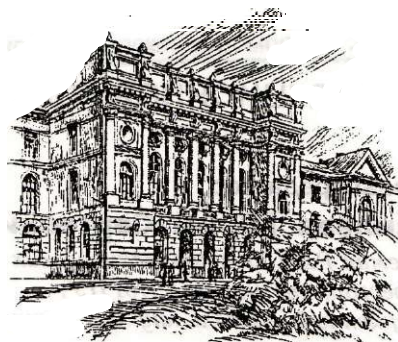


3(33)/2003



Научно-технические ведомости СПбГТУ

Санкт-Петербург. Издательство СПбГПУ

Министерство образования Российской Федерации
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет



Содержание

История кафедры сопротивления материалов

Ю.С. Васильев, И.Н. Изотов, Б.Е. Мельников, В.А. Шерстнев. <i>Кафедре сопротивления материалов СПбГПУ- 100 лет. Времена, люди, проблемы.</i>	7
Л.К. Паршин. <i>Степан Прокофьевич Тимошенко - становление отечественной школы сопротивления материалов в начале XX века.</i>	17
И.П. Николаева, Е.Л. Яковлева. <i>Сергей Иванович Дружинин - первый заведующий механической лабораторией Политехнического института.</i>	20
И.П. Николаева, Е.Л. Яковлева. <i>Научная и педагогическая деятельность профессора Николая Михайловича Беляева.</i>	24
В.А. Шерстнев. <i>Юлий Иванович Ягн - учитель, ученый, гражданин (по личным воспоминаниям).</i>	28
Л.К. Паршин. <i>Кафедра сопротивления материалов в конце XX века (Петр Аркадьевич Павлов и его работы с учениками).</i>	32
И.Н. Изотов, И.Ю. Пушева. <i>Олимпиады по сопротивлению материалов как форма приобщения студентов к научной работе.</i>	34

Сопротивление деформированию и разрушению материалов

Л.Б. Гецов. <i>Информационная система по свойствам металлических материалов.</i>	39
Н.А. Махутов, М.М. Гаденин. <i>Основные закономерности нелинейного деформирования и разрушения материалов и элементов конструкций.</i>	48
Е.А. Иванова, А.М. Кривцов, Н.Ф. Морозов, А.Д. Фирсова. <i>О влиянии моментных взаимодействий на устойчивость кристаллических решеток.</i>	58
В.Г. Зубчанинов, Д.В. Зубчанинов. <i>О влиянии сложного нагружения— разгрузки на закономерности пластического деформирования материалов.</i>	64
А.О. Чернявский. <i>Влияние неоднородности материала на развитие поверхностных трещин.</i>	67
О.В. Толочко, Б.К. Ким. <i>Механические свойства нанопорошкового сплава WC-10CO.</i>	74
А.М. Паршин, А.П. Петкова. <i>Структура, радиационная повреждаемость и деформационная способность аустенитных сталей и сплавов при низкотемпературном нейтронном облучении.</i>	77
В.Н. Селюков. <i>О некоторых недостатках нормативных документов по резине.</i>	91

Модели деформирования и разрушения

В.А. Пальмов. <i>Роль мультипликативного разложения градиента движения в теории пластичности.</i>	93
Ю.И. Кадашевич, С.П. Помыткин. <i>Новый взгляд на построение эндохронной теории пластичности при учете конечных деформаций.</i>	95
А.С. Семенов. <i>Анализ термодинамической состоятельности многоповерхностной теории пластичности с одной активной поверхностью.</i>	103
И.Н. Изотов, Н.П. Кузнецов, Б.Е. Мельников, А.Г. Митюков. <i>Упругопластическое поведение стальных трубчатых образцов при сложном трехосном нагружении.</i>	114
О.С. Буслаева, О.С. Садаков, А.А. Шапиро. <i>Скаляр и тензор логарифмической деформации.</i>	125
А.С. Семенов, Б.Е. Мельников, М.Ю. Горохов. <i>Циклическая неустойчивость при расчетах больших упругопластических деформаций.</i>	129

К.Ф. Черных, А.С. Рыбченко. <i>Гэометрически нелинейная плоская задача теории упругости.</i>	138
Д.П. Александров, В.А. Санников, Г.Д. Федоровский. <i>Длительные деформативность и прочность пиротехнических составов.....</i>	148
В.В. Елисеев. <i>Вариант классической теории упругих оболочек.....</i>	151
Р.А. Арутюнян. <i>Проблема высокотемпературной ползучести и разрушения в современных инженерных приложениях.....</i>	155

Методы расчета на прочность

Ю.Н. Шевченко, А.З. Галишин, В.Н. Мазур. <i>Методика назначения режимов для ускоренных испытаний пространственных элементов конструкций при циклическом неизотермическом нагружении.....</i>	161
Л.Б. Гецов. <i>Многомодельный метод выбора критериев термоусталостного разрушения деталей при эксплуатации.....</i>	168
Л.Б. Гецов, Д.А. Гохфельд, О.Ф. Чернявский. <i>Приспособляемость дисков судовых ГТД.....</i>	177
Л.А. Розин. <i>Продольная деформация неразрезной балки с учетом трения на опорах.....</i>	182
А.Д. Ловцов. <i>Алгоритмы расчета систем с односторонними связями методом сил.....</i>	186

