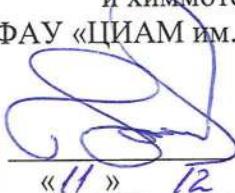


НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННОГО МОТОРОСТРОЕНИЯ ИМЕНИ П.И. БАРАНОВА»

УТВЕРЖДАЮ

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




«11» 12

К.Ю. Арефьев
2023 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ивана Ивановича Чернухо

“Импульсная детонация жидкых 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 остается 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 измерявшихся величин. Таким образом, работа является актуальной,

а достоверность результатов подтверждается хорошим соответствием расчётных и экспериментальных данных.

Как отмечено в автореферате, детонационное горение жидкого углеводородного топлива 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

эл. почта: info@ciam.ru

С отрывом ознакомлен 22.12.2023