



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



«Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов



«ПРОМЕТЕЙ»

имени И. В. Горынина

Государственный научный центр

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Полянского Александра Михайловича**  
на тему: «Материаловедческие решения проблем разрушения деталей и узлов ЖРД  
большой мощности в производстве и эксплуатации»,

представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по  
специальности 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Диссертационная работа Полянского Александра Михайловича посвящена анализу, обобщению и систематизации результатов материаловедческих решений задач о разрушениях в основных агрегатах и узлах маршевых жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) большой мощности.

Перечень механизмов разрушения весьма разнообразен, достаточно часто при огневых испытаниях наблюдаются усталостные разрушения, например, в магистральных и вспомогательных трубопроводах, в лопатках рабочего колеса турбины (РКТ) и соплового аппарата (СА). Под воздействием вибраций поверхность деталей может подвергаться фреттинг-износу, а от высокочастотных звуковых колебаний – акустической кавитации. Также при огневых испытаниях могут происходить силовые разрушения и гидродинамическая кавитация, а при хранении двигателей – коррозионное растрескивание под напряжением (КРН).

Риск преждевременного разрушения может быть связан с технологическими факторами, например, в паяных (при гидроиспытаниях) и сварных соединениях встречаются силовые разрушения, жидкометаллическое охрупчивание, в литье – горячее и холодное растрескивание, наблюдается водородное охрупчивание. В таких случаях определение причин и механизмов разрушений узлов и агрегатов ЖРД становится очень *актуальным*.

Целью диссертационной работы является повышение надежности и ресурса ЖРД большой мощности путем решения конкретных проблем разрушений основных узлов ЖРД при производстве и эксплуатации, а также выработке и реализации практических конструктивно-технологических решений, исключающих риск преждевременного разрушения.



НИИ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей»

191015, Россия, Санкт-Петербург, улица Шпалерная, дом 49

Телефон (812) 274-37-96, Факс (812) 710-37-56, mail@erism.ru, www.erism-prometey.ru

ОКПО 07516250, ОГРН 1037843061376, ИНН 7815021340/ КПП 784201001



Научная новизна заключается в получении систематизированных данных о механизмах эксплуатационных и технологических разрушений в основных агрегатах ЖРД большой мощности и конструктивно – технологических решениях, позволяющих эти разрушения предотвращать.

В качестве наиболее важных результатов работы, определяющих новизну, в частности, можно отметить следующие:

- образование в вершинах поверхностных трещин в лопатках СА и РКТ под воздействием термоударных нагрузок (на запуске и останове двигателя, при многократном применении) зон пластической деформации с остаточными напряжениями сжатия приводит к смещению плоскости каждой следующей трещины по отношению к предыдущей, что значительно снижает среднюю скорость их роста;
- высокотемпературное циклическое деформирование сплава ЭК-61 значительно увеличивает скорость образования  $\delta$  - фазы по сравнению с последней при старении и снижает предел выносливости сплава;
- появление холодных трещин в литых патрубках из сплава ВТ5Л1 происходит от первичных трещин, образовавшихся при охлаждении под воздействием термических напряжений в результате теплового охрупчивания в интервале температур  $\beta \rightarrow (\alpha + \beta)$  перехода (1030–980 °С). Их субкритический рост – по механизму водородного охрупчивания;
- в жаропрочном медноникелевом сплаве «273» пластинчатые зернограницные и внутризеренные выделения  $\eta$  – фазы образуются в результате превращения  $\gamma \rightarrow \eta$ , а образование ячеистых выделений  $\eta$  – фазы происходит по механизму прерывистого распада.

Практическое применение результатов диссертационной работы заключается в выявлении причин и механизмов технологических и эксплуатационных разрушений узлов ЖРД, разработке технологических рекомендаций и выработке конструктивно – технологических мероприятий для предотвращения разрушений в условиях производства ОАО «НПО Энергомаш» (г. Химки), а также смежных предприятиях отрасли.

Достоверность результатов обеспечена комплексным подходом к решению поставленных задач, основанным на применении современных методов исследований и использовании современного оборудования.

Автореферат написан четким и понятным языком, хорошо оформлен. 46 статей в рецензируемых журналах (перечень ВАК РФ, индексируемых в базах данных Scopus) хорошо отражают результаты работы, 4 патента РФ – новизну технические решения и способы.

По автореферату можно сделать замечания, не влияющие на общую высокую оценку представленной работы:

1. Установлено, что множественные трещины в лопатках РКТ 1-го, 2 – го и 3 – го типа образовывались на нестационарных режимах работы двигателя (при запуске и останове) у РКТ, подвергавшихся длительному травлению на операции снятия дефектного никелевого покрытия и значительного наводороживания основного материала лопаток до 18-20 ppm. В автореферате не представлены механизмы таких разрушений (гл.3).



2. В автореферате не указан источник пульсаций внутреннего давления в трубопроводах, под воздействием которых в изгибах трубопроводов происходили разрушения по усталостному механизму на средней линии изгиба (гл.6).

В целом, диссертация Полянского А.М. является законченным научно - исследовательским трудом, выполнена на высоком теоретическом и экспериментальном уровне. Автором изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на предотвращение разрушения деталей и узлов ЖРД большой мощности при производстве и эксплуатации, внедрение которых вносит значительный вклад в повышение надежности и ресурса основных агрегатов ЖРД большой мощности.

Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям Положением о порядке присуждения ученых степеней в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 - Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Заместитель генерального директора по научной работе,  
начальник научно-производственного комплекса №3,

д.т.н., доцент

Ильин Алексей Витальевич



Заместитель начальника научно-производственного  
комплекса №3, начальник лаборатории 32,

д.т.н., профессор

Хлусова Елена Игоревна

Адрес: 195915, Санкт-Петербург, Шпалерная, д.49

Телефон (рабочий): 8 (812) 2741822

Адрес электронной почты: npk3@crism.ru

*Подпись Ильина А.В. удостоверено:*  
*Зам. сек. орг. С.А. Сародубцев И.А.*



*Подпись Хлусовой Е.И. удостоверено:*  
*Зам. сек. орг. С.А. Сародубцев И.А.*

