

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Мыльникову Владимира Викторовича на тему «Структурно-деформационные особенности и закономерности динамики эволюции усталостных характеристик металлических материалов в условиях различных видов нагружения», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела

1. Актуальность темы диссертации

Увеличение производства машин и агрегатов требует более точного определения их механических характеристик, что связано со стремлением снизить металлоемкость изделий и внедрением в промышленность новых металлов и сплавов. Наиболее опасным и малоизученным является усталостное разрушение деталей машин и конструкций. Частые случаи усталостного разрушения объясняются недостаточной изученностью явления усталости металлов, которое характеризуется исключительной сложностью и разнообразием процессов, происходящих в материалах в условиях действия переменных нагрузок, а также большой чувствительностью этих процессов к влиянию различных технологических, эксплуатационных и конструктивных факторов. Разрушение материала начинается с постепенного локального деформирования в зонах распределения наивысших напряжений и накопления повреждений, что оказывает существенное влияние на показатели сопротивления усталости. Существующие теории усталости материалов с применением разнообразных структурных параметров и параметров повреждаемости не дают полного объяснения природы усталостного разрушения и дополнительно осложняются длительностью и сложностью испытаний для верификации предлагаемых моделей. Поэтому разработка новых подходов в структурно-механических экспериментах и расчетах с применением современных средств исследований ведет к изме-

нению методологии анализа проблем циклической прочности и долговечности, включая физическое толкование, аналитическое описание и методику самих исследований, что является весьма актуальным. В диссертационной работе предлагаются и обосновываются методологические основы исследований повреждаемости, с учетом накопления деформации в поверхностных слоях, разработки взаимосвязи структурно-чувствительных факторов с физико-механическими закономерностями динамики усталостных характеристик и расчета прогнозируемых показателей усталостной прочности циклически деформируемых сплавов с учетом критериев установленных на большом количестве экспериментальных данных полученных диссертантом. Таким образом можно констатировать, что представленный подход в диссертационной работе является актуальной научной задачей в области механики деформируемого твердого тела.

2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Представленные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации имеют необходимые обоснования. В качестве теоретических основ использована теория механики повреждаемости. Применение данной теории обеспечило возможность рассмотрения динамики эволюции усталостных характеристик металлических материалов в условиях различных видов нагружения.

Теоретические положения, использованные в работе, не противоречат исследованиям других ученых, занимающихся исследованиями в области механики деформируемого твердого тела. Это подтверждено анализом научных публикаций российских и зарубежных авторов, представленным в первой главе диссертации. Допущения, принятые при разработке расчетных методов прогнозирования прочности и долговечности не противоречат общепринятым, используемым в работах других авторов.

Исследования показателей сопротивления усталости в динамике процесса циклического нагружения по различным схемам чистых металлов с разной атомарно-кристаллической структурой и конструкционных материалов выполнены с учетом связи с их усталостной прочностью и долговечностью.

Практические рекомендации, представленные в диссертации, разработаны на основе многочисленных экспериментальных исследований в лабораторных и в натурных условиях, что подтверждает их обоснованность. Выводы по диссертации являются обоснованными, поскольку сформулированы по полученным результатам.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается использованием современных методов исследования структуры и свойств, задействованием высокоточных экспериментальных установок, корректным применением процедур компьютерной обработки данных, в достаточной статистике испытаний чистых металлов, сталей и сплавов, в хорошей сходимости результатов прогноза и натурных испытаний. Сопоставлением экспериментальных данных с результатами расчета по известным теоретическим моделям и с данными других авторов. Определена сходимость результатов в различных диапазонах циклического нагружения, приведены объяснения имеющихся расхождений результатов.

3. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Научную новизну диссертации составляет следующее:

- новый подход для оценки материалов по динамике эволюции безразмерных прочностных показателей;
- новые методики оценки структуры материалов для определения наиболее уязвимых мест в зонах локализации деформации и поверхностях разрушения;
- новая методология оценки стабильности усталостных свойств и долговечности материала при высокочастотном нагружении;

- новые зависимости показателей сопротивления усталости образцов и деталей, позволяющие определить их прочность и долговечность;
- обоснована применимость новых характеристик поверхностных эффектов, используемых для прогнозирования прочности и долговечности деталей машин и конструкций по повреждаемости их поверхности.

4. Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость диссертации заключается:

- в обосновании методологии исследований циклически деформируемых металлов и сплавов при различных видах нагружения на разных этапах работы, в том числе в окрестности перелома кривой усталости. Основа -- метод поэтапной оценки изменения повреждаемости и эволюции безразмерных прочностных показателей, и формирование усталостных свойств с учетом накопленной циклической деформации;
- в разработанном методическом и программном обеспечении построения зависимостей физических величин, изменения структур и показателей сопротивления усталости в динамике процесса циклического нагружения по различным схемам. На этой основе может проводиться расчет показателей сопротивления усталости.

Практическая значимость диссертации заключается:

- в представленных практических рекомендациях по предпочтительному выбору широко применяемых марок сталей для изготовления реальных деталей машин и конструкций, эксплуатируемых в условиях циклического нагружения;
- в создании установок для испытаний на усталость подтвержденных патентами РФ: патенты на изобретения № 278166; № 277108 РФ;
- в разработанном программном обеспечении расчетов показателей сопротивления усталости подтвержденного свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023611589 РФ;

- в разработанном методе определения параметров сопротивления усталости материалов: патент на изобретение № 2777863 РФ;
- в решении ряд практических задач прогнозирования показателей сопротивления усталости лабораторных образцов и натуральных деталей из конструкционных материалов для НОАО «Гидромаш» г. Н. Новгород.

5. Замечания по диссертационной работе

По результатам рассмотрения диссертационной работы можно сделать следующие замечания:

1. На стр. 312 константы $\lambda(i)$ - это корни характеристического, а не дифференциального уравнения (6.28).
2. Общее решение дифференциального уравнения (6.28) будет иметь вид, представленный в диссертации, только в том случае, когда все корни характеристического уравнения вещественные и различные. Другие же возможные случаи (комплексные и равные корни) в диссертации не исследуются.
3. Для дифференциального уравнения (6.28) требуется найти решение задачи Коши, однако начальные условия опущены, хотя они необходимы для решения системы линейных алгебраических уравнений (6.29).
4. Не обосновано применение в шестой главе дифференциального уравнения именно третьего порядка.
5. Из некоторых рисунков видно, что разброс экспериментальных данных из-за недостатка испытаний сложно оценить математически.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы и не снижают ее научную новизну, теоретическую и практическую значимость.

Общее заключение по диссертационной работе

Вышеизложенное позволяет считать, что представленная диссертация является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований развиты методологические основы исследования повреждаемости, с учетом накопления деформации в поверхностных слоях материалов и в которой содержится решение актуальной научной проблемы расчета прогнозируемых показателей усталостной прочности циклически деформируемых сплавов. Автореферат полностью раскрывает содержание диссертационной работы. По теме работы опубликовано 23 научных статей в рецензируемых научных журналах, включенных в Перечень ВАК Минобрнауки России; 14 научных статей в рецензируемых научных журналах, включенных в международные базы цитирования Web of Science и Scopus; 2 монографии; оформлено 3 патента и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Внедрение результатов диссертации в промышленном предприятии подтверждено актом внедрения.

По актуальности темы, объему выполненных научных исследований, научной новизне, теоретической и практической значимости диссертация удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Мыльников Владимир Викторович, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела.

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и дальнейшую их обработку.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук по специальности 05.13.16. – Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях.

Д. ф.-м. наук, профессор, профессор кафедры «Мехатроника и теоретическая механика» Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт» (Национальный исследовательский университет)

Кузнецов Евгений Борисович

>

дата: 05 декабря 2023 г.

Почтовый адрес: Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993, Эл. почта: kuznetsov@mai.ru ; **Телефон:** 8 (499) 158-43-95

Евгений Борисович Кузнецов

