

В Диссертационный Совет Д 212.298.02  
ФГБОУ ВПО «Южно-Уральского  
государственного университета» (НИУ)

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента на диссертационную работу Арсланова Марата Рашитовича на тему «Исследование влияния технологической наследственности на напряженно-деформированное состояние и усталостную прочность элементов конструкций из объемных наноматериалов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».**

1. Актуальность диссертационной темы. Увеличение доли применения наноструктурированных материалов, обладающих высокими прочностными свойствами, в элементах конструкций ставит задачу исследования их напряженно-деформированного состояния (НДС) на новый уровень, на котором нельзя избежать анализа вопроса о влиянии технологической наследственности, связанной с технологическим процессом получения данных материалов. Исследование усталостной прочности элементов конструкций с учетом всех стадий процесса достижения в материалах нанометрических структур, создаваемых в материалах путем интенсивной пластической деформации (ИПД), позволяет повысить их надежность и вместе с этим оценить возможность применения данных материалов в конкретных элементах конструкций.

Несмотря на значительное количество исследований, посвященных анализу НДС объемных наноструктурных материалов, проблема комплексного исследования НДС деталей от момента получения заготовки до изготовления конкретной детали остается открытой. Применение такого метода ИПД, как равноканальное угловое прессование (РКУП), для получения наноструктурированного материала насыщает обрабатываемый материал значительными остаточными деформациями, влияние которых на НДС детали должно быть учтено в ходе ее проектирования. Поэтому работа, посвященная исследованию влияния данных факторов на надежность и тем более усталостную прочность деталей из данных материалов, несомненно является актуальной.

Экспериментальное исследование многоциклового усталостной прочности наноструктурных материалов совместно с численным моделированием данных процессов

является весьма важной задачей, которая позволяет проектировать конструкции с учетом большего числа факторов, влияющих на процесс их получения, учитывать технологическую наследственность и изменение структуры материала.

Поэтому работа Арсланова М. Р. по определению НДС деталей сложной формы с учетом технологической наследственности и определением их усталостной прочности несомненно является актуальной и полностью соответствует обозначенной научной специальности.

2. Систематические исследования, направленные на решение задач определения НДС типовых конструкций и конструкций сложной формы из наноструктурированных материалов с учетом технологической наследственности, исследования усталостной прочности с применением современных CAE-технологий приводятся впервые. В связи с этим необходимо признать достаточно высокий научный уровень диссертационной работы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации определяется: достоверностью научных положений, использованием фундаментальных положений механики деформируемого твердого тела, корректным применением современных экспериментальных и численных методов деформирования твердого тела, а также решением большого числа тестовых задач, сравнением полученных решений с экспериментальными данными, и сравнением полученных решений с известными численными методами на основе иных систем уравнений.

Научная новизна постановки направлений исследований и полученных в работе результатов заключается в том, что соискатель:

- разработал методику расчета НДС в типовых элементах конструкций и деталях сложной формы, отличающейся от существующих учетом технологической наследственности в заготовках после ИПД технологии РКУП из наноструктурного титанового сплава;
- исследовал НДС законцовки гибкого трубопровода, изготовленного из титанового сплава ВТ6 (в обычном и наноструктурном состоянии) путем конечно-элементного моделирования технологических процессов РКУП, гидравлической штамповки, учитывая всю последовательность нагружения и установил положительное влияние технологической наследственности формирования наноструктурного материала на НДС элементов гибкого трубопровода, что привело к увеличению его прочности;
- исследовал теоретически и экспериментально многоцикловую усталостную прочность элементов конструкций из титанового сплава Ti-6Al-4V (в обычном и

наноструктурном состоянии) и установил, что предварительное наноструктурирование материала заготовки повышает предел выносливости практически в 2 раза, в сравнении с исходным состоянием материала.

