

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Зенина Владислава Александровича «Исследование и разработка метода расчета активных элементов энергетических установок на основе сплавов с памятью для ФАР», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Актуальность темы. Известно, что крупногабаритные фазированные антенные решетки (ФАР) включают в себя элементы радиоаппаратуры (фазовращатели, конденсаторы, резисторы и т.д.), имеющие очень низкий КПД (порядка нескольких процентов). Поэтому ФАР, для обеспечения требуемого теплового режима, включают в себя системы охлаждения. Количество выделяемого тепла определяется мощностью ФАР. Тепловые потери крупногабаритных ФАР достигают десятков или сотен кВт. В таких антеннах применяются жидкостные системы охлаждения. Для снижения тепловых потерь предлагается применять энергетическую установку на основе сплавов с памятью, которая способна рекуперировать тепловую энергию.

В настоящее время известно большое количество решений по схемам построения энергетических установок на основе сплавов с памятью. В большинстве случаев процесс их разработки носит эмпирический характер, что не позволяет создать эффективно функционирующую энергетическую установку. Это связано с отсутствием метода расчета активных элементов энергетической установки, включающий в себя не только её термомеханический расчет, но и требования, предъявляемые к энергетической установке, подготовку активного элемента к работе в составе энергетической установки. Поэтому исследование, посвящённое разработке метода расчёта и проектирования активных элементов на основе сплава с памятью, предназначенных для работы в энергетических установках, считаю актуальным.

Первая глава диссертации содержит аналитический обзор источников, связанных с проектированием активного элемента (АЭ) энергетических установок (ЭУ).

Во второй главе рассмотрены требования к специальным свойствам сплавов, заготовкам и активным элементам при проектировании энергетических установок. Даны рекомендации по выбору типа АЭ с учётом энергоэффективности и технологичности. На основе экспериментальных исследований разработан вариант подготовки АЭ к работе в составе ЭУ, обеспечивающий стабильность механических характеристик, с коэффициентом восстановления деформации равным единице.

В третьей главе установлено, что в интервале температур мартенситных превращений A_H-A_K повышенное потребление энергии связано с кристаллическим переходом мартенсит – аустенит и затратами энергии на фактически произведенную механическую работу. На основе экспериментальных исследований определена энергия мартенситных превращений и энергия, затрачиваемая на совершение фактической механической работы для сплавов системы Ni-Ti.

На основании критерия энергоёмкости предложено оценивать энергоэффективность типа АЭ. Этот критерий показывает наиболее полное использование термомеханического потенциала заложенного в АЭ.

Четвертая глава содержит результаты экспериментальных исследований образца, которые проводились с целью:

- подготовки образца к работе в составе ЭУ;
- определения зависимости коэффициента восстановления от приложенной нагрузки;
- подтверждения гипотезы о том, что в интервале температур аустенитных превращений тепловая энергия дополнительно расходуется на мартенситные превращения и на совершение фактической механической работы.

В пятой главе, представлены варианты исполнения ЭУ турбинного типа, разработан метод расчета активного элемента энергетической установки.

На базе предложенного метода произведен расчет АЭ. Показано что с позиции эффективного использования материала выгодней использовать АЭ, который работает на кручение чем на изгиб.

Научная новизна. Научные положения, выносимые на защиту, являются принципиально новыми. Сформулированные соискателем задачи до него никем в указанном объеме не ставились и не решались. Получены новые основные результаты работы:

Установлено, что в интервале температур мартенситных превращений A_H-A_K повышенное потребление энергии связано с кристаллическим переходом мартенсит – аустенит и затратами энергии на фактически произведенную механическую работу.

На основе экспериментальных исследований определена энергия мартенситных превращений и энергия, затрачиваемая на совершение механической работы для сплавов системы Ni-Ti.

Разработан метод расчета и проектирования активного элемента энергетической установки турбинного типа, работающей в двух средах.

На основе экспериментальных исследований разработан вариант подготовки АЭ к работе в составе ЭУ, обеспечивающий стабильность механических характеристик, с коэффициентом восстановления деформации равным единице.

Разработан способ оптимизации выбора типа АЭ с учетом энергоемкости.

Достоверность результатов диссертации. Достоверность и обоснованность подтверждается корректным применением законов термодинамики и уравнений механики деформируемого твердого тела, математических методов, численных методов, современного программного обеспечения, а также результатами экспериментальных исследований и результатами экспериментальных исследований других авторов.

Практическая ценность результатов работы определяется возможностью и целесообразностью их использования при проектировании активного

элемента ЭУ. Полученные результаты, по определению затрат энергии на мартенситные превращения и на совершение фактической механической работы, позволяют произвести расчет АЭ из сплава системы Ni-Ti.

Замечания по содержанию диссертации и автореферата:

1. В заглавии лучше было бы вместо термина ФАР привести его расшифровку.
2. Следовало бы материал первой главы, касающийся зависимости фазового состава сплава с памятью формы (рис. 1.1), а также пятой главы, поясняющего устройство энергетических установок, работающих в двух средах, изложить перед формулировкой цели и задач исследования, что облегчило бы читателю понимание термина "в двух средах", используемого в цели исследования, и обозначений температур A_H , A_K , M_H , M_K , используемых в разделах, посвящённых задачам исследования, научной новизне и методам исследования.
3. В области температур A_H - A_K в поликристаллической решетке энергия затрачивается не только на переход мартенсит – аустенит и на совершение работы, но и на внутреннее трение и на преодоление взаимодействия между кристаллами, связанного с заневоливанием. Очевидно, что оценка этих затрат могла бы позволить с большей точностью определить энергию преобразования мартенсит - аустенит.
4. Содержание заключения следовало бы дополнить пунктом, в котором раскрывалось выполнение цели исследования.

Замечания по оформлению текста, неточностям и опечаткам:

- Рис. 1.1. Заменить M_H на M_K , а M_K на M_H .
- Стр. 14. $T > M_K$ (участок 1) заменить на $T < M_K$ (участок 1).
- Рис. 1.3. Нет пояснения обозначению G.
- Стр. 36. "Осевое нагружение" заменить на "окружное нагружение".
- В обозначении параметра J_x^* (стр. 62 и формулы 3.79, 3.80, 3.86 и 5.65) термин "момент инерции сечения АЭ" заменить на термин

"геометрическая характеристика сечения, аналогичная моменту инерции в линейной теории упругости".

- Рис. 5.5. Изменить размерность момента с кВт на Н·м.
- На стр.121. Заменить ссылку на рис. 5.13 ссылкой на рис. 5.12.

Однако сделанные замечания не снижают ценности диссертационной работы, выполненной на соискание ученой степени кандидата технических наук в соответствии с требованиями ВАК.

Соответствие содержания диссертации указанной специальности

Содержание диссертации полностью соответствует специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации

Автореферат правильно и в достаточной степени отражает содержание диссертации.

Заключение о соответствии работы требованиям ВАК

Работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Заключение. Работа является законченной и выполнена автором на достаточно высоком научном уровне. Проведенные научные исследования можно характеризовать как научно обоснованные технические разработки, позволяют проектировать активные элементы энергетических установок турбинного типа. Представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы. Следует отметить, что автор в процессе работы над диссертацией успешно выполнил теоретические и экспериментальные исследования по нелинейной теории упругости, термодинамике, гидравлике, теоретической механике, машиноведению, материаловедению.

Диссертация написана в стиле, соответствующем научным публикациям. Каждая глава завершается содержательными выводами, что облегчает понимание материала.

Диссертация в целом представляет собой научный труд, в котором содержится решение важной проблемы.

