

Ассоциация "Международный Институт Развития"



Департамент организационного управления проектами и технологиями

<http://amir.mirimc.com/ru/> Email: infomir35@gmail.com 8 (909) 769 3727

**КЕРАМИЧЕСКАЯ ТУРБИНА ОРИГИНАЛЬНАЯ
КОНСТРУКЦИЯ НОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ
МАТЕРИАЛЫ.**

Газотурбинный двигатель с турбиной бездисковой конструкции и керамическими рабочими лопатками

Сегодня у России и Украины появилась перспектива в короткий срок стать безусловными лидерами среди самолетопроизводящих стран мира в создании авиации новых поколений с сохранением своего лидирующего положения в течение длительного времени.

Эту перспективу открывает научная разработка в авиационном двигателестроении, позволяющая проектировать и производить газотурбинные двигатели с характеристиками, значительно превосходящими не только современные аналоги, но и те, что предусматривается создать перспективными программами развития двигателестроения США, Европы и иных передовых стран мира.

Ведущие профильные организации России и Украины готовы участвовать в работах по реализации этой перспективы. Для успеха необходимым условием является включение этих работ в Государственные программы развития авиации России и Украины с финансированием проектов возрастающего уровня сложности и масштабов.

Из предыстории вопроса

Развитие авиации долгое время сдерживалось отсутствием существенного прогресса в авиационном двигателестроении. Это было связано с тем, что терпели неудачу многочисленные попытки заменить металлические сплавы, применяемые в качестве материалов рабочих лопаток турбины, на конструкционную керамику, которая обладает существенно лучшими жаропрочными и жаростойкими характеристиками. Эти попытки не имели успеха по той причине, что они предпринимались в рамках существующей на то время парадигмы конструирования турбомоторов.

Современность

Группа ученых разработала научные основы новой парадигмы, позволяющей не только эффективно применить конструкционную керамику в турбине, но и вывести из состава ее конструкции силовые диски.

Данная разработка была подвергнута многочисленным тщательным экспертизам специалистов ведущих профильных организаций России и Украины.

Были получены следующие документы:

- Заключение Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», 2000 г.;
- Заключение Института проблем материаловедения НАН Украины, г. Киев, 2000 г.;
- Решение 5-го Международного конгресса двигателестроителей, Украина, АР Крым, 2000 г.;
- Отзыв проректора по научной работе Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», доктора технических наук, профессора О.Е. Федоровича, г. Харьков, 2000 г.;
- Заключение Института машин и систем НАН Украины и Министерства промышленной политики, г. Харьков, 2000 г.;
- Заключение Запорожского конструкторского бюро «Прогресс» им. академика А.Г. Ивченко, Украина, 2000 г.;
- Заключение Центра научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ «Машпроект» Государственного предприятия Научно-производственный комплекс газотурбостроения «Зоря» - «Машпроект», г. Николаев, Украина, 2002 г.;
- Заключение Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», 2005 г.;
- Заключение Центрального института авиационного моторостроения им. П.И. Баранова, г. Москва, 2007 г.

Заключения экспертов как основа продолжения работ

Все эксперты были едины в положительной оценке технических и конструктивных решений, содержащихся в разработке.

Критические отзывы ведущих экспертов послужили отправной точкой для начала новых научно-исследовательских работ, результатом которых стало совершенствование нового подхода в конструировании турбин.

Этапы предстоящих работ

На сегодня созданы научно-технические предпосылки для создания последовательно:

- **на 1-ом этапе – турбины с керамическими рабочими лопатками относительно простой бездисковой конструкции;**
- **на 2-ом этапе – газогенератора с такой турбиной;**
- **на 3-м этапе – газотурбинных двигателей новых поколений (ГТД НП).**

Следствия развития новой парадигмы для турбиностроения непосредственно

Предварительные расчеты показывают, что ГТД НП с керамическими бездисковыми турбинами будут обладать:

- показателями удельной тяги, существенно превосходящими не только современные аналоги, но и ГТД, проектированием которых занимаются ведущие мировые компании, участвующие в перспективных программах развития авиационного двигателестроения передовых в технологическом отношении стран мира, таких как США, Канада, Франция, Англия и Германия;
- существенно более высоким КПД, нежели у современных аналогов с развитой системой охлаждения сопловых аппаратов и рабочих лопаток турбины газогенератора.
- себестоимостью изготовления, сокращенной в несколько раз;

Следствия применения ГТД НП для развития новой авиации в целом

Применение ГТД НП с керамической бездисковой турбины,, позволит:

- **Обеспечить авиационным средствам тактико-технические характеристики, существенно превосходящие аналогичные показатели всех современных аналогов,**
- **повысить бортовую энерговооруженность военной авиации и обеспечить необходимый уровень энергообеспечения новейших видов вооружения, таких как лазерные и электромагнитные пушки**

Более высокий КПД газотурбинных двигателей НП позволит:

- **повысить вес бортового груза (вооружений);**
- **снизить эксплуатационные расходы топлива;**
- **повысить экологическую чистоту эксплуатации авиационных средств.**

Существенно сниженная себестоимость изготовления ГТД НП позволит:

- **значительно снизить себестоимость изготовления авиационного средства;**
- **значительно снизить себестоимость обслуживания и ремонта**

Перспективы стран-разработчиков

Монопольное обладание идеологией создания и технологией изготовления авиационных и энергетических средств нового поколения позволит:

- **Занять максимально возможную нишу на рынке высоких технологий в соответствующей области;**
- **Предложить на мировой рынок авиационную и энергетическую технику новых поколений с монопольно низкими ценами и, тем самым, существенно расширить нишу бездивидендных производителей на мировом рынке с получением соответствующих дивидендов;**
- **Безопасно вкладывать значительные финансовые и ресурсные средства в проекты по модернизации современной и созданию новой промышленной национальной инфраструктуры, основными элементами которой станут вновь построенные высокотехнологичные предприятия градообразующего масштаба по производству:**
 - **авиационных и энергетических средств нового поколения;**
 - **керамических нанопорошков и конструкционной керамики из них;**
- **Привлечь масштабные инвестиционные средства из-за рубежа под такие проекты;**

