



Научно – технический журнал
Издается с 1995 года
Выходит шесть раз в год
№ 3 (311) 2015
Май – июнь

Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии

Учредитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»
(ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК»)

Редакционный совет:

Голенков В.А. д-р техн. наук, проф.,
председатель
Пилипенко О.В. д-р техн. наук, проф.,
зам. председателя
Радченко С.Ю. д-р техн. наук, проф.,
зам. председателя
Борзенков М.И. канд. техн. наук, доц.,
секретарь
Астафичев П.А. д-р юрид. наук, проф.
Иванова Т.Н. д-р техн. наук, проф.
Колчунов В.И. д-р техн. наук, проф.
Константинов И.С. д-р техн. наук, проф.
Новиков А.Н. д-р техн. наук, проф.
Попова Л.В. д-р экон. наук, проф.
Степанов Ю.С. д-р техн. наук, проф.

Редколлегия

Главный редактор
Степанов Ю.С. д-р техн. наук, проф.,
заслуженный деятель науки Российской Федерации

Заместители главного редактора:

Барсуков Г.В. д-р техн. наук, проф.
Гордон В.А. д-р техн. наук, проф.
Подмастерьев К.В. д-р техн. наук, проф.

Члены редколлегии:

Бабичев А.П. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Бухач А. д-р техн. наук, проф. (Польша)
Вдовин С.И. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Дьяконов А.А. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Емельянов С.Г. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Зубчанинов В.Г. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Иванов Б.Р. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Киричек А.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Клименко С.А. д-р техн. наук, проф. (Украина)
Колесников К.С. д-р техн. наук, проф.,
академик РАН (Россия)
Копылов Ю.Р. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Малинин В.Г. д-р физ.-мат. наук, проф. (Россия)
Мирсалимов В.М. д-р физ.-мат. наук, проф.
(Азербайджан)
Мулюкин О.П. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Осадчий В.Я. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Панин В.Е. д-р техн. наук, проф., академик
РАН (Россия)
Распопов В.Я. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Смоленцев В.П. д-р техн. наук, проф. (Россия)
Старовойтов Э.И. д-р физ.-мат. наук, проф.
(Беларусь)
Хейфец М.Л. д-р техн. наук, проф. (Беларусь)

Ответственный секретарь:

Тюхта А.В. канд. техн. наук

Адрес редакции

302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
(4862) 54-15-19, 55-55-24, 41-98-48,
41-98-03, +7(906)6639898
www.gu-unpk.ru
E-mail: tiostu@mail.ru

Зарег. в Федеральной службе по
надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № ФС77-47351
от 03 ноября 2011 года

Подписной индекс **29504**
по объединенному каталогу
«Пресса России»

© Госуниверситет – УНПК, 2015

Содержание

Естественные науки

Галактионова А.В., Емалетдинов А.К. Динамика роста пор при воздействии температуры и механической нагрузки.....	3
Шадрин И.Ф. Жёсткие стержни и круги на двумерной поверхности. Аномальное энтропийное взаимодействие и агрегаты.....	7
Мустафаев А.Б. Торможение роста криволинейной трещины с концевыми пластическими зонами с помощью наведенного теплового поля напряжений.....	15

Моделирование технологических процессов

Олейникова Е.В. Аналитическая модель процесса индивидуального подбора деталей при сборке.....	22
Шутин Д.В. Верификация математической модели активного радиального гидростатодинамического подшипника.....	27
Малинин В.Г., Муссаев Ю.Ю. Моделирование процессов создания термомеханических соединений с помощью муфт из материалов с памятью формы методами структурно-аналитической мезомеханики.....	36

Конструирование, расчеты, материалы

Гончаров Д.И., Кобищанов В.В., Антипин Д.Я. Оценка несущей способности кузова автомоторисы расчетными и экспериментальными методами.....	48
Мироненко С.В., Бородин М.Б., Савин Л.А. Демпфирование импульсных нагрузок гидромеханической муфтой с зубчатым дифференциальным исполнительным механизмом.....	53
Сытин А.В., Тюрин В.О., Антонов С.Д. Активное управление мехатронным многолепестковым подшипником роторно-опорных узлов высокоскоростных турбомашин.....	59
Шагойка А.Г., Кравченко К.В., Тихоненко А.В., Чекан Н.М., Овчинников Е.В. Модифицирование многослойных композиционных покрытий СВЧ-излучением.....	66

