



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
ТУРАЕВСКОЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО «СОЮЗ»**

Промзона Тураево, стр. 10, г. Лыткарино, Московской области, Россия, 140080.  
Тел.: (495) 552-1543, тел./факс: (495) 555-0281, 555-0877, E-mail: info@tmkb-soyuz.ru  
ОКПО 07537312 ОГРН 1035004901700 ИНН/КПП 5026000759/502701001

**JOINT-STOCK COMPANY TURAEVO MACHINE-BUILDING DESIGN BUREAU «SOYUZ»**

10, st. Turaevo, Lytkarino, Russia  
140080

Phone.: (495) 552-1543  
Fax: (495) 555-0281, 552-5700, 555-08-77

03.12.2019 № 033/01-1993

на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ученому секретарю  
диссертационного совета  
Д 212. 125. 08 МАИ  
д.т.н., профессору Ю.В. Зуеву

125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,  
Волоколамское ш., 4, МАИ, Ученый Совет

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Тушканова Алексея Сергеевича, на тему «Термически и химически неравновесные процессы в факеле маршевого двигателя твёрдого топлива», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 - «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Приложение: 1 Отзыв на автореферат диссертации, 2 экз., на 3 л. каждый.

Генеральный директор  
Фёдорович

Шульгин Александр

Петренко В.М.  
т. 905-547-33-77

ОБЩИЙ СДЕЛ МАИ  
Вх. № 29 / 72 20 19



УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор АО ТМКБ «Союз»  
А.Ф. Шульгин

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Тушканова Алексея Сергеевича, на тему «Термически и химически неравновесные процессы в факеле маршевого двигателя твёрдого топлива», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 - «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

**Актуальность темы диссертации** заключается в том, что проблемы разработки современных высокоскоростных летательных аппаратов ставят перед учеными и инженерами задачу создания новых расчетных методик, адекватно описывающих процессы, происходящие, например, при гиперзвуковом полете в плотных слоях атмосферы, догорания в факеле ракетного двигателя, в ударной волне, возникающей при входе в плотные слои атмосферы, при выборе точки подачи горючего в высокоскоростных прямоточных двигателях и других, аналогичных задач.

**Научная новизна** результатов исследования заключается в следующем:

1) учет влияния сжимаемости на процессы турбулентного переноса массы и энергии;

2) учет влияния химических реакций на процессы турбулентного переноса массы и энергии.

3) проанализирован характер движения частиц твердой фазы в факелах РДТТ на высотах полета от 30 до 100 км, для различных размеров частиц от 1 до 6 мкм.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ  
Вх. №           
" 09 " 12 2019

**Достоверность** полученных результатов подтверждена использованием классических уравнений газовой динамики и тепло-массообмена, проверенных методов численного моделирования, а так же сравнением полученных результатов численного эксперимента с экспериментальными данными других авторов, опубликованных в открытой печати.

**Практическая ценность** результатов заключается в том, что они могут быть применены при проектировании высокоскоростных прямоточных двигателей, ракетных двигателей, выдачи рекомендаций при выборе точки подачи горючего, расчета теплозащитного покрытия донной области ракеты.

**Результаты диссертационной работы** в достаточной степени апробированы на конференции высокого уровня и достаточно полно отражены в публикациях.

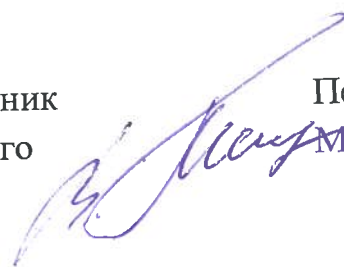
Замечания к автореферату:

- не рассмотрено влияние геометрии сопла на параметры факела;
- допущение о статистической независимости концентраций и температур не представляется в полной мере обоснованным;
- не рассмотрено влияние сжимаемости на параметры течения для других моделей турбулентности.

Указанные замечания не снижают высокого уровня представленной диссертационной работы. Судя по автореферату, диссертация Тушканова Алексея Сергеевича является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена важная научно-техническая задача описания течения высокоскоростной, турбулентной, химически активной струи. Представленная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Тушканов Алексей Сергеевич

заслуживает присвоения ему степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника»..

Ведущий научный сотрудник  
экспериментально-исследовательского  
отдела АО ТМКБ «Союз», к.т.н.  
140080, Московская обл., г. Лыткарино,  
промзона Тураево, строение 10



Петренко Владислав  
Михайлович