Перспективы стран-разработчиков

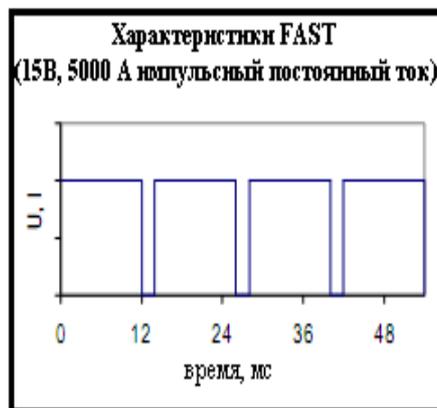
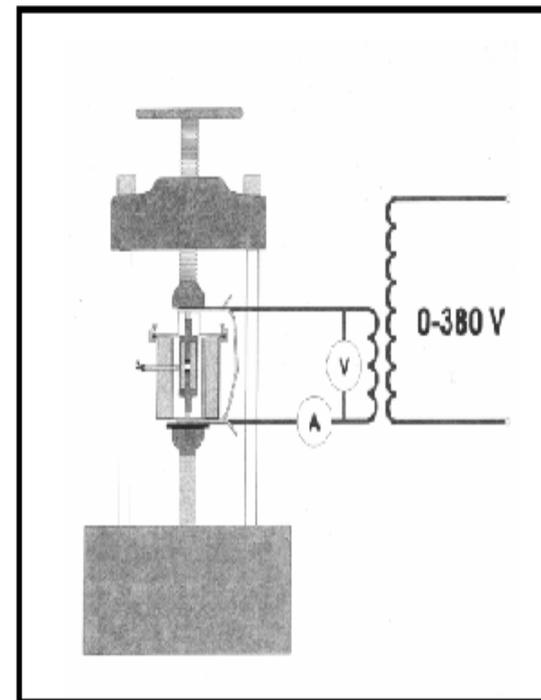
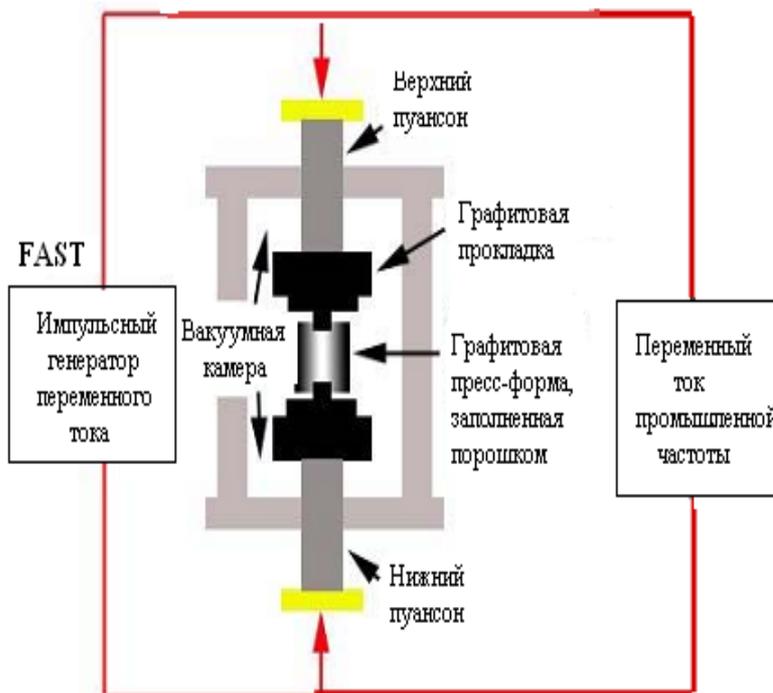
- **Наполнить существующий национальный авиапарк авиационной техникой новых поколений и существенно расширить транспортную авиационную инфраструктуру;**
- **Создать альтернативную энергетику;**
- **Создать новую транспортную инфраструктуру на базе массового национального производства авиационных средств на динамических способах опоры, таких как суда на воздушной подушке, экранопланы и экранолеты.**

Иные перспективы

Все, что было упомянуто выше, касалось перспектив непосредственно авиационной и энергетической техники.

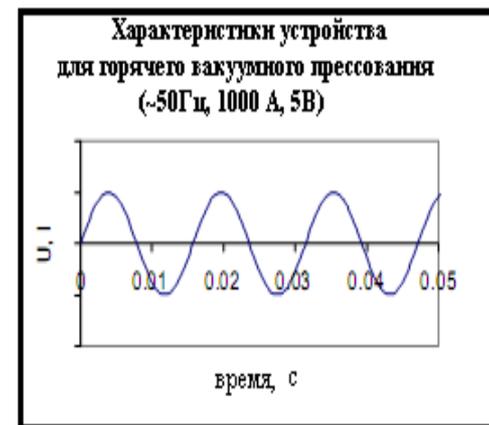
Вместе с тем необходимо отметить, что достижение этих перспектив опирается в своей основе и взаимосвязано с развитием национального образования, науки, народного творчества, искусства. В свою очередь такое развитие становится основой для достижения нового уровня благосостояния народа страны.

Пресс горячего прессования с прямым пропусканием тока для формования и спекания керамической лопатки.



- SPS (*Spark plasma sintering*)
- PAS (*plasma activated sintering*)
- PECS (*pulse electric current sintering*) в Японии
- PPC (*Plasma pressure compaction*) в США
- *instrumented pulse electrodischarge consolidation или resistance/spark sintering under pressure* в Корее

= FAST



Преимущества применения метода горячего прессования с прямым пропусканием тока

- Быстрый нагрев пресс-форм до высоких температур, что сдерживает интенсивный рост зерен исходного порошка, что в конечном итоге приводит формированию более тонкодисперсных структур;
- обеспечивает равномерное распределение плотности, в том числе и в прессовках сложной формы, без применения каких-либо пластификаторов
- в прессовках минимизируются внутренние напряжения, практически исключается появление макродефектов (трещин, расслоений и т.п.);
- относительная простота промышленной установки;
- эффективно применение как для токопроводящих, так и нетокопроводящих порошков.

Свойства и применение ZrO_2

- высокая температура плавления ($T_{пл}=2715^{\circ}C$);
 - стойкость к коррозии, износу;
 - низкая теплопроводность ($2 \text{ Вт/м}^{\circ}K$);
 - высокая прочность и вязкость разрушения, что обусловлено эффектом трансформационного упрочнения;
 - в зависимости от метода синтеза порошка, исходных материалов, вида стабилизирующей добавки, способа консолидации может широко варьировать свои свойства;
 - использование в качестве упрочняющей добавки в другие керамические материалы;
- позволяет получить композиционные материалы с повышенной вязкостью; Нанокерамика на основе ZrO_2 обеспечивает высокую стойкость изделия в агрессивных средах, имеет повышенную жаропрочность, износостойкость, стойкость к радиационному воздействию.



Рис. Образцы изделий из ZrO_2 - керамики



Рис. Керамическое сопло распылительной головки электродугового аппарата для нанесения антикоррозионных покрытий

- перспективный керамический материал конструкционного и инструментального назначения и используется в технологии узлов трения, уплотнительных колец, насосов, элементов запорной арматуры, форсунок распылительных камер, фильтров для протяжки проволоки, режущего инструмента. Также керамика на основе ZrO_2 находит применение в медицине для изготовления имплантантов в костные ткани.

- создаются топливные элементы с керамическим оксидным электролитом (SOFC) из диоксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия. Эти элементы позволяют непосредственно превращать химическую энергию топлива в электрическую с коэффициентом эффективности 50–60 %;
- способность поглощать и удерживать в поровом пространстве значительное количество активной жидкости определяет применение ZrO_2 в области, связанной с получением и очисткой химических веществ.

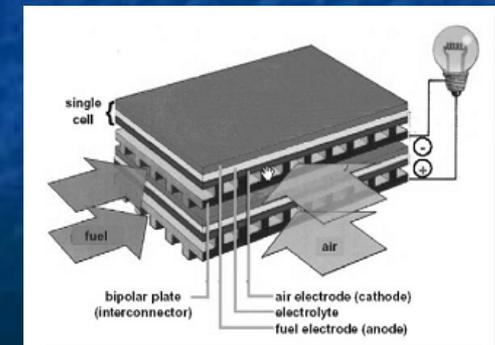


Рис. Топливный элемент с керамическим оксидным электролитом

Новые материалы

Наноструктурные материалы на основе частично стабилизированного диоксида циркония являются перспективными в качестве основного материала для изготовления керамических лопаток взамен нитрида кремния и карбида кремния.

Благодаря разработанному нами высокоэффективному способу формования и спекания нанопорошков, материалы на основе частично-стабилизированного диоксида циркония имеют высокие физико-механические свойства. Необходимо отметить, что Украина является одним из мировых лидеров по запасам оксид-циркониевого сырья.