Надежность и долговечность конструкций

Б.З. Марголин, А.Я. Варовин, В.И. Костылев. <i>Исследование остаточных напряжений в корпусах реакторов типа ВВЭР, вызванных сваркой, наплавкой и отпуском.....</i>	193
Ю.А. Ножницкий. <i>Методы подтверждения ресурса основных деталей авиационных газотурбинных двигателей.....</i>	201
В.В. Носов, И.Н. Бураков. <i>Оценка прочности сосудов давления методом акустической эмиссии.....</i>	210
В.Э. Виколайнен. <i>Модифицированный метод Годунова в рамках схемы предиктор-корректор. . . .</i>	218

Динамика машин и конструкций

И.И. Блехман, Л.А. Вайсберг, Б.П.Лавров, В.Б. Васильков, К.С.Якимова. <i>Универсальный вибрационный стенд: опыт использования в исследованиях, некоторые результаты.....</i>	224
В.В. Лалин, Д.Г. Редин. <i>Алгоритм решения нестационарных динамических задач методом конечных элементов.....</i>	227
Б.В. Цейтлин. <i>Синтез форм колебаний подструктур со свободной границей. Численная реализация и использование для расчета колебаний конструкции.....</i>	231
Сведения об авторах.....	241
Аннотации.....	243

Contents

History of department

Yu.S. Vassil'ev, I.N. Izotov, B.E. Mel'nikov, V.A. Sherstnev. <i>Department of strength of materials of SPbSPU celebrates the 100th anniversary. Times, problems, people.</i>	7
L.K. Parshin. <i>Stepan Prokof'evich Timoshenko - Formation of Russian home school of strength of materials early in the XX century.</i>	17
E.L. Yakovleva, I.P. Nikolaeva. <i>Sergey Ivanovich Drujinin the first head of the laboratory of mechanics at Polytechnical Institute.</i>	20
E.L. Yakovleva, I.P. Nikolaeva. <i>Academic and instructional activities of Nikolay Mikhailovich Belyaev.</i>	24
V.A. Sherstnev. <i>Yuly Ivanovich Yagn - educator, scholar and citizen (personal memoirs).</i>	28
L.K. Parshin. <i>Department of strength of materials late in the XX century (Peter Arkad'evich Pavlov and his works with his disciples).</i>	32
I.N. Izotov, I.yu. Pusheva. <i>Olympiads in strength of materials as way and means of involving undergraduate students in research work.</i>	34

Deformation strength and fracture strength of materials

L.B. Getsov. <i>Information system of properties of materials.</i>	39
N.A. Makhutov, M.M. Gadenin. <i>Fundamental notions of non-linear deformations and fracture of materials and construction elements.</i>	48
E.A. Ivanova, A.M. Krivtsov, N.F. Morozov, A.D. Firsova. <i>On the influence of moment interactions on stability of crystal lattices.</i>	58
V.G. Zubchaninov, D.V. Zubchaninov. <i>On the influence of complex loading-unloading on plastic deformation relations for materials.</i>	64
A.O. Chernyavsky. <i>Material heterogeneity impact on the surface cracks development.</i>	67
O.V. Tolochko, B.K. Kim. <i>Mechanical properties of nanostructured WC-10Co alloy.</i>	74
A.M. Parshin, A.P. Petkova. <i>Structure, radiation-induced damage and deformability of austenite steels and alloys under low-temperature neutron irradiation.</i>	77
V.N. Selyukov. <i>On some drawbacks of the normative documentation for rubber.</i>	91

Models for deformation and facture

V.A. Palmov. <i>The role of multiplicative decomposition of deformation gradient in the theory of plasticity.</i>	93
Yu.I. Kadashevich, S.P. Pomytkin. <i>A new view on formulation of endochronic theory of plasticity accounted for finite deformations.</i>	95
A.S. Semenov. <i>Analysis of thermodynamic consistency of multi-surface theory of plasticity with one active surface.</i>	103
I.N. Izotov, N.P. Kuznetsov, B.E. Mel'nikov, A.G. Mityukov. <i>Elastoplastic behavior of the tubular steel specimens under complex three-axial loading.</i>	114
O.S. Buslaeva, O.S. Sadakov, A.A. Shapiro. <i>Scalar and tensor of logarithmic deformation.</i>	125
A.S. Semenov, B.E. Melnikov, M.Yu. Gorokhov. <i>Cyclical instability in the calculations of large elasto-plastic strains.</i>	129
K.F. Chernykh, A.S. Rybchenko. <i>Geometrically non-linear two- dimensional problem of the theory of elasticity.</i>	138

D.P. Alexandrov, V.A. Sannikov, G.D. Feodorovsky. <i>Long-term deformability and durability of pyrotechnical compositions</i>	148
V.V. Eliseev. <i>A version of the classical theory of elastic shells</i>	151
R.A. Arutyunyan. <i>The high temperature creep and creep fracture problems in modern engineering applications</i>	155

Methods of strength computation

Yu.N. Shevchenko, A.Z. Galishin, V.N. Mazur. <i>A method for assignment regimes for the accelerated tests of the spatial structural elements under cyclic non-isothermal loading</i>	161
L.B. Getsov. <i>A multi-model method of selection of the thermal fatigue fracture criteria of parts under operating conditions</i>	168
L.B. Getsov, D.A. Gokhfel'd, O.F. Chernyavsky. <i>Adaptability of the ship gas-turbine engine (GTE) disks</i>	177
L.A. Rozin. <i>Uncut beam longitudinal deformation with friction at the supports taken into account</i>	182
A.D. Lovtsov. <i>Algorithms of the method of forces as applied to the computation of systems with unilateral contacts</i>	186