Машиностроительные технологии и инструменты

Лебедев В.А., Соколов В.Д., Штынь С.Ю., Вяликов И.Л. Энергетический метод оценки влияния ППД на повышение эксплуатационных свойств деталей.....	73
Лунин К.С., Михайлов В.Н., Москвитин С.А. Технологический изгиб трубы с недеформируемым проходным сечением.....	78
Овсянникова И.В., Тарапанов А.С., Муравьев А.А. Анализ и прогнозирование процессов лезвийного формообразования с высокими скоростями.....	82
Смоленцев Е.В., Бобров Е.С. Технология ремонта зубчатых передач комбинированными методами.....	87
Голенков В.А., Радченко С.Ю., Дорохов Д.О., Грядунов И.М. Методика проектирования технологического процесса упрочнения деталей типа втулок пластическим деформированием в условиях комплексного локального нагружения по требуемым параметрам изделий.....	93
Корнеева В.М., Корнеев С.С. Теоретическая оценка силового нагружения режущего инструмента при сверхвысоких скоростях резания.....	100

Приборостроение и биотехнические системы

Жидков А.В., Жильцов М.П., Логвинов Р.В., Мишин В.В. Устройство для диагностирования сферической пары трения в процессе трибонспытаний.....	106
Незнанов А.И., Есипов В.Н. Динамические характеристики гидроакустического датчика неровности железнодорожного пути с маятниковым чувствительным элементом.....	112

Контроль, диагностика, испытания

Карпов И.Г., Зырянов Ю.Т. Методика идентификации параметров модифицированных распределений пирсона с использованием степенных, экспоненциальных и логарифмических моментов.....	117
Крылов Д.Л., Солдаткин В.М., Солдаткина Е.С. Построение и оценка точности системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока.....	128
Романов Р.В., Кузичкин О.Р., Греченева А.В. Геоэкологический контроль водоносного горизонта в децентрализованной системе водоснабжения на локальном уровне.....	137
Васильев А.М., Гаринов В.К., Костромин М.А., Слепцов В.В. Оценка погрешностей результатов измерений температуры объектов методами бесконтактной термометрии.....	143

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, определенных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации, для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней.



The journal is published since 1995
The journal is published 6 times a year

№ 3 (311) 2015

May – june

Fundamental and Applied Problems of Engineering and Technology

The founder – The Federal State Higher Educational Professional Institution
«State University – Education–Scientific–Production Complex»
(State University ESPC)

Editorial council

Golenkov V.A. Doc. Sc. Tech., Prof.,
president
Pilipenko O.V. Doc. Sc. Tech., Prof.,
vice-president
Radchenko S.Y. Doc. Sc. Tech., Prof.,
vice-president
Borzenkov M.I. Candidate Sc. Tech.,
Assistant Prof, secretary
Astafichev P.A. Doc. Sc. Law., Prof.
Ivanova T.I. Doc. Sc. Tech., Prof.
Kolchunov V.I. Doc. Sc. Tech., Prof.
Konstantinov I.S. Doc. Sc. Tech., Prof.
Novikov A.N. Doc. Sc. Tech., Prof.
Popova L.V. Doc. Sc. Ec., Prof.
Stepanov Y.S. Doc. Sc. Tech., Prof.

Editorial Committee

Editor-in-chief

Stepanov Y.S. Doc. Sc. Tech., Prof., hon-
ored worker of science of Russian Federation

Editor-in-chief Assistants

Barsukov G.V. Doc. Sc. Tech., Prof.
Gordon V.A. Doc. Sc. Tech., Prof.
Podmasteryev K.V. Doc. Sc. Tech., Prof.