Микроструктура полученных материалов для керамической лопатки.

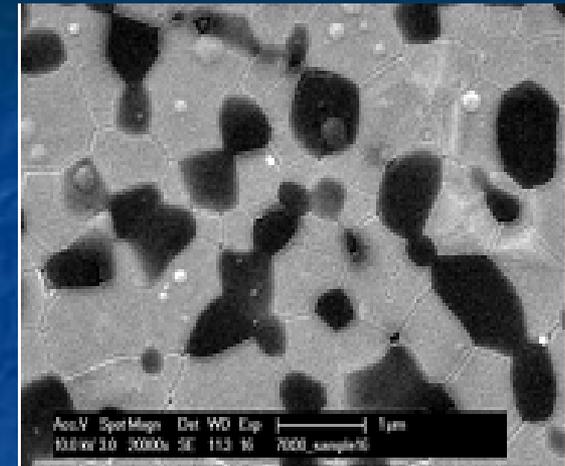
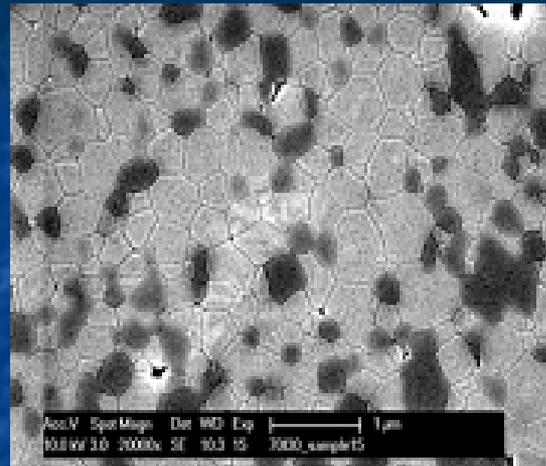
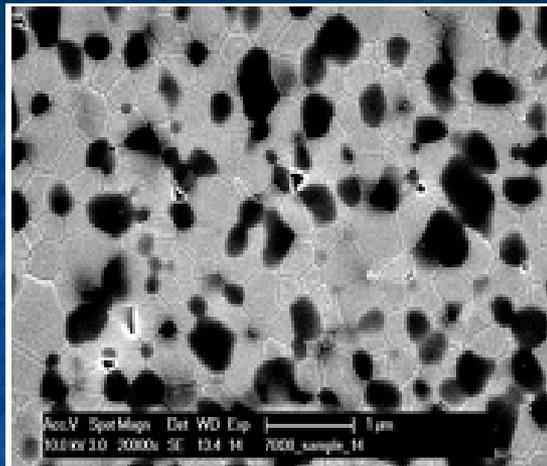


Рис. Структуры образцов $ZrO_2-30\%Al_2O_3$, полученных технологией FAST, выдержанных при а) $T=1450^\circ C$ в течении б) 2, 10, 60 в) мин. (а-в)

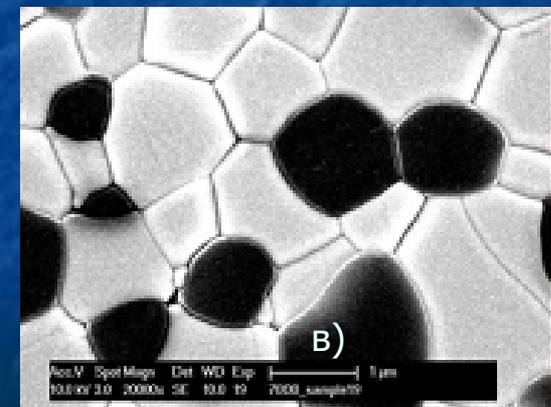
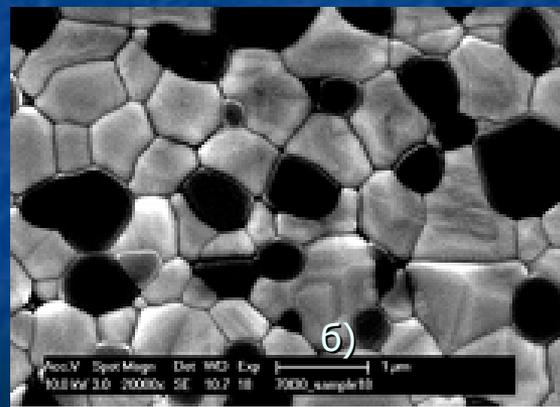
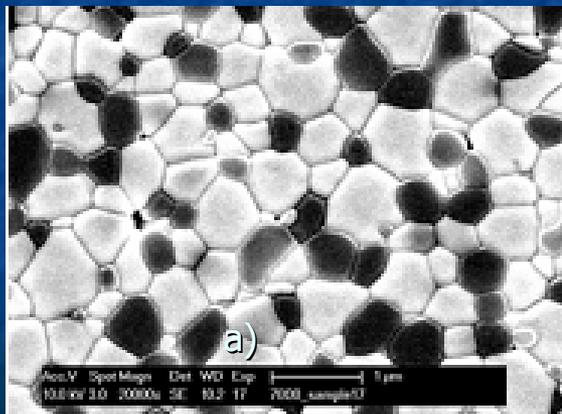


Рис. Структуры образцов $ZrO_2-30\%Al_2O_3$, полученных технологией FAST, выдержанных 10 мин. при $T=1550, 1600$ и $1650^\circ C$ (а-в)

Керамическая лопатка газотурбинного двигателя,
полученная методом горячего прессования.



Керамическая деталь соплового аппарата газотурбинного двигателя.





УКРАЇНА

(19) UA

(11) 31519 A

(51) 6 F 01D 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ



Деклараційний патент на винахід

зареєстровано відповідно до Закону України
"Про охорону прав на винаходи і корисні моделі" від 15 грудня 1993 року № 3687-XII
у редакції від 1 червня 2000 року № 1771-III

Голова Департаменту

М. Паладій

(21) 98094933

(22) 21.09.1998

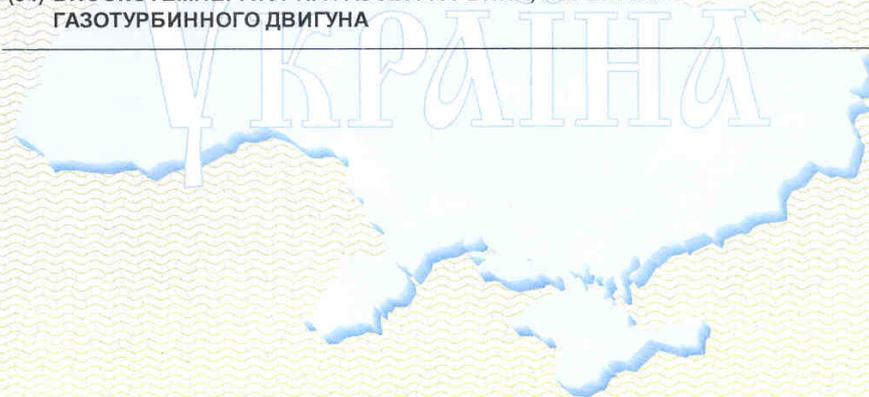
(24) 15.12.2000

(46) 15.12.2000. Бюл. № 7-II

(72) Манческо Валерій Вікторович

(73) Манческо Валерій Вікторович, Безруков Олександр Михайлович

(54) ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНА ГАЗОВА ТУРБИНА, ПЕРЕВАЖНО
ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГУНА



Утверждаю.