Reliability and durability of construction

B.Z. Margolin, A.Ya. Varovin, V.I. Kostylev. <i>An investigation of residual stresses caused by welding, cladding and tempering in the reactor pressure vessels (RPVs) of the WWER type</i>	193
Yu.A. Nozhnizky. <i>Methods of service life endorsement for the basic parts of aircraft gas-turbine engines (GTEs)</i>	201
V.V. Nosov, I.N. Burakov. <i>Estimation of durability of pressure vessels by acoustic-emission (AE) method</i>	210
V.E. Vikolainen. <i>A modified Glazunov method in the framework of the predictor-corrector scheme</i>	218

Dynamics of machines and structures

I.I. Blekhan, L.A. Vaisberg, B.P. Lavrov, V.B. Vasil'kov, K.S. Yakimova. <i>A universal vibration testbed. Experience of using in investigations. Some results obtained</i>	224
V.V. Lalin, D.G. Redin. <i>An algorithm for solving non-stationary dynamic problems by the finite-elements method</i>	227
D.V. Tseitline. <i>Synthesis of the vibration modes for the free-interface components. Specific features of numerical implementation and use for calculating structures vibration</i>	231
<i>About the authors</i>	241
<i>Abstracts</i>	243

Аннотации

Гецов Л. Б. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПО СВОЙСТВАМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.

Описывается структура и оболочка создаваемой электронной базы данных по разнообразным свойствам металлических материалов. Рассматриваются проблемы, связанные с заполнением базы характеристиками различных сталей и сплавов и определением расчетных их значений применительно к конкретным задачам пользователей.

Махутов Н.А., Гаденин М.М. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ НЕЛИНЕЙНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ.

Изложены современные подходы к расчетам на прочность и анализу процессов разрушения материалов и элементов конструкций. Отмечается, что фундаментальной проблемой механики деформирования и разрушения является вопрос об уравнениях состояния, характеризующих нелинейную связь между текущими значениями номинальных и местных напряжений и деформацией и условиями накопления повреждений в элементах конструкций в упругопластической области деформирования как при статическом, так и при циклическом нагружении. Показано, что с использованием этих представлений в общем случае могут быть построены пространственные поверхности предельных и допускаемых состояний в трехмерной системе координат по параметрам эксплуатационной нагруженности, условий эксплуатации и уровня дефектности, которые характеризуют области нормальной безопасной эксплуатации конструкции и достижения ею критического состояния, обуславливающего возникновение аварийной или катастрофической ситуации.

Иванова Е.А., Кривцов А.М., Морозов Н.Ф., Фирсова А.Д. О ВЛИЯНИИ МОМЕНТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЕТОК.

Получены уравнения динамики кристаллической упаковки частиц с вращательными степенями свободы. Показано, что в длинноволновом приближении эти уравнения совпадают с уравнениями макроскопической моментной теории упругости. Получены конкретные выражения для тензоров жесткости кристаллической решетки. Показано, что учет моментного взаимодействия между частицами позволяет стабилизировать квадратную кристаллическую решетку.

Зубчанинов В.Г., Зубчанинов Д.В. О ВЛИЯНИИ СЛОЖНОГО НАГРУЖЕНИЯ-РАЗГРУЖЕНИЯ НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ.

Приведены результаты экспериментального исследования на сложное нагружение-разгружение трубчатых стальных образцов при кручении с растяжением-сжатием.

Чернявский А.О. ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ МАТЕРИАЛА НА РАЗВИТИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН.

Показано, что в условиях неоднородного напряженного состояния неоднородность материала может приводить к образованию не одиночных, а систем трещин. Показано, что существующие методики расчета могут давать ошибки, идущие не в запас прочности. Разработаны уточненные методики; указаны случаи, когда их применение необходимо.

Толочко О.В., Ким Б.К. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОПОРОШКОВОГО СПЛАВА WC-ЮСО.

Твердый сплав WC-10%Co с размером зерна 300-700 нм был получен методом прессования и спекания порошка с размером частиц менее Юнм. В качестве ингибитора роста зерна были использованы добавки карбидов переходных металлов TaC/WC. Показано, что добавки ингибитора существенно замедляют рост зерна в процесса жидкофазного спекания. Изучено влияние количества ингибитора и размера зерна карбида вольфрама на механические свойства твердого сплава.

Паршин А.М., Петкова А.П. СТРУКТУРА, РАДИАЦИОННАЯ ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ И ДЕФОРМАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ ПРИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ НЕЙТРОННОМ ОБЛУЧЕНИИ.

Рассмотрены механизмы радиационного распухания и низкотемпературного охрупчивания сталей и сплавов. Показано определяющее влияние структурных превращений на радиационную стойкость и деформа-

ционную способность аустенитных сталей и сплавов. Предложены пути повышения радиационной стойкости и деформационной способности аустенитных сталей и сплавов в температурном интервале 200 — 450 °С

Селюков В.Н. О НЕКОТОРЫХ НЕДОСТАТКАХ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА РЕЗИНУ.

