

## ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Золоторёва Н.Н. “Исследование рабочих процессов в гибридном ракетном двигателе прямой схемы”, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 “Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний”**

Диссертационная работа Золоторёва Н.Н. посвящена комплексному экспериментально-теоретическому исследованию рабочего процесса в гибридных ракетных двигателях, работающих на твердом горючем и жидком или газообразном окислителе. Актуальность представленной работы не вызывает сомнений, так как гибридные двигатели имеют целый ряд преимуществ как по сравнению с жидкотопливными, так и твердотопливными двигателями, и поэтому к ним проявляется большой интерес. Однако научная и практическая ценность диссертационной работы Золоторёва Н.Н. не ограничивается только ракетными двигателями. Полученные Золоторёвым Н.Н. результаты имеют большое значение также и для развития воздушно-реактивных двигателей, в первую очередь, твердотопливных прямоточных двигателей безгазогенераторной схемы, рабочий процесс в которых сходен с рабочим процессом в гибридных ракетных двигателях. В этой связи нужно отметить, что в исследованиях Золоторёва Н.Н. рассматривались наиболее перспективные энергоемкие добавки для твердых горючих, такие как бор, бориды алюминия и борид титана. Это придает представленной работе особую актуальность, поскольку процессы воспламенения и горения этих добавок в потоке активных газов изучены пока не в полной мере. Безусловно, полученные Золоторёвым Н.Н., результаты, в частности, данные о временах задержки воспламенения, а также энергии активации процесса зажигания, помогут в будущем разработать механизмы, описывающие воспламенение и горение энергоемких твердых горючих. Среди других достоинств диссертационной работы Золоторёва Н.Н. следует выделить предложенную математическую модель горения смеси продуктов разложения твердого горючего и окислителя в канале твердотопливного заряда, которая позволила обосновать способ оптимизации горения, заключающийся во введении в твердое горючее некоторого количества окислителя.

К числу недостатков диссертационной работы Золоторёва Н.Н. необходимо отнести, в первую очередь, отсутствие данных о полноте сгорания твердого горючего в экспериментах с модельными гибридными двигателями. Особенностью рабочего процесса в гибридных двигателях является, как известно, горение продуктов газификации твердого горючего в узком слое смешения, вследствие чего некоторая часть горючего после газификации не успевает вступить в реакцию с окислителем, что снижает полноту горения топлива. Еще одним недостатком работы является отсутствие данных о возможном уменьшении удельного импульса, обусловленного введением в твердое горючее окислителя с целью обеспечения равномерного горения твердого горючего. Как следует из представленных автором результатов, содержание окислителя в топливе может достигать 10 - 40%. В этом случае можно ожидать существенного

снижения удельного импульса. Однако эти недостатки не затрагивают основных положений работы и не снижают ее научную и практическую ценность.

Судя по автореферату, диссертационная работа Золоторёва Н.Н. выполнена на высоком научно-техническом уровне, достойна высокой оценки и соответствует требованиям ВАК, а ее автор Золоторёв Николай Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 "Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний".

И.о. начальника сектора  
ФГУП "Центральный институт авиационного  
моторостроения им П. И. Баранова"  
К.т.н

Савельев Александр Михайлович  
ул. Авиамоторная, д.2, Москва  
111116 Россия  
тел +7(495)362-90-04

Я, Савельев Александр Михайлович, согласен на обработку персональных данных

Подпись и.о. начальника сектора ФГУП "Центральный институт авиационного моторостроения им П. И. Баранова" к.т.н. Савельева Александра Михайловича удостоверяю

Ученый секретарь  
ФГУП "Центральный институт авиационного  
моторостроения им П. И. Баранова"  
Д.э.н.

Джамай Е.В.