Проректор по научной работе
Государственного аэрокосмического
университета им. Н.Е. Жуковского
"Харьковский авиационный институт"

О.Е. Федорович

"2" апреля 2000 г.



Заключение

на предложение В.В. Манческо о конструкции газовой турбины с уравновешиванием центробежной силы давлением воздуха

Кафедра авиационных двигателей Государственного аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского "ХАИ" на своем заседании 21 апреля 2000 года рассмотрела по просьбе ИМНС предложение Манческо В.В., связанное с разработкой новой конструкции турбины газотурбинного двигателя. Сущность предложения заключается в частичном или полном уравновешивании центробежных сил, действующих на рабочие лопатки турбины, давлением воздуха на силовой пояс (бандаж), охватывающий лопатки по наружному диаметру рабочего колеса турбины. Предложение подкреплено предварительным расчетом возможной конструкции двигателя мощностью 1 МВт.

По мнению специалистов кафедры, предложение принципиально осуществимо и не содержит в своей основе каких-либо положений научного и технического характера, которые могли бы воспрепятствовать его реализации. Известны аналогичные предложения, запатентованные в Российской Федерации сотрудником кафедры Василенко В.М. и др. (пат. РФ № 2059094, 1992 г.), и содержащиеся в патенте США № 5493855 (1996 г.), что является дополнительным подтверждением актуальности и реализуемости предложения.

Предлагаемое уравновешивание центробежной силы давлением воздуха уменьшает силовое воздействие лопаток на диск турбины и позволяет:

- уменьшить массу турбины (ее дисков);
- применить лопатки из высокотемпературных керамических материалов, более дешевые и легкие, чем применяемые в настоящее время лопатки из никельхромовых сплавов;
- повысить безопасность эксплуатации путем полной локализации внутри двигателя последствий разрушения деталей турбины.

Предложение может найти применение при создании авиационных газотурбинных двигателей для военной и гражданской авиации.

Максимальный эффект от реализации предложения - уменьшение удельного расхода топлива - будет достигнут, если в предлагаемой конструкции турбины будут использованы лопатки из высокотемпературных керамических материалов. Рассматриваемое предложение позволяет преодолеть одно из принципиальных препятствий на пути применения керамических лопаток в газотурбинных двигателях - хрупкое разрушение керамики в узлах крепления деталей.

Успеха в реализации предложения можно ожидать только в случае решения комплекса научно-технических проблем:

- конструкторских, связанных с разработкой компактного и экономичного компрессора и узла компенсации центробежной силы с давлениями порядка 20 МПа;
- материаловедческих - по созданию конструкционных керамических материалов;
- технологических - по разработке технологии керамических лопаток.

На Украине имеется достаточный научно-технический потенциал для решений этих проблем: Запорожское машиностроительное бюро "Прогресс", Государственный аэрокосмический университет "ХАИ", институты НАН: Машин и Систем, Проблем материаловедения, Проблем прочности и др.

Учитывая принципиальную реализуемость рассматриваемого предложения и его актуальность для экономики Украины, кафедра считает целесообразным включение соответствующих научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в Государственную программу развития двигателестроения Украины.

Заведующий кафедрой авиационных двигателей,
лауреат Государственной премии СССР,
д.т.н., профессор

Секретарь кафедры



Д. Ф. Симбирский

С.И. Суховой

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный конструктор Запорожского
конструкторского бюро «Прогресс» имени
академика А.Г.Ивченко,
д.т.н., академик



Ф.М.Муравченко
« ____ » октября 2000 г

Заключение по конструкции высокотемпературной газовой турбины с уравновешиванием центробежной силы от рабочих лопаток давлением воздуха

В Запорожское конструкторское бюро «Прогресс» им. А.Г.Ивченко обратилось совместное украинско-российское предприятие «Галеас» с просьбой дать заключение о возможности создания предлагаемой конструкции турбины. Для рассмотрения были представлены следующие документы:

- материалы заявки на изобретение;
- Пояснительная записка Института машин и систем к предложению г. В.В.Манческо по модификации керамической турбины;
- Заключение института проблем материаловедения им. И.Н.Францевича;
- Заключение Института машин и систем;
- Заключение Харьковского авиационного института на предложение В.В.Манческо о конструкции газовой турбины с уравновешиванием центробежной силы давлением воздуха.

Сущность предложения заключается в частичном или полном уравновешивании центробежных сил, действующих на рабочие лопатки турбины давлением воздуха 150...200 атм. на силовой пояс (бандаж), охватывающий лопатки по наружному диаметру рабочего колеса турбины. Набор лопаточных сегментов ротора выполняется из высокотемпературной керамики.

В конструкции отсутствуют диски, так как их функции переданы статору, при этом рабочие лопатки (ротормый агрегат) связаны с валом не механической связью, а новым конструктивным элементом – газовыми опорами.

Для получения воздуха высокого давления, необходимого для уравновешивания центробежных сил от рабочих лопаток и во всех газовых опорах, используется специальный приводной компрессор.

Такое решение, по мнению авторов, позволит кардинально уменьшить вес конструкции и упростить ее, применить высокотемпературный цикл, что значительно уменьшит габариты, использовать вместо дорогостоящих сплавов более дешевую керамику.

Анализ материалов показывает, что приведенная схема турбины не содержит в себе противоречий основным законам механики, газодинамики и термодинамики. Использование керамических материалов в элементах конструкции для повышения температуры цикла газотурбинных двигателей является актуальной, давно известной

задачей. Изобретение создает благоприятные условия для работы керамики, она не контактирует с другими элементами турбины.

Однако заявление о преимуществах газотурбинного двигателя с предлагаемой турбиной носят декларативный характер, так как отсутствуют конструктивные проработки, термодинамические и прочностные расчеты приведены не в полном объеме, нет сравнительных весовых, габаритных, стоимостных данных.

Основными серьезными проблемами при практической разработке двигателя будут:

1. Разработка конструкции, создание материала и технологии изготовления керамических рабочих лопаток турбины, надежно работающих в течение заданного ресурса.
2. Создание надежных уплотнительных устройств, работающих под высоким перепадом давлений при высоких температурах и обеспечивающих допустимые утечки.
3. Создание компрессора, обеспечивающего необходимое компенсирующее давление 150...200 атм., и системы регулирования давления в разгрузочной полости в зависимости от частоты вращения ротора.
4. Охлаждение воздуха сжатого до давления в сотни атмосфер ($T \cong 1500K$).
5. Создание конструкции корпуса турбины, работающей под давлением 150...200 атм. и при высоких тепловых нагрузках;
6. Создание бесконтактного устройства передачи крутящего момента от сильно нагретых рабочих лопаток турбины к валу.
7. Создание надежной конструкции узла компенсации центробежной силы.

Каждая из приведенных проблем представляет сложнейшую научно-техническую и конструкторскую задачу.

Рассматривать предлагаемый проект для практической реализации можно только имея конкретные решения по указанным проблемам с обоснованием преимуществ данного двигателя в сравнении с уже существующими. Для этого необходимо выполнить эскизный проект турбины со всеми необходимыми термодинамическими, прочностными и прочими расчетами в полном объеме. Предлагаемая конструкция турбины отличается новизной и оригинальностью технических решений, однако, при существующем уровне развития техники (прежде всего материаловедения) будет, вероятно, уступать известным конструкциям по весу, надежности, ресурсу, экономичности.