На основании экспериментов показано, что резина является материалом реономным и поэтому к некоторым недостаткам ГОСТ 270-75 на резину можно отнести отсутствие упоминания о мягком нагружении, при котором существенен временной фактор.

Пальмов В.А. РОЛЬ МУЛЬТИПЛИКАТИВНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ГРАДИЕНТА ДВИЖЕНИЯ В ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ.

Мультипликативное разложение градиента движения приводит к термодинамически состоятельным уравнениям упругопластичности для материала без кинематического упрочнения и к несостоятельным для материала с кинематическим упрочнением.

Кадашевич Ю.И., Помыткин С.П. НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ПОСТРОЕНИЕ ЭНДОХРОННОЙ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ ПРИ УЧЕТЕ КОНЕЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ.

Излагается оригинальная точка зрения авторов на построение эндохронных вариантов теории пластичности при учете конечных деформаций. Критически обсуждаются различные подходы и приведены обобщающие выводы.

Семенов А.С. АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ МНОГОПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ С ОДНОЙ АКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ.

Выполнен анализ термодинамической состоятельности многоповерхностной теории пластичности с одной активной поверхностью. Представлено общее выражение для диссипации в изотропных неупругих средах, поведение которых может быть описано при помощи нескольких тензорных внутренних переменных состояния. Проведенный анализ указал на возможность нарушения диссипативного неравенства соотношениями рассматриваемой теории при некоторых режимах сложного нагружения. На основе полученных результатов предложен новый вариант теории, удовлетворяющий термодинамическим ограничениям.

Изотов И.Н., Кузнецов Н.П., Мельников Б.Е., Митюков А.Г. УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ СТАЛЬНЫХ ТРУБЧАТЫХ ОБРАЗЦОВ ПРИ СЛОЖНОМ ТРЕХОСЛОМНОМ НАГРУЖЕНИИ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ И СРАВНЕНИЕ С ПРОГНОЗАМИ ТЕОРИЙ ПЛАСТИЧНОСТИ

Представлены результаты экспериментального изучения упругопластического деформирования стальных трубчатых образцов при пропорциональном и сложном (в том числе, циклическом) нагружении, включающим частичные и полные разгрузки. Выполнено сопоставление опытных данных с прогнозами, полученными с помощью некоторых вариантов теории пластичности.

Буслаева О.С., Садаков О.С., Шапиро А.А. СКАЛЯР И ТЕНЗОР ЛОГАРИФИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ.

Затронута одна из проблем, возникающая при отказе от гипотезы малости деформаций и смещений в механике деформируемого тела. Освещаемые вопросы связаны с понятием логарифмической деформации, которое в своей скалярной форме кажется вполне очевидным, но в тензорной форме приводит к противоречиям и неоднозначности.

Семенов А.С., Мельников Б.Е., Горохов М.Ю. ЦИКЛИЧЕСКАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ ПРИ РАСЧЕТАХ БОЛЬШИХ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ.

Выполнен сравнительный анализ поведения различных моделей упруго-пластического материала при больших деформациях, возникающих в условиях циклического нагружения. Обнаружен эффект циклической неустойчивости ряда моделей с кинематическим упрочнением, которые при малых деформациях являются циклически стабильными. Он заключается в том, что, петля пластического гистерезиса при расчетах по данным моделям даже асимптотически не сохраняет ни форму, ни размеры, ни местоположение. Исследованы причины возникновения циклической неустойчивости.

Черных К.Ф., Рыбченко А.С. ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНАЯ ПЛОСКАЯ ЗАДАЧА ТЕОРИИ УПРУГОСТИ.

Для рассмотрения геометрически нелинейных двумерных задач теории упругости был предложен редуцированный стандартный материал, с помощью которого получены точные решения краевых задач. Применительно к плоской задаче излагается новый вариант редуцированного стандартного материала, представляющий большие возможности.



Александров Д.П., Санников В.А., Федоровский Г.Д. ДЛИТЕЛЬНЫЕ ДЕФОРМАТИВНОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ СОСТАВОВ.

Проведено экспериментальное изучение временных деформационных и прочностных характеристик пресспорошковых заполнителей элементов систем пироавтоматики. Рассмотрено применение современного эндохронного подхода и критериев энергетического и импульсного типов. Установлены энергетические выражения, определяющие функции ползучести и прочности.

Елисеев В.В. ВАРИАНТ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ УПРУГИХ ОБОЛОЧЕК.

Классические оболочки рассматриваются как поверхности с материальными нормальными. Уравнения выведены методами лагранжевой механики. Представлены оболочки вращения.

Арутюнян Р.А. ПРОБЛЕМА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ И РАЗРУШЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ.

Рассматривается проблема ползучести и длительной прочности с позиций инженерных приложений. Дается краткий обзор теоретических и экспериментальных исследований разрыхления и разрушения металлических материалов в условиях высокотемпературной ползучести. В заключении обращается внимание на проблему, которая не получила должного рассмотрения в механике рассеянного повреждения и разрушения. Эта проблема связана с учетом влияния размера зерна в критериях длительной прочности. В работе сформулирован подобный критерий. Построены соответствующие кривые длительной прочности, из которых следует практически важный результат значительного увеличения времени до разрушения с уменьшением размера зерна.

