

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
АВИАЦИОННОГО МОТОРОСТРОЕНИЯ ИМЕНИ П.И. БАРАНОВА»

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор исследовательского центра  
«Аэрокосмические двигатели  
и химмотология»  
ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»



  
К.Ю. Артыухин  
«11» 12 2023 г.

**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Ивана Ивановича Чернухо

“Импульсная детонация жидких топлив в малоразмерной установке реактивного типа“,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Работа И.И. Чернухо посвящена интересной с научной и практической точки зрения задаче реализации импульсного детонационного сжигания жидкого углеводородного топлива в камере небольшого диаметра – 20 мм. Следует отметить значительный интерес к применению детонационного горения в различных энергетических установках как в РФ и РБ, так и в США, КНР, Японии, европейских странах. Несмотря на достаточно давнюю историю вопроса (традиционно имеется в виду известная статья Я.Б. Зельдовича от 1940 г.), достоверно не известно о серийных образцах установок с детонационным горением, а также остаётся открытым вопрос о преимуществах детонационного горения перед дефлаграционным. С одной стороны, экспериментальные исследования требуют длительной отработки режимов работы установок, а также сложных методов измерения и интерпретации быстропеременных величин. С другой, трудность проведения численных исследований связана с необходимостью учёта многих физических процессов при создании математических моделей: газовая динамика, кинетические механизмы горения и фазового перехода, динамика жидкой фазы, теплообмен, турбулентное перемешивание и т. д. Оба метода исследования – физический эксперимент и численное моделирование – применены автором в данной работе, проведено сравнение расчётных и экспериментальных данных, указаны погрешности измерившихся величин. Таким образом, работа является актуальной,

а достоверность результатов подтверждается хорошим соответствием расчётных и экспериментальных данных.

Как отмечено в автореферате, детонационное горение жидких углеводородных топлив в воздухе затруднительно осуществить в трубках диаметром 20 мм. Поэтому в описанной в данной работе экспериментальной установке использовалась горючая смесь, обогащённая газообразным кислородом, что позволило уменьшить характерный размер неоднородностей в структуре детонационной волны при данном давлении и выйти на режим детонационного горения. С участием автора получен и обработан значительный объём экспериментальных данных по импульсному детонационному горению смесей «гептан-кислород-воздух» и «керосин-кислород-воздух» в широком диапазоне концентрации кислорода и коэффициента избытка топлива. Несомненную научную новизну и практическую значимость представляют данные по различным способам интенсификации горения и его перехода в детонацию, по улучшению характеристик рабочего процесса при прогреве стенок камеры сгорания в процессе работы экспериментальной установки. Проведённое автором численное моделирование с помощью коммерческого пакета прикладных программ позволило визуализировать и лучше понять процессы смесеобразования и горения.

Поставленная в работе задача – получение импульсного детонационного горения жидкого углеводородного топлива с частотой не менее 50 Гц в камере диаметром 20 мм и длиной до 500 мм – выполнена. Полученные в работе результаты могут быть использованы при разработке малоразмерных летательных аппаратов, в том числе беспилотных, в авиамоделизме, в образовательных целях.

К работе имеются следующие замечания:

- 1) при использовании камеры сгорания рассматриваемого типа в составе двигателя летательного аппарата в самом аппарате потребуется запас кислорода, что ухудшит его лётные характеристики; из автореферата не ясно, учтён ли расход кислорода при расчёте удельного импульса;
- 2) в автореферате не отражено, что для использования атмосферного воздуха в двигателе требуется входное устройство, влияние которого необходимо учитывать при расчёте или измерении тяги;
- 3) в автореферате не указан чёткий критерий, по которому волна горения считалась детонационной при вычислении длины перехода медленного горения в детонацию.

Указанные замечания не умаляют значимости работы. Диссертация соответствует требованиям действующего положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени.

Начальник отдела «Аэрокосмические двигатели»

ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»,

к. ф.-м. н.

«11» 12 2023 г.

Гуськов Олег Вячеславович

Научный сотрудник отдела «Аэрокосмические двигатели»

ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»,

«11» 12 2023 г.

Сидоров Родион Сергеевич

Федеральное автономное учреждение «Центральный институт авиационного  
моторостроения имени П.И. Баранова»

адрес: Россия, г. Москва, ул. Авиамоторная, 2

сайт: [www.ciam.ru](http://www.ciam.ru)

эл. почта: [info@ciam.ru](mailto:info@ciam.ru)

С отзывом ознакомлен 22.12.2023