Исходя из выше изложенного, Запорожское конструкторское бюро «Прогресс», загруженное большим объемом практических разработок газотурбинных двигателей, принимать участие в предлагаемом проекте, а так же давать какие-либо дальнейшие консультации предприятию «Галеас» не имеет возможности.

Начальник отдела

Начальник отдела

Начальник бригады

Меркулов 9.10.00
Шереметьев 09.10.00
Степанов 09.10.00

В.М.Меркулов

А.В.Шереметьев

И.Ю.Степанов

Державне підприємство Науково-виробничий комплекс газотурбобудування «Зоря» - «Машпроект»

Центр науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт «Машпроект»

Україна, 64018, м. Миколаїв, пр. Жентилевий, 42 А

Тел: (8-10-38-0512) 22-12-48 Факс: (8-10-38-0512) 55-68-68, 22-02-43
E-mail: zpe@mashproekt.nikolaev.ua <http://www.mashproekt.nikolaev.ua>



Государственное предприятие Научно-производственный комплекс газотурбостроения «Зоря» - «Машпроект»

Центр научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ «Машпроект»

Україна, 64018, г. Николаев, пр. Октябрьский, 42 А

144/02 № 02/7599

г. Харьков, предприятие «Галеас»
Факс (8-057) 712-45-67
Мынченко В.В.

О разработке керамической турбины

В Центре НИОКР Машпроект ГП НПКГ «Зоря-Машпроект» были рассмотрены предложения Мынченко В.В. по разработке керамической газовой турбины с уравновешиванием центробежной силы давлением воздуха.

Специалисты Центра отмечают, что создание такой керамической турбины в принципе возможно. Вместе с тем при ее создании необходимо решить целый ряд сложных технических проблем. Основная часть этих проблем перечислена в заключении ГП ЗМКБ «Прогресс» им. А.Г. Ивченко.

Учитывая тот факт, что в свое время в Центре НИОКР «Машпроект» проводились опытные работы с керамическими деталями ГТД, специалисты Центра могли бы принять участие в решении ряда технических вопросов, связанных с конструированием и расчетами, которые соответствуют нашей специфике, в случае положительного решения о финансировании данного проекта.

Заместитель директора

Центра НИОКР «Машпроект»

ГП НПКГ «Зоря-Машпроект»

по конструкторским разработкам

Исаев В.В.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "ХАИ"
им. Н.Е.ЖУКОВСКОГО
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОНЦЕРН "УКРАИНСКИЕ МОТОРЫ"

РЕШЕНИЕ

5-го Международного конгресса двигателестроителей

7-11 сентября 2000 г.

Харьков-Рыбачье, Украина

На Конгрессе были заслушаны и обсуждены проблемные и проблемно-обзорные пленарные доклады ведущих ученых, а также 117 докладов и сообщений по 6 секциям, представляющих состояние двигателестроения в таких ответственных отраслях народного хозяйства как транспорт, энергетика, газотранспорт, судостроение и др. Материалы всех докладов были опубликованы в сборнике научных трудов ХАИ до открытия конгресса.

В Конгрессе приняли участие 137 ученых и специалистов, представляющих 33 организации различных министерств и ведомств Украины, России, Белоруссии и Азербайджана, в том числе 16 научно-исследовательских организаций и конструкторских бюро, 11 высших учебных заведений и 6 заводов. Среди участников был член-корреспондент РАН, 22 доктора и 38 кандидатов наук, ведущие специалисты организаций, докторанты, аспиранты и студенты.

1. Конгресс отмечает:

1. Высокий уровень и перспективность ряда научных работ, в том числе:

- по конверсии авиационных двигателей и повышению КПД энергетических ГТУ (ЗМКБ "Прогресс", Запорожье; ОАО «НПО им.М.Фрунзе», Сумы; ХАИ, Харьков; СГТУ, Севастополь);

- по сертификации авиационных двигателей и наземных газотурбинных установок (ЦИАМ, Москва);

- по совершенствованию рабочего процесса и улучшению экологических показателей транспортных дизелей (ХКБД, ИПМаш НАНУ, национальный политехнический университет, Харьков);

- по автоматизированным системам диагностики технического состояния, проектированию САУ и учету выработки ресурса авиационных ГТД (ХАИ, Харьков; ЗМКБ "Прогресс", Запорожье);

- по созданию современных технологий конструирования поршневой группы ДВС (концерн «Украинские моторы») и другие.

2. Результаты и перспективность поисковых НИР фирмы "Галеас" (Харьков) по высокотемпературным турбинам с керамическими деталями.

3. Недостаточное представление научных исследований в части конструирования и производства двигателей с использованием современных информационных технологий (компьютерно-интегрированных систем).....

II. Конгресс считает целесообразным:

1. Провести следующий 6-й Международный конгресс двигателестроителей в начале сентября 2001 г;
2. Просить ХАИ, Харьковский национальный политехнический университет, Концерн "Украинские моторы" принять на себя организацию и проведение 6-го Конгресса, для чего сформировать программный комитет и рабочую группу, поручив им составление и рассылку первого информационного сообщения до окончания текущего года.
3. Программному комитету 6-го Конгресса предусмотреть представление ведущими специалистами ряда заказных проблемно-обзорных докладов по наиболее актуальным проблемам двигателестроения.

III. Участники Конгресса отмечают большую работу организационно-программного комитета и его рабочей группы, а также Государственного аэрокосмического университета "ХАИ" им. Н.Е.Жуковского, обеспечивающих четкую организацию и успешную работу Конгресса.

Председатель организационно-
программного комитета,
доктор техн.наук, профессор

Зам. Председателя организационно-
программного комитета
доктор техн.наук, профессор

Ученый секретарь, канд.техн.наук,
ст.научн.сотр.



В.С.КРИВЦОВ

Д.Ф.СИМБИРСКИЙ

А.В.БЕЛОГУБ

ОТЗЫВ
о результатах поисковых научно-исследовательских работ
фирмы «ГАЛЕАС»,
представленных на 5-ом международном конгрессе двигателестроителей
7 – 11 сентября 2000 г. (Харьков – Рыбачье – Украина)

На заседании 5-го международного Конгресса двигателестроителей был заслушан доклад, представленный совместным украинско-российским предприятием «ГАЛЕАС» (г. Харьков), в котором инженер - конструктор предприятия Манческо В.В раскрыл суть изобретения, реализующего новый подход в конструировании высокотемпературных турбин с керамическими деталями. В последовавшем затем обсуждении участники Конгресса отметили оригинальность и не традиционность этого подхода, который, в отличие от всех известных на сегодняшний день технических решений, создает наиболее благоприятные условия работы керамических рабочих лопаток турбин.

Учитывая высокую актуальность применения керамических материалов при создании высокоэффективных, высокотемпературных двигателей, интерес к этой тематике ведущих двигателестроительных компаний мира, а также наукоёмкий потенциал изобретения, представленного в докладе, считаю необходимым и целесообразным продолжение и углубление работ СП «ГАЛЕАС» в данном направлении.

Проректор по научной работе Национального
аэрокосмического университета «ХАИ»
доктор технических наук, профессор



О.Е. ФЕДОРОВИЧ



Федеральное
государственное унитарное предприятие
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ АВИАЦИОННОГО
МОТОРОСТРОЕНИЯ им. П.И. БАРАНОВА

11116, Москва, Авиамоторная, 2
Тел.: 694-22-15; Факс: 267-13-54;
E-mail: avim@ciam.ru

от 05.10.07г № 200-07/108

на № _____ от _____

[_____]
[_____]

Господину Манческо В.В.
Садовый проезд, д.20, кв.59
г. Харьков, 61100, Украина

Копия: Господину Антоненкову А.Н.
Заместителю начальника Управления
авиационной промышленности
Роспрома
ул. Щепкина, д.42

Уважаемый Валерий Викторович!