3. Практическая значимость, полученных автором результатов исследования НДС в законцовке гибкого трубопровода с учетом технологической наследственности в элементах данного узла, определяется внедрением наноструктурированных материалов на предприятии ОАО УАП «Гидравлика» при изготовлении гибкого трубопровода, что позволило оптимизировать режимы технологического процесса, а также сформировать благоприятное с точки зрения эксплуатации остаточное НДС и увеличить прочность и надежность конструкции в целом.

Важным для науки результатом является обоснованный диссертантом способ математического численного моделирования всей стадии технологического процесса получения деталей сложной формы – от процесса получения материала, до процесса изготовления конкретной детали с учетом всех стадий нагружения, реализованный на программных продуктах «DEFORM-3D» и «ANSYS». Данная методика может применяться в дальнейшем для рационализации технологии интенсивной пластической деформации материалов.

4. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. В связи с возможностями, которые позволяют учесть технологическую наследственность при изготовлении деталей сложной формы, хотелось бы рекомендовать данную модель для расчета технологической наследственности и усталостной прочности в экспериментальных лопатках из наноструктурного титанового сплава газотурбинных двигателей, либо в изделиях узлов аппаратуры, работающих в условиях сложного нагружения.

5. Диссертационная работа является законченным научным исследованием.

6. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации.

Автореферат диссертации правильно и в достаточной степени отражает содержание диссертации. Диссертация оформлена с учетом требований, предъявляемых к работам и удобна для понимания. Главы и их содержание изложены удовлетворительным научно-техническим языком, последовательно, в соответствии с решением поставленных задач.

Основные результаты диссертации опубликованы в 11 печатных работах. Из них 3(три) - в рецензионных изданиях из списка ВАК.

По работе можно сделать следующие замечания:

разных материалах, хотя на самом деле описывается один и тот же сплав Ti-6Al-4V, только в наноструктурированном состоянии.

2) В Главе 1 в обзорной части фамилии зарубежных авторов приведены на латинице, что само по себе некорректно с точки зрения русского языка. В «Справочнике издателя и автора» А. Мильчина указано, что печатать зарубежные названия на языке их национальной и государственной принадлежности нежелательно, а в научных изданиях в скобках может быть приведено название на языке-источнике.

3) Вызывает сомнение целесообразность применения конечно-элементной сетки, насчитывающей 490-500 тысяч элементов при расчете узла законцовки трубопровода, в то время, когда исходные расчетные модели, в которых формировалась «технологическая наследственность» насчитывали значительно меньшее количество элементов (если судить по представленным картинкам НДС образцов после РКУП и после накатки).

4) Вызывает сомнение тезис из выводов к Главе 4: «снижение уровня напряжений в ниппеле из наноструктурного сплава объясняется влиянием полей технологических напряжений, наведенных на предыдущих операциях, и *высокими физико-механическими свойствами наноструктурного титана ВТ6*». Каким образом на снижение напряжений в детали могут повлиять механические свойства материала? На них могут влиять остаточные напряжения и фактические «рабочие» напряжения, воспроизводимые в элементе конструкции заданными нагрузками.

Тем не менее, в целом имеющиеся в работе недостатки, указанные в замечаниях, не снижают ее научной и практической значимости.

7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Диссертация Арсланова Марата Рашитовича на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи влияния технологической наследственности на прочность элементов конструкций, выполненных из наноструктурированных материалов, позволяющая проектировать конструкции из данных материалов, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний, а именно динамики, прочности машин, приборов и аппаратуры, что соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ( п.9, п.10) , а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени по специальности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Официальный оппонент,  
доктор физико-математических наук,  
профессор, зав. кафедрой механики  
композиционных материалов и конструкций  
ФГБОУ ВПО «Пермского национального  
исследовательского политехнического  
университета»



Ю. В. Соколкин

614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет  
Тел: 8(342)239-12-94, e-mail: mknk@psu.ru

20 мая 2014 г.

*Подпись Ю.В. Соколкина удостоверяю*  
Начальник управления кадров

Т.Ф. Кайль