Шевченко Ю.Н., Галишин А.З., Мазур В.Н. МЕТОДИКА НАЗНАЧЕНИЯ РЕЖИМОВ ДЛЯ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ.

Разработана методика назначения режимов для ускоренных испытаний пространственных элементов конструкций, позволяющая заменять полномасштабные натурные испытания эквивалентными им ускоренными. Методика основана на прогнозировании накопления повреждений в изотропных материалах в процессе длительного термоциклического нагружения. Построена обобщенная модель накопления повреждений в условиях совместного проявления эффектов ползучести и усталости. Прогнозирование долговечности элементов конструкций основано на использовании метода конечных элементов для решения пространственных задач термовязкопластичности при циклическом нагружении.

Гецов Л.Б. МНОГОМОДЕЛЬНЫЙ МЕТОД ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ ТЕРМОУСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ.

Рассматриваются различные критерии термоусталостного разрушения деталей, показаны ограничения по их применению и предлагается многомодельный метод их выбора для решения практических задач.

Гецов Л.Б., Гохфельд Д.А., Чернявский О.Ф. ПРИСПОСОБЛЯЕМОСТЬ ДИСКОВ СУДОВЫХ ГТД.

На основе анализа исходных данных для оценки прочности дисков ГТД сделан вывод о целесообразности применения расчета на приспособляемость. Предложена методика расчета дисков осевых ГТД. Отмечено, что для дисков судовых ГТД прогрессирующее формоизменение играет большую роль, чем для авиационных, в связи с большими температурными изменениями.

Розин А.Д. ПРОДОЛЬНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ НАРЕЗНОЙ БАЛКИ С УЧЕТОМ ТРЕНИЯ НА ОПОРАХ.

Рассматривается продольная деформация нарезной балки, лежащей на опорах, с учетом трения. Задача ставится в вариационной форме в виде интегрального неравенства. Решение строится методом точной релаксации.

Ловцов А.Д. АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ С ОДНОСТОРОННИМИ СВЯЗЯМИ МЕТОДОМ СИЛ.

Предлагается аппроксимация систем с односторонними связями такая, что условия Куна-Таккера задачи квадратичного программирования приводят к линейной задаче дополненности. Приведены модифицированные алгоритмы Лемке для решения задач со статическим и/или кинематическим нагружением, меняющимся параметрически. Указанные алгоритмы позволяют получить решение (взаимные перемещения и усилия в зоне предполагаемого контакта) за конечное число шагов в случае положительно определенной или полуопределенной матрицы.

Марголин Б.З., Варовин А.Я., Костылев В.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ, ВЫЗВАННЫХ СВАРКОЙ, НАПЛАВКОЙ И ОТПУСКОМ, В КОРПУСАХ РЕАКТОРОВ ТИПА ВВЭР.

Применительно к корпусам реакторов типа ВВЭР выполнены расчеты остаточных напряжений, которые возникают после сварки, наплавки и отпуска. Процедура расчета основана на решениях температурной и неизотермической упругопластической задач методом конечных элементов (МКЭ). Решение деформационной задачи выполнено с учетом $Fe_{\alpha} \leftrightarrow Fe_{\gamma}$ превращения и ползучести. На основе выполненного исследования показано, что $Fe_{\alpha} \leftrightarrow Fe_{\gamma}$ превращение может влиять на распределение остаточных напряжений. Выполнен анализ ситуаций, в которых этот эффект является существенным, и в которых им можно пренебречь.

Ножницкий Ю.А. МЕТОДЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ РЕСУРСА ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.

Рассматривается идеология подтверждения ресурса деталей авиационных ГТД, изготовленных из разных материалов. Эта идеология основана на опыте эксплуатации ГТД аналогов, специальных экспериментах и расчетах.

Носов В.В., Бураков И.Н. ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ СОСУДОВ ДАВЛЕНИЯ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ.

Рассмотрена проблема безопасности использования и диагностики состояния промышленных сосудов, работающих под давлением. Показана эффективность использования информативных АЭ-показателей прочности, связанных с разрушением и предложенной ранее моделью акустической эмиссии (АЭ).

Виколайнен В.Э. МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД ГОДУНОВА В РАМКАХ СХЕМЫ ПРЕДИКТОР-КОРРЕКТОР.

Для проведения вычислительных экспериментов по проектированию ДВС разработана оригинальная схема численного интегрирования системы нестационарных уравнений газовой динамики применительно к задачам с изменяющейся формой области исследования. Вычисления проводятся при числах Куранта 0,7 — 1,5 по схеме типа предиктор-корректор со вторым порядком точности по пространству и времени.

Блехман И.И., Вайсберг Л.А., Лавров Б.П., Васильков В.Б., Якимова К.С. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ВИБРАЦИОННЫЙ СТЕНД: ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ, НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.

Приводятся сведения об универсальном вибрационном стенде, главной особенностью которого является возможность получения на нем колебаний с разнообразными формами траекторий при широких пределах изменения частоты и амплитуды. Описан опыт использования стенда для исследования технологических процессов, а также для изучения поведения конструкций и приборов при вибрационном воздействии. Отмечается, что стенд может быть использован также и в учебных целях — для проведения лабораторных работ по динамическим задачам сопротивления материалов, по курсам теории колебаний, динамики машин и другим дисциплинам.