В соответствии с поручением заместителя начальника Управления авиационной промышленности Роспрома Антоненкова А.Н. (исх.№04-ФАП-ПГ-869 от 04.06.2007 г.) в связи с Вашим обращением к Президенту РФ по поводу совместного российско-украинского проекта по созданию керамической турбины на основе имеющегося у Вас патента направляю Вам заключение специалистов ЦИАМ по этому предложению.

Приложение: указанное на 3 листах в 1 экз.

Генеральный директор

В.А. Скибин

Заключение дано в соответствии с поручением заместителя начальника Управления авиационной промышленности Роспрома Антоненкова А.Н. (исх.№04-ФАП-ПГ-869 от 04.06.2007 г.) в связи с обращением гражданина Манческо В.В. к Президенту Р.Ф. по поводу организации совместного российско-украинского проекта по созданию керамической турбины на основе украинского патента 98094933, полученного Манческо В.В. и Безруковым О.М. При подготовке заключения использовались материалы, направленные Манческо В.В. в адрес Президента Р.Ф., а также письма Манческо В.В. от 26.07.2007 г. и от 28.08.2007.

Предложение Манческо В.В. направлено на создание керамической газовой турбины.

Применение керамических материалов в газовых турбинах длительное время является весьма привлекательной задачей. Использование высокотемпературных керамических материалов может позволить существенно снизить требования к охлаждению деталей турбины, а в некоторых случаях – вообще отказаться от охлаждения этих деталей. В результате может быть повышена экономичность двигателя, что особенно важно для малоразмерных двигателей, в которых возможности повышения температуры газа ограничены из-за трудностей организации охлаждения деталей горячей части. Применение керамических материалов может также позволить снизить массу конструкции.

Вместе с тем опыт успешного внедрения керамических деталей в газотурбинные двигатели весьма ограничен. Некоторые итоги этой работы подведены в энциклопедическом двухтомнике “Ceramic Gas Turbine Design and Test Experience (2002), “ Ceramic Turbine Component Development and Characterization” (2003), изданном в США ASME и обобщающем опыт всех ведущих фирм мира, включая ЦИАМ.

Применение керамики сдерживается, прежде всего, ее хрупкостью и, как следствие, недостаточной надежностью керамических деталей. Хрупкость монолитной керамики обуславливает высокую чувствительность материала даже к маленьким дефектам, невозможность распределения нагрузок в соединениях, а также служит причиной низкой эксплуатационной надежности керамических деталей (например, в работе Takehara I., Tatsumi T., Ichikawa “Development Summary of CGT302 Ceramic Gas Turbine”/Proc. of the Int., Gas Turbine Congress, 1999, Kobe, p.57-63 наблюдались отколы кромок керамических рабочих

ры разработанных до настоящего времени конструкционных керамических материалов; необходимость создания покрытий для защиты керамических деталей от воздействия внешней среды при высокой температуре; существенное различие в коэффициентах линейного расширения керамических материалов и сплавов, затрудняющее создание узлов с керамическими деталями. Практически все успехи в применении керамических материалов в газотурбинных двигателях (за исключением создания керамических тел качения гибридных подшипников) основаны на использовании армированных волокнами керамических композиционных материалов, существенно превосходящих по трещиностойкости монолитную керамику.

В связи с тем, что монолитные керамические материалы сопротивляются сжатию лучше, чем растяжению, было предложено значительное количество решений, при которых керамические рабочие лопатки турбин будут работать в условиях сжатия. Такие конструкции предложены, в частности, в работах:

- Керамическое рабочее колесо турбины (№2475113 от 7 авг. 1981. Франция);
- Оболочковые турбинные лопатки в высокотемпературных газовых двигателях турбины и компрессоры №3,4, 1997, стр. 26-31, авторы Ю.В. Тихоплав, А.В. Сударев;
- Рабочее колесо осевой турбомшины патент РФ №2039871 от 27.10.92;
- Exo-Skeletal Engine – Novel Engine Concept – Proceedings of ASME Turbo Expo, 2003, GT2003-38204, 7 p, USA Patent 6.939831B1 и других.

Следует отметить, что на основе указанных выше предложений до настоящего времени не удалось создать эффективно работающую газовую турбину, так как, с одной стороны, для этого необходимо решение комплекса сложных материаловедческих и конструкторских проблем (создание силового бандажа на периферийных торцах лопаток, разработка уникальных подшипников и т.д.). С другой стороны, реализация предлагаемых предложений неизбежно приводит к снижению эффекта от применения керамики в турбине и к дополнительным проблемам в обеспечении надежности турбины.

В этом же ряду находится и предложение, запатентованное В.В. Манческо совместно с А.М. Безруковым на Украине в 2000 г. Основная идея этого предложения заключается в уравнивании действующих на рабочие лопатки турбины центробежных сил давлением газа (воздуха) на силовой бандаж, размещенный на периферийных торцах лопаток, в результате чего керамические лопатки будут работать на сжатие. Эта идея представляется достаточно интересной, так как ее реализация, возможно, позволит повысить газодинамическую эффективность турбины, снизить ее массу и повысить безопасность эксплуатации (за счет снижения кинетической энергии вращающихся деталей).

Вместе с тем для разработки такой конструкции необходимо решить большое количество проблем, включая обеспечение требуемого высокого (разного на различных режимах работы двигателя) давления газа на бандаж, охлаждение этого газа, уплотнение газовых полостей, передачу крутящего момента, обеспечение работоспособности подшипников, создание надежно работающих керамических лопаток.

Некоторые задержки с нашим ответом были связаны с надеждой получить технические материалы (конструктивные проработки, расчеты и т.д.), подтверждающие возможность решения этих проблем и создания эффективно работающей конструкции. Однако, по-видимому, такие материалы в настоящее время отсутствуют. Поэтому дать даже предварительную оценку в настоящее время не представляется возможным. Это можно сделать только на основе анализа эскизного проекта турбины и экспериментальных проверок основных технических решений, заложенных в этот проект.

Представляется целесообразным проведение этих работ применительно к наземной газотурбинной установке мощностью ~ 1МВт. Для выполнения этой работы необходимо подключение специалистов конструкторских бюро.

В письме В.В. Манческо от 26.07.07 указывается, что практически решен вопрос о выполнении первого этапа проекта силами творческого коллектива, состоящего из представителей «Ивченко Прогресс», НПО «Зоря-Машпроект» и ХАИ при финансировании этой работы правительством Украины.

ЦИАМ подтверждает свое согласие (см. наш исх.№200-11/21 от 17.02.06) на участие в проведении расчетных и экспериментальных исследований и конструктивных проработках такой турбины при наличии соответствующего финансирования. Институт обладает большим опытом работы в указанном направлении, необходимыми для этой цели уникальным оборудованием и программным обеспечением.

К вопросу об организации совместного российско-украинского проекта по созданию такой турбины целесообразно вернуться после выполнения первого этапа работы и обсуждения полученных результатов.

Заместитель генерального директора ЦИАМ д.т.н., проф.


Ю.А. Ножницкий

Начальник отдела д.т.н., проф.


