



ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ
ПО КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ "РОСКОСМОС"

Федеральное государственное унитарное предприятие
"ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ" (ФГУП ЦНИИмаш)



ул. Пионерская, д.4, городской округ
Королёв, Московская область, 141070

Тел. (495) 513-59-51
Факс (495) 512-21-00

E-mail: corp@tsniimash.ru
http://www.tsniimash.ru

ОКПО 07553682, ОГРН 1025002032791
ИНН/КПП 5018034218/501801001

157А-1386 исх. № 11.12.2018
На исх. № _____ от _____

Ученому секретарю
диссертационного совета Д212.125.14,
кандидату физико-математических наук,
доценту
В.Ю. Гидаспову

Волоколамское ш., д. 4,
г. Москва, А-80, ГСП-3, 125993

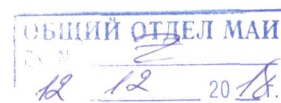
Уважаемый Владимир Юрьевич!

Высылаю Вам отзыв на автореферат диссертации Куроедова А.А. на тему: «Исследование линейной неустойчивости рабочего процесса в энергетических установках твердого топлива» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Приложение: Отзыв на автореферат диссертации Куроедова А.А., на 5 л., в 2 экз., несекретно

Заместитель генерального директора
по прикладным исследованиям,
испытаниям и экспериментальной
базе, кандидат физико-математических
наук

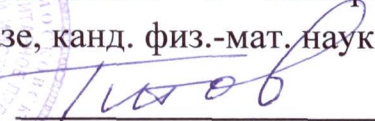
В.А. Титов



УТВЕРЖДАЮ



Заместитель генерального директора
по прикладным исследованиям,
испытаниям и экспериментальной
базе, канд. физ.-мат. наук


В.А. Титов

« ___ » _____ 2018 г.

Отзыв на автореферат диссертации Куроедова Алексея Анатольевича «Исследование линейной неустойчивости рабочего процесса в энергетических установках твердого топлива», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы»

Актуальность приведенного исследования не вызывает сомнения, поскольку при проектировании энергетических установок твердого топлива (ЭУТТ) неизбежно встает вопрос о возможности возникновения неустойчивого режима работы двигателя. Автором проведено комплексное расчетно-экспериментальное исследование линейной неустойчивости рабочего процесса в ЭУТТ, работающих на безметалльных и металлизированных топливах.

Научная новизна работы определяется созданием экспериментальной установки по определению акустических свойств зоны горения топлив с использованием вспомогательных камер генерации давления и проведением измерения акустической проводимости зоны горения, а также созданием комплексной расчетно-теоретической методики исследования устойчивости рабочего процесса в ЭУТТ с осесимметричной проточной частью с учетом влияния частиц конденсированной фазы продуктов сгорания твердого топлива.



Практическая ценность диссертации заключается в создании комплексной расчетно-экспериментальной методики, позволяющей установить возможность перехода на неустойчивые режимы работы двухкамерной многосопловой ЭУТТ при использовании безметалльного топлива.

Достоверность полученных результатов подтверждается приемлемым соответствием результатов автора с данными других методик в области пересечения.

Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключения.

Первая глава содержит обзор литературы и описание основных подходов к исследованию линейной неустойчивости и описание методов экспериментального определения акустической проводимости зоны горения топлива.

Во второй главе представлено описание двух расчетно-теоретических подходов к определению устойчивости ЭУТТ с осесимметричной камерой сгорания к малым возмущениям, распространяющихся в неоднородном стационарном потоке: энергетического, использующий уравнение изменения энергии возмущения и на основе линеаризованной системы уравнений, описывающих динамику продуктов сгорания с использованием значений акустической проводимости, определяемой экспериментально.

Третья глава посвящена описанию предлагаемой экспериментальной методики измерения акустической проводимости зоны горения топлива. Описывается схема экспериментальной установки и способ получения экспериментальных данных. Представлены результаты измерения акустической проводимости зоны горения для низкотемпературного безметалльного топлива (ПХА – 70%, связка – 22%) и металлизированного топлива (ПХА-70%, связка – 11%, алюминий – 18%). Показано, что для безметалльного топлива акустическая проводимость монотонно убывает с

увеличением частоты пульсаций давления, а для металлизированного топлива наблюдается максимум в указанном диапазоне частот и давлений.

В четвертой главе диссертации представлены результаты исследования устойчивости рабочего процесса в различных ЭУТТ, проводимых с помощью модифицированной энергетической методики и предложенной автором методики, основанной на численном решении линеаризованных уравнений методом Галеркина с разрывными базисными функциями. Представлено сравнение коэффициента затухания, полученных в рамках экспериментального метода с использованием усреднения Г. Фландро и классического усреднения и показано, что усреднение Г. Фландро завышает устойчивость ЭУ.

Переходя к оценке, в целом, представленной научной работы следует отметить, что в ней получено решение важной научно-технической задачи, имеющее большое практическое значение. К преимуществам работы можно отнести создание экспериментальной установки, которая может быть использована для определения акустических свойств зоны горения как безметалльных, так и металлизированных твердых топлив. Возможность применения установки для металлизированных топлив обусловлена использованием вспомогательных камер для генерации возмущений давления. Данная особенность отличает её от классической Т-камеры, в которой возмущения возникают самопроизвольно. Также удалось экспериментально определить значения акустической проводимости для безметалльного и металлизированного топлива в диапазоне частот и среднего давления, что позволяет использовать полученные данные при прогнозировании устойчивости рабочего процесса в ЭУ различного назначения. Кроме того, предложена расчетно-экспериментальная методика прогнозирования устойчивости рабочего процесса в ЭУТТ, не прибегая к моделированию нестационарного горения топлива.

К недостаткам работы следует отнести следующее.

1. Влияние конденсированной фазы продуктов сгорания твердого топлива учтено упрощенно, а именно, через поправочный коэффициент.
2. В тексте автореферата не отражено, как результат экспериментального определения акустической проводимости используется для расчета устойчивости рабочего процесса в ЭУТТ, в которых имеет место падение акустической волны под углом к нормали поверхности горения топлива.
3. Предложенная методика не может быть использована для исследования поперечной неустойчивости.
4. Экспериментальная установка (импульсная Т-камера) не может быть использована для определения свойств зоны горения при высоких частотах реализуемых колебаний.
5. В работе не показано влияние догорания частиц конденсированной фазы в потоке на устойчивость рабочего процесса в ЭУТТ.

Доклад по теме диссертации Куроедова А.А. был заслушан на семинаре ФГУП ЦНИИмаш 29 ноября 2018 года. Работа Куроедова А.А. получила положительную оценку.

Несмотря на сформулированные замечания, диссертация Куроедова А.А. является законченной научно-квалификационной работой и отвечает требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор достоин присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Начальник ЦТА
канд. физ.-мат. наук, с.н.с.
Тел.: 8 495 513 41 00
E-mail: corp@tsniimash.ru



Р.В. Ковалев

Главный научный сотрудник ЦТА
д-р. техн. наук, профессор
Тел.: 8 495 513 41 01
E-mail: corp@tsniimash.ru



Ю.М. Липницкий