Лалин В.В., Редин Д.Г. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.

Предлагается способ сведения задачи Коши для уравнений движения к краевой задаче, имеющей эквивалентную вариационную формулировку. Это позволяет использовать для интегрирования динамических уравнений конечные элементы по времени с известными координатными функциями. Численные эксперименты подтвердили возможность использования такого подхода для анализа переходных процессов.

Цейтлин Б.В. СИНТЕЗ ФОРМ КОЛЕБАНИЙ ПОДСТРУКТУР СО СВОБОДНОЙ ГРАНИЦЕЙ. ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА КОЛЕБАНИЙ КОНСТРУКЦИЙ.

Для учета влияния высокочастотных форм собственных колебаний используются матрицы остаточных податливостей. Разработаны многоуровневые рекуррентные алгоритмы. Это позволяет учесть разреженность структурных матриц конструкции и минимизировать количество арифметических операций. Приведены результаты использования разработанных методов для расчета колебаний в системе турбоагрегат-фундамент-основание.

Abstracts

Getsov L. B. INFORMATION SYSTEM OF PROPERTIES OF MATERIALS.

The paper deals with the description of structure and shell of an electronic database under development containing records of data on various properties of metallic materials. Problems of adding to database new records of the characteristics of different steels and alloys, and the problems of obtaining computational values related to particular tasks specified by the users are considered.

Makhutov N.A., Gadenin M.M. FUNDAMENTAL NOTIONS OF NON-LINEAR DEFORMATIONS AND FRACTURE OF MATERIALS AND CONSTRUCTION ELEMENTS.

Modern approaches to strength calculations and to analysis of the fracture processes for materials and construction elements are presented. It is noted, that a fundamental problem of deformation and fracture mechanics is the question of developing the equations of state describing non-linear relation between the current values of rated (nominal) and local stresses and strains and conditions of damages accumulating in construction elements for the elastoplastic deformation area both on static and on a cyclic loading. It is shown, that in the general case by using these notions and accounting for service loading parameters, operation conditions and faults level, which specify areas of normal safe service of construction and reaching a critical state for emergency or catastrophic situation, the spatial surfaces of admitted and limiting(critical) states can be plotted in a three-dimensional system of coordinates.

Ivanova E.A., Krivtsov A.M., Morozov N.F., Firsova A.D. ON THE INFLUENCE OF MOMENT INTERACTIONS ON STABILITY OF CRYSTAL LATTICES.

Equations of dynamics for crystal packing of particles with rotational degrees of freedom have been obtained. It is shown, that in a long-wave approximation these equations are identical to macroscopic equations of moment theory of elasticity. The specific expressions for stiffness tensors of the crystal lattice have been obtained. It is shown, that taking into account moment interaction between particles allows to stabilize a square crystal lattice.

Zubchaninov V.G., Zubchaninov D.V. ON THE INFLUENCE OF COMPLEX LOADING-UNLOADING ON PLASTIC DEFORMATION RELATIONS FOR MATERIALS.

The results of experimental study of steel tubular test specimens behavior under conditions of complex loading-unloading combined with tension-compression are presented.

Chernyavsky A.O. MATERIAL HETEROGENEITY IMPACT ON THE SURFACE CRACKS DEVELOPMENT.

It is shown, that under the conditions of heterogeneous stressed state, inherent heterogeneity of material can result in the formation of systems of cracks rather than individual (single) cracks. It is shown, that current calculation procedures may lead to errors, which fail to contribute a safety factor. Improved procedures have been worked out, some cases where their use is necessary are specified.

Tolochko O.V., Kim B.K. MECHANICAL PROPERTIES OF NANOSTRUCTURED WC-IOCO ALLOY.

WC-IOCo cemented tungsten carbide hard-facing alloy with grain size of 300-700nm has been obtained by hot pressing and sintering of nanocrystalline powder with particle size of less than 100nm. Microstructure and mechanical properties of hard alloy were found to be sensitive to transition metal carbides dopes such as TaC/VC used as grain growth inhibitors. The growth of WC grains is shown to be substantially retarded by addition of inhibitor during sintering in liquid phase. The hardness and transverse rupture strength dependence on the amount of inhibitor and the grain size of tungsten carbide has been studied.

Parshin A.M., Petkova A.P. STRUCTURE, RADIATION-INDUCED DAMAGE AND DEFORMABILITY OF AUSTENITE STEELS AND ALLOYS UNDER LOW-TEMPERATURE NEUTRON IRRADIATION.

Mechanisms of radiation swelling and low-temperature embrittlement of steels and alloys are discussed. Decisive influence of structural transformations on the radiation resistance and deformability of austenite steels and alloys is shown. Means for improving radiation resistance and deformability of austenite steels and alloys in the temperature range 200 — 450°C are proposed.

Selyukov V.N. ON SOME DRAWBACKS OF THE NORMATIVE DOCUMENTATION FOR RUBBER.

Experiments show, that rubber can be treated as a material with features depending on time. However, mentioning of the time factor is omitted in GOST 270-75. This is supposed to be not quite correct.

Palmov V.A. THE ROLE OF MULTIPLICATIVE DECOMPOSITION OF DEFORMATION GRADIENT IN THE THEORY OF PLASTICITY.

Multiplicative decomposition of deformation gradient leads to thermodynamically consistent equations of elastoplasticity for material without kinematical hardening and to inconsistent ones for material with kinematical hardening.