Т.Д. Каримбаев



**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННОГО МОТОРОСТРОЕНИЯ
И М . П . И . Б А Р А Н О В А**

111116, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 2, тел.: 200-22-15; факс: 267-1354; E-mail:
avim@ciam.ru

Факсимильное сообщение

От: Ножницкого Ю.А.
Телефон: 362-49-75
Факс: 362-39-32

Документ № 200-11/20

Дата 17.02.06 г.

Страниц 1

включая титульный лист

Кому: Директору совместного
предприятия «Талеас»
Манческо В.В.

Факс: 8-10-38-0574/1-49-88

В случае плохого качества
факса или возникших
вопросов просим обратиться
по тел. 362-49-75

Уважаемый Валерий Викторович!

Направляю Вам факс о согласии нашего института на проведение на договорной основе совместных работ по Вашей установке. Одновременно прошу выслать в наш адрес по факсу +7-495-362-39-32 или E-mail nozhnitsky@ciam.ru материалы патента на конструкцию.

Заместитель Генерального директора

Ю.А.Ножницкий

Федеральное государственное унитарное предприятие



**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННОГО МОТОРОСТРОЕНИЯ
И М. П. И. БАРАНОВА**

111116, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 2, тел.: 200-22-15; факс: 267-1354; E-mail: avim@ciam.ru

Факсимильное сообщение

От: Ножницкого Ю.А.
Телефон: 362-49-75
Факс: 362-39-32

Документ № 200-11/21
Дата 17.02.06 г.
Страниц 1
включая титульный лист

Кому: Директору совместного
предприятия «Галеас»
Манческо В.В.
Факс: 8-10-38-057244-49-82

В случае плохого качества факса или возникших вопросов просим обратиться по тел. 362-49-75

Уважаемый Валерий Викторович!

В соответствии с Вашим запросом сообщая, что наш институт согласен на проведение расчетных и экспериментальных исследований по облику, газодинамике, тепловому состоянию и прочности турбины бездисковой конструкции с керамическими рабочими лопатками, а также на проведение работ по сертификации этой установки.

ЦИАМ обладает большим опытом работ в указанном направлении, необходимыми уникальным оборудованием и программным обеспечением.

Работы должны вестись по контрактам в соответствии с согласованными техническими заданиями.

Заместитель Генерального директора

Ю.А.Ножницкий



Ukraine, 03142, Kiev - 142,
3, Krzhizhanovsky Str.
Phone: (044) 444-20-71, 444-22-71
Fax: (044) 444-21-31

Україна, 03142, Київ - 142,
вул. Кржижанівського, 3
Телефон: (044) 444-20-71, 444-22-71
Факс: (044) 444-21-31

Утверждаю,
зам. директора ИПМ НАНУ
чл.-корр. НАНУ, проф.
С.А. Фирсов
“ “ июня 2000 г.

В институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины обратилось совместное украинско-российское предприятие "Талеас" с просьбой рассмотреть вопрос о перспективности применения конструкционной керамики в качестве материалов для рабочих лопаток турбин в оригинальной конструкции турбодвигателя, разработанной специалистами этого предприятия. По заключению специалистов Государственного аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского (ХАИ) вращающиеся рабочие лопатки турбин данной конструкции не подвержены напряжениям растяжения и контактным напряжениям. Это создает благоприятные условия для работы керамических материалов, в отличие от условий, существующих в современных конструкциях турбодвигателей.

Институт проблем материаловедения, совместно с другими организациями страны, проводит работы в области разработки и изучения свойств керамики для газотурбинных двигателей с 70-х годов. На сегодняшний день в рамках лабораторных и опытно-промышленных технологий получены керамические материалы с прочностью до 600 МПа в температурном интервале до 1400°C. Разработанные материалы были опробованы в качестве материалов камер сгорания, сопловых аппаратов, рабочих колес и других деталей экспериментальных двигателей различных конструкций. Работоспособность материалов при температурах газового потока до 1400°C была подтверждена при испытаниях керамических деталей и отдельных узлов двигателей.

В работах изучались материалы на основе нитрида и карбида кремния. Были разработаны технологии изготовления деталей для газотурбинных двигателей мощностью от 300 до 10000 кВт.

Работы велись в рамках государственных программ совместно с конструкторскими и производственными организациями.

Поставщиками порошков тугоплавких соединений являлись: 1) Донецкий завод химических реактивов; 2) Запорожский абразивный комбинат; 3) Опытное производство института проблем материаловедения НАН Украины.

Учитывая опыт, полученный в результате многолетней работы института, условия работы керамики в новой конструкции турбодвигателя, при достаточном финансировании работ, возможно создание газотурбинного двигателя с керамическими рабочими лопатками в достаточно короткие сроки на территории Украины.

Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича заинтересован в развитии представляемого проекта и согласен принять участие в решении материаловедческих задач,

связанных с использованием керамики и других новых материалов (уплотнений, пар трения и др.) в газотурбинных двигателях.

Имеющийся технологический задел, сырьевая база и научно-технический потенциал позволяют выполнить материаловедческую часть проекта силами организаций Украины.

Зав. отделом конструкционной
керамики ИПМ НАНУ
д.ф.-м.н.



О.Н. Григорьев

Заключение

**по разработке керамической газовой турбины
с уравниванием центробежных сил
и передачей крутящего момента на вал
давлением гидравлической среды**

г. Харьков

23.03.2005 г.

Специалисты авиадвигателестроительного факультета № 2 Государственного аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского "ХАИ" с апреля 2000 г. участвуют в консультациях и экспертизах по разработке указанной турбины, предложенной В.В. Манческо и А.М. Безруковым.

В октябре 2000 г. предложенный проект турбины был подвергнут тщательной экспертизе специалистами одной из ведущих авиадвигателестроительных организаций Украины и мира ГП "Ивченко – Прогресс" г. Запорожье. В Заклучении этой организации сделан вывод о полезности проекта и его непротиворечии законам механики, аэро- и термодинамики. Однако сформулирован ряд серьезных инженерно-технических проблем, решение которых обязательно при практической реализации проекта.

В январе-феврале с.г. проект турбины, усовершенствованный путем принятия дополнительных технических решений и частичного преодоления обозначенных проблем, был повторно рассмотрен ведущими специалистами кафедры конструкции авиационных двигателей и кафедры авиационной теплотехники факультета № 2. В ходе проведения научно-технического семинара на базе этого рассмотрения были приняты следующие решения:

1. Подтверждена физическая реализуемость и определена положительная динамика в практической его разработке.
2. Некоторые принципиально сложные научно-технические проблемы, отмеченные в Заклучении ГП "Ивченко-Прогресс", авторами либо сня-

женерные решения, что будет способствовать осязаемому прогрессу транспортного и энергетического комплекса Украины вообще, и турбостроения в частности.

4. Научно-исследовательские подразделения и ведущие ученые указанных кафедр заинтересованы и могут принять участие в решении ряда технических вопросов, связанных с реализацией проекта.

Заведующий кафедрой конструкции авиадвигателей ХАИ, профессор, д.т.н.



С.В. Епифанов

Профессор кафедры, д.т.н., Лауреат Государственной премии СССР



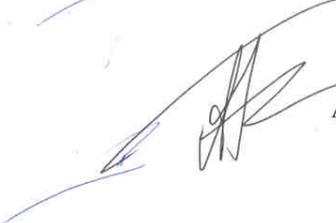
Д.Ф. Симбирский

Докторант кафедры, доцент, к.т.н.



А.В. Олейник

Заведующий кафедрой авиационной теплотехники ХАИ, профессор, д.т.н.



