены** результаты массового сравнительного анализа предложенной пневмогидравлической системы возвращаемого ракетного блока в сравнении с традиционными системами.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что:

**разработана** математическая модель процесса тепло и массообмена в топливном баке при функционировании систем наддува и систем обеспечения запуска перспективных возвращаемых ракетных блоков с учетом испарения и конденсации топлива в баке ракетного блока при вводе газа, смену режимов парообразования топлива при изменении величины теплового потока от горячего газа и аэродинамического потока;

**представлено** использование разработанной математической модели для проведения оценки возможности обеспечения ликвидации жидких остатков топлива в баках ракетного блока, оценки применения предложенной системы в сравнении с традиционными системами;

**изучено** влияние подводимого теплового потока к жидкости от горячей газовой смеси и внешнего аэродинамического потока на смену режимов парообразования жидкого компонента топлива в баке ракетного блока на пассивном участке траектории полета при входе в плотные слои атмосферы.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

**разработана** методика выбора структуры и основных параметров пневмогидравлической системы, позволяющая создать научно-методическое обеспечение для проектирования и конструирования пневмогидравлических систем перспективных возвращаемых ракетных блоков с возможностью проведения автономных наземных испытаний теплообменников системы наддува, обеспечения повторного запуска маршевого двигателя, совершения сброса жидких остатков топлива за борт ракетного блока;

**разработан** алгоритм функционирования пневмогидравлической системы возвращаемого ракетного блока на всех участках траектории его полёта;

**получены** результаты сравнительного анализа предложенной пневмогидравлической системы возвращаемого ракетного блока в сравнении с традиционными системами, проведённые с использованием разработанной математической модели;

**получены** акт внедрения результатов диссертационной работы в АО «ЦНИИмаш», акт о возможности использования результатов в АО «РКЦ «Прогресс» в проектных разработках перспективных многоразовых РН, а также результаты внедрены в учебный процесс в виде практических занятий для студентов старших курсов по дисциплинам «Проектирование ракетных и ракетно-космических комплексов», «Проектирование специальных систем» кафедры «Авиа – и ракетостроение» ОмГТУ.

Результаты диссертационного исследования использованы в рамках государственного задания «Исследование процессов испарения жидкостей в топливных баках ракет-носителей для повышение экологической безопасности и экономической эффективности ракет-носителей с жидкостными ракетными двигателями» в 2019 – 2023 гг.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**теория** построена на известных классических методах: метод математического моделирования процессов тепло- и массообмена в



топливном баке ракетного блока на основе закона сохранения энергии, численные методы интегрирования дифференциальных уравнений, системный подход к определению структуры пневмогидравлической системы возвращаемого ракетного блока;

**полученные результаты** математического моделирования не противоречат и согласуются с результатами экспериментальных исследований наддува криогенной емкости.

**Личный вклад соискателя** состоит в:

разработке структуры и определению основных параметров пневмогидравлической системы возвращаемого ракетного блока на основе системного подхода создания технически сложных систем, разработке математической модели процесса тепло и массообмена в топливном баке при функционировании системы наддува и системы обеспечения запуска возвращаемого ракетного блока на всех участках траектории его полёта с учетом типа парообразования жидкого компонента топлива и внешнего аэродинамического потока, проведении верификации разработанной математической модели при сравнении с результатами экспериментальных исследований, анализе результатов математического моделирования, апробации результатов математического моделирования, в подготовке публикаций результатов по выполненной работе.

Все результаты, выносимые на защиту, получены автором либо лично, либо при его определяющем личном участии.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний.

Соискатель ответил на все задаваемые ему вопросы.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты.

Диссертация Урбанского Владислава Александровича отвечает критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным Положением о присуждении учёных степеней и является законченной научно-квалифицированной работой, в которой содержится решение научной задачи по разработке методики выбора структуры и основных параметров пневмогидравлической системы возвращаемого ракетного блока, имеющей существенное значение для развития ракетно-космической отрасли.

На заседании 26 декабря 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Урбанскому Владиславу Александровичу учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель  
диссертационного совета 24.2.379.03



Шахматов Евгений Владимирович

Учёный секретарь  
диссертационного совета 24.2.379.03

Крамлих Андрей Васильевич

26.12.2023