Kadashevich Yu.I., Pomytkin S.P. A NEW VIEW ON FORMULATION OF ENDOCHRONIC THEORY OF PLASTICITY ACCOUNTED FOR FINITE DEFORMATIONS.

The original point of view of authors on formulation of endochronic theory of plasticity is presented. Various approaches are critically discussed and generalizing conclusions are presented.

Semenov A.S. ANALYSIS OF THERMODYNAMIC CONSISTENCY OF MULTI-SURFACE THEORY OF PLASTICITY WITH ONE ACTIVE SURFACE.

An analysis of thermodynamic consistency of multi-surface theory of plasticity with one active surface is performed. A general form of dissipation is presented for isotropic inelastic continuum described by several tensor internal state variables. The analysis conducted has presented evidence for possibility of violation of dissipative inequality by relations of the theory under certain conditions of complex loading. Thermodynamically consistent modification of the theory is proposed.

Izotov I.N., Kuznetsov N.P., Mel'nikov B.E., Mityukov A.G. ELASTOPLASTIC BEHAVIOR OF THE TUBULAR STEEL SPECIMENS UNDER COMPLEX THREE-AXIAL LOADING.

Results of experimental analysis of elasto-plastic deforming of the tubular steel specimens under proportional and complex (including cyclic) loading with both partial and full unloading are presented. A comparison between the experimental data and predictions obtained using some versions of the of the theory of plasticity is performed.

Semenov A.S., Mel'nikov B.E., Gorokhov M.Yu. CYCLICAL INSTABILITY IN THE CALCULATIONS OF LARGE ELASTO-PLASTIC STRAINS.

A comparative analysis of various models for large strains arising in elasto-plastic material under cyclic loading is performed. Evidence for cyclic instability of some models with kinematic hardening, which are cyclically stable at small strains, has been obtained. This means, that the plastic hysteresis loop when calculated by the use of this model, even asymptotically, does not preserve either the shape, or the size and location. The possible causes of cyclic instability are investigated.

Chernykh K.F., Rybchenko A.S. GEOMETRICALLY NON-LINEAR TWO-DIMENSIONAL PROBLEM OF THE THEORY OF ELASTICITY.

For studying geometrically non-linear two-dimensional problem of the theory of elasticity, a reduced standard material (model) has been proposed by usage of which the exact solutions of the boundary value problems have been found. As applied to the two-dimensional problem, a new type of the reduced standard material which provides considerable opportunities is presented.

Alexandrov D.P., Sannikov V.A., Feodorovsky G.D. LONG-TERM DEFORMABILITY AND DURABILITY OF PYROTECHNICAL COMPOSITIONS.

The time dependence of the deformational and strength characteristics of the press-powder fillers of pyroautomatic system components has been analyzed. Application of the up-to-date endochronic approach and usage of energy and impulse types of criteria are considered. Energy expressions to determine functions of creep and strength have been established.

Eliseev V.V. A VERSION OF THE CLASSICAL THEORY OF ELASTIC SHELLS.

Classical shells are regarded as surfaces with material normals. The equations have been deduced by the Lagrange mechanics methods. Shells of rotation are presented.

Arutyunyan R.A. THE HIGH TEMPERATURE CREEP AND CREEP FRACTURE PROBLEMS IN MODERN ENGINEERING APPLICATIONS.

The issue of creep and long-term strength (durability) is considered from the engineering applications point of view. A short review of the theoretical and experimental investigations of metallic materials loosening damage and fracture under the high temperature creep conditions is presented. In the closing part of the paper, attention is drawn to the problem which up to now has not received due consideration in the field of mechanics of diffused damage and fracture. This problem is connected with taking into account the grain size influence in the criteria

for long-term strength. Such criterion has been formulated in this paper. The corresponding creep-rupture curves for long-term strength have been plotted. On the basis of this curves, a practically important conclusion has been drawn, namely, that service lifetime rupture considerably increases with grain size decrease.

Shevchenko Yu.N., Galishin A.Z., Mazur V.N. A METHOD FOR ASSIGNMENT REGIMES FOR THE ACCELERATED TESTS OF THE SPATIAL STRUCTURAL ELEMENTS UNDER CYCLIC NON-ISOTHERMAL LOADING.

A method for assigning regimes for the accelerated tests of spatial (3D) structural elements, which allows to replace full-scale service test by identical accelerated tests, has been developed. This method is based on forecasting damage accumulations in isotropic materials in the process of thermocyclic loading over a long period of time. A generalized model for damage accumulation under conditions of combined manifestation of the creep and fatigue effects in materials has been elaborated. Durability of structural elements forecasting is based on application of finite-elements method to solving three-dimensional boundary-value problems of thermoviscoplasticity under cyclic loading.

Getsov L. B. A MULTI-MODEL METHOD OF SELECTION OF THE THERMAL FATIGUE FRACTURE CRITERIA OF PARTS UNDER OPERATING CONDITIONS.

Various thermal fatigue fracture criteria of parts are considered. The limitations on their application are shown. A multi-model method of their selection for solving the practical problems is offered.

Getsov L.B., Gokhfel'd D.A., Chernyavsky O.F. ADAPTABILITY OF THE SHIP GAS-TURBINE ENGINE (GTE) DISKS.