Г.А. Горбенко

Профессор кафедры, д. физ.-мат. н

А.В. Бастеев

Докторант кафедры, доцент, к.т.н.

П.Г. Гакал

Подписи: профессора С.В. Епифанова, профессора Д.Ф. Симбирского, доцента А.В. Олейника, профессора Г.А. Горбенко, профессора А.В. Бастеева, доцента П.Г. Гакала – удостоверяю

Ученый секретарь Совета, профессор



Т.П. Цепляева

Таблиця 1.1. Покоління авіаційних газотурбінних ПРД

Характерні особливості	Перше	Друге	Третє	Четверте	Прогноз
Тип двигуна	ТРД	ТРДФ, ТРДД, ТГвД, ТРДД з малим m	ТРДФ, ТРДД, ТРДФ	ТРДД з великим m	ТРДД, ТРДФ, ТГвД
Схема двигуна	Одноваловий	Одноваловий з регульованим напрямним апаратом (НА) компресора	Одноваловий з розвиненою механізацією, дво- та триваловий	Дво- та триваловий	Дво- та триваловий, зменшення числа ступенів та кількості лопаток
Максимальна температура газу перед турбіною,	900...1000	1150...1250	1400...1500	1500...1650	1800...2000
Ступінь стиснення в компресорі (сумарний)	3,5...5	10...13	14...18	21...27	30...60
Питома маса двигуна, кг/кН	0,6...0,8	0,22...0,26	0,14...0,18	0,12...0,13	0,09...0,1
Питома витрата палива, кг/(Н·год) при $M_{II}=0,8$ і $H=11$ км	1,4...1,2	1,1...0,8	0,7...0,64	0,62...0,58	0,56...0,5
Матеріал компресора	Дюралюмін, конструкційна сталь	Титан, легована сталь	Титан, жароміцний сплав	Титан, жароміцний сплав	Інтерметаліди, кераміка, композити
Матеріал турбін і наявність охолодження	Жароміцний сплав, без охолодження	Жароміцний сплав поліпшеної якості, охолодження соплового апарату першого ступеня	Жароміцний сплав із подальшим поліпшенням жароміцності, охолодження соплових апаратів та робочого колеса	Сплав спрямованої кристалізації, монокристалічні сплави, охолодження соплових апаратів I та II ступенів і робочого колеса I ступеня	Кераміка, жароміцний сплав

УДК 629.7.026
ББК 39.56
Т 35

Терещенко Ю. М., Мітрахович М. М.
Авіаційні газотурбінні двигуни. — Київ: **КИЦ**, 2001. — 312 с.

В книзі проаналізовано сучасний стан, перспективи розвитку та вдосконалення авіаційних газотурбінних двигунів. У систематизованому вигляді приведені сучасні методи розрахунків та аналізу робочих процесів і характеристик авіаційних газотурбінних двигунів різноманітного призначення.

Особлива увага приділяється методам математичного моделювання процесів, що протікають в газотурбінних двигунах і визначають їх ефективність та економічність.

Книга призначена для наукових працівників, фахівців та інженерів, які працюють в галузі створення, проектування та експлуатації авіаційної техніки з газотурбінними двигунами. Вона може бути рекомендована також аспірантам і студентам вищих навчальних закладів авіаційного профілю.

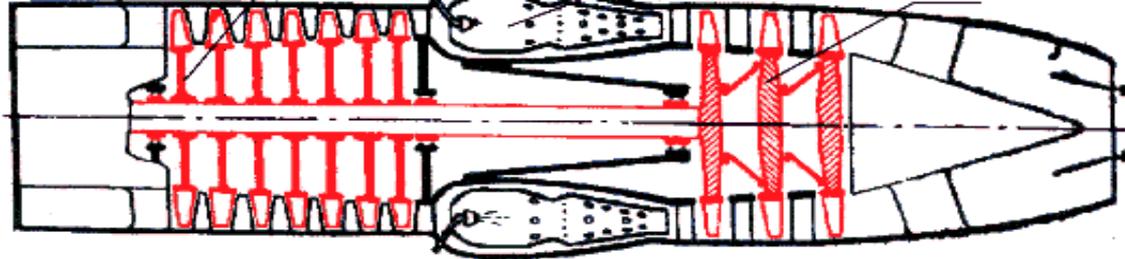
Таблиць — 17. Рисуноків — 210. Кольорові ілюстрації — 16 сторінок.
Список літератури — 212 назв.

Рецензент — доктор технічних наук, професор Котельников Г. Н.

Рекомендовано до видання науково-технічною радою
Секції прикладних проблем
Президії Національної академії наук України
(протокол № 7 від 26 грудня 2000 р.).

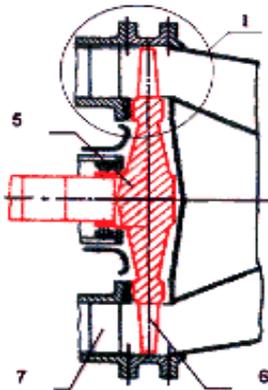
ISBN 966-7192-22-8

© Видавництво **КИЦ**, 2001

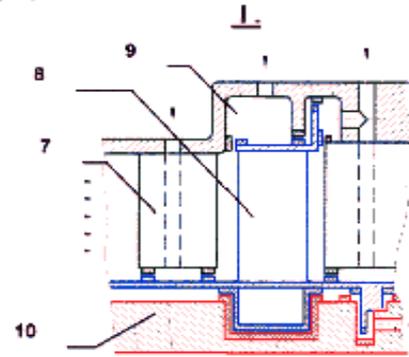


Традиционный турбодвигатель

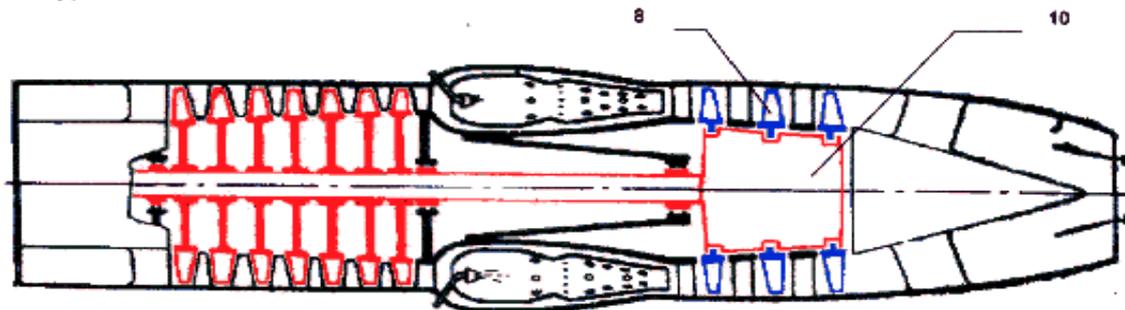
- 1 – статор;
- 2 – камера сгорания;
- 3 – компрессор;
- 4 – турбина с дисковой конструкцией вала;
- 5 – диск вала турбины, выполненный из легированной стали;
- 6 – рабочие лопатки турбины, выполненные из легированных сплавов;
- 7 – сопловый аппарат;
- 8 – рабочая лопатка турбины, выполненная из конструкционной керамики. Заменяет рабочую лопатку турбины п.6;
- 9 – газовая опора;
- 10 – вал турбины барабанной конструкции.



Турбина традиционного турбодвигателя



Фрагмент турбины перспективного турбодвигателя



Спасибо за внимание!