Based on analysis of initial data on evaluating the strength of gas-turbine engine (GTE) disks, a conclusion is drawn about the advisability of applying adaptability calculations. A technique for the axle (axial) GTE disks design computation is proposed. It is noted, that due to considerable thermal stresses, progressive form changing produces greater impact on ship GTE disks than on aircraft GTE disks.

Rozin L.A. UNCUT BEAM LONGITUDINAL DEFORMATION WITH FRICTION AT THE SUPPORTS TAKEN INTO ACCOUNT.

Longitudinal deformation of an uncut beam resting on supports is considered taking friction into account. The problem is formulated in the variational form as an integral inequality. A solution is found by the method of point-to-point relaxation (consecutive removal of restrictions in separate points).

Lovtsov A. D. ALGORITHMS OF THE METHOD OF FORCES AS APPLIED TO THE COMPUTATION OF SYSTEMS WITH UNILATERAL CONTACTS.

An approximation of the unilateral contact systems is proposed, by which the Kuhn-Tucker conditions of the quadratic programming problem lead to linear complementary problem (LCP) or parametric LCP. Modified Lemke-algorithms obtained in this work and presented in the paper allow to find solutions to the problems with static and/or kinematic loading which changes parametrically. The specified algorithms allow to find the solution (mutual displacements and forces in the area of the supposed contact) by a finite number of steps in the case of positively defined or half-defined compliance matrix.

Margolin B.Z., Varovin A. Ya., Kostylev V.I. AN INVESTIGATION OF RESIDUAL STRESSES CAUSED BY WELDING, CLADDING AND TEMPERING IN THE REACTOR PRESSURE VESSELS (RPVs) OF THE WWER TYPE.

Calculations of residual stress fields caused by welding, cladding and tempering have been performed as applied to RPVs of WWER types. The calculation procedure is based on solving the temperature and non-isothermal elasto-plastic with and without creep by the finite element method. The deformation problem has been solved taking into account F_{e_a} F_{e_y} transformation in base and weld metal, and the creep of material. With this result, it is shown, that F_{e_a} F_{e_y} transformation may affect the residual stress distribution. Both situations where this effect is significant and those where it is negligible have been analysed.

Nozhnizky Yu.A. METHODS OF SERVICE LIFE ENDORSEMENT FOR THE BASIC PARTS OF AIRCRAFT GAS-TURBINE ENGINES (GTEs).

The strategy of service life endorsement (supporting evidence) for the basic parts of aircraft GTEs made of different materials is considered. The strategy is based on in-service experience of GTEs analogs (clones models), on special experiments and design calculations.

Nosov V.V., Burakov I.N. ESTIMATION OF DURABILITY OF PRESSURE VESSELS BY ACOUSTIC-EMISSION (AE) METHOD.

The problem of safe working and diagnostics of industrial pressure vessels condition is considered. The advantage and efficiency of using informative AE-parameters of durability related to fracture and to a model of acoustical emission proposed earlier are demonstrated.

Vikolainen V.E. A MODIFIED GLAZUNOV METHOD IN THE FRAMEWORK OF THE PREDICTOR-CORRECTOR SCHEME.

For performing computational experiments on internal combustion engine (ICE) design, an original scheme for numerical integration of non-stationary equations system of gas dynamics applied to problems with a changing shape (form) of research domain has been developed. The calculations are carried out at Kurant numbers in the range of 0.7-1.5 by the predictor-corrector scheme with the second order of accuracy in space and time.

Blekhman I.I., Vaisberg L.A., Lavrov B.P., Vasil'kov V.B., Yakimova K.S. A UNIVERSAL VIBRATION TESTBED. EXPERIENCE OF USING IN INVESTIGATIONS. SOME RESULTS OBTAINED.

An information on a universal vibration testbed is presented. Its main feature is the opportunity to produce vibrations of different types of patterns (waveforms) in a wide range of frequency and amplitude variation. Particular examples of testbed use in study of processing and manufacturing, and in examination of structures and equipment behavior under the conditions of exposure to vibration are presented. It is noted, that the testbed can be also used for instructional purposes, i.e. for practical training in solving dynamic problems on strength of materials, in courses of the theory of oscillations, of the dynamics of machines and in other disciplines.

Lalin V.V., Redin D.G. AN ALGORITHM FOR SOLVING NON-STATIONARY DYNAMIC PROBLEMS BY THE FINITE-ELEMENTS METHOD.

A method of reducing the Cauchy problem for equations of motion to the boundary value problem, which is identical in variational statement of a problem is proposed. This allows to use the finite time elements with known coordinate functions for integrating dynamic equations. Numerical experiments have confirmed the possibility of such approach application to the analysis of transient process.

Tseitline B.V. SYNTHESIS OF THE VIBRATION MODES FOR THE FREE-INTERFACE COMPONENTS. SPECIFIC FEATURES OF NUMERICAL IMPLEMENTATION AND USE FOR CALCULATING STRUCTURES VIBRATION.

To take into account the influence of higher frequency modes in vibration eigentones not retained in the solution, residual compliance matrices are used. Multi-level recurrent algorithms have been developed. This allows to take into consideration the sparsity of structural matrices and minimize the number of arithmetical operations. Results obtained by using the methods developed for computations and analysis of vibrations in the turbogenerator assembly-foundation-soil systems.