Member of editorial board

Babichev A.P. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)
Buchach A. Doc. Sc. Tech., Prof. (Poland)
Vdovin S.I. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)
Dyakonov A.A. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)
Emelyanov S.G. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)
Subchaninov V.G. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)
Ivanov B.R. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)
Kirichek A.V. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)
Klimenko S.A. Doc. Sc. Tech., Prof. (Ukraine)
Kolesnikov K.S. Doc. Sc. Tech., Prof.,
Academician of RAS (Russia)
Kopylov Y.R. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)
Malinin V.G. Doc. Sc. Ph. - Math, Prof. (Russia)
Mirsalimov V.M. Doc. Sc. Ph. - Math., Prof.
(Azerbaijan)
Mulyukin O.P. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)
Osadchy V.Ya. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)
Panin V.E. Doc. Sc. Tech., Prof. Academician
of RAS (Russia)
Raspopov V.Ya. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)
Smolenzov V.P. Doc. Sc. Tech., Prof. (Russia)
Starovoitov A.I. Doc. Sc. Ph. - Math., Prof.
(Belarus)
Heifets M.I. Doc. Sc. Tech., Prof. (Belarus)
Executive secretary:
Tyukhta A.V. Candidate Sc. Tech.

Address

302020 Orel,
Naugorskoe Chosse, 29
(4862) 54-15-19, 55-55-24, 41-98-48,
41-98-03, +7(906)6639898
www.gu-unpk.ru
E-mail: tiostu@mail.ru

Journal is registered in Federal Agency of super-
vision in sphere of communication, information
technology and mass communications. The
certificate of registration PI № FS77-47351 from
03.11.2011

Index on the catalogue of the «Pressa Rossi»
29504

© State University ESPC, 2015

Contents

Natural sciences

<i>Galaktionova A.V., Yemaletdinov A.K.</i> Dynamics of pore growth under temperature and mechanical load	3
<i>Shadrin I.F.</i> The rigid rods and circles on the two-dimensional surface. Abnormal entropic interacting and assemblies.....	7
<i>Mustafayev A.B.</i> Retardation of growth of curvilinear crack with end plastic zones using induced heat field of stresses.....	15

Modelling of technological processes

<i>Oleinikova Ye.V.</i> Analytical model of process selection of individual items in the assembly.....	22
<i>Shutin D.V.</i> Verification of the mathematical model of the active radial hybrid bearing.....	27
<i>Malinin V.G., Mussaui Yu.Yu.</i> Simulation of creation thermomechanical connection using couplings shape memory materials method of structural-analytical mesomechanics.....	36

Designing, calculations, materials

<i>Goncharov D.I., Kobishchanov V.V., Antipin D.Ya.</i> Evaluation of carrying capacity of body railcars calculated and experimental methods	48
<i>Mironenko S.V., Borodina M.B., Savin L.A.</i> Damping of pulse loadings the hydromechanical coupling with the gear differential executive mechanism.....	53
<i>Sytin A.V., Tyurin V.O., Antonov S.D.</i> Active control of the mechatronic multifoil bearing in high-speed turbomachinery.....	59
<i>Shagoyka A.G., Kravchenko K.V., Tikhonenko A.V., Chekan N.M., Ovchinnikov Ye.V.</i> Modification of multilayer composite coatings microwave.....	66

Machine building technology and toolware

<i>Lebedev V.A., Sokolov V.D., Shtyn S.Yu., Vyalikov I.L.</i> Energy method of evaluation of surface plastic deformation to greater operational properties of details	73
<i>Lunin K.S., Mikhaylov V.N., Moskvitin S.A.</i> Technological pipe bending non-deformable flow section ..	78
<i>Ovsianikova I.V., Tarapanov A.S., Muravyov A.A.</i> Empowering comprehensive method of analysis and forecasting processes shaping with high speeds.....	82
<i>Smolentsev E.V., Bobrov E.S.</i> Technology of repair of gearings by the combined methods.....	87
<i>Golenkov V.A., Radchenko S.Yu., Dorokhov D.O., Gryadunov I.M.</i> The technological process design method of bush type parts hardening by plastic deformation in complex local loading conditions on required parts parameters	93
<i>Korneeva V.M., Korneev S.S.</i> Theoretical estimation of power of loading cutting tool at very high cutting speeds.....	100

Instrument making and biotechnological system

<i>Zhidkov A.V., Zhiltsov M.P., Logvinov R.V., Mishin V.V.</i> Device for diagnosing a spherical friction pair during tribotesting	106
<i>Neznanov A.I., Esipov V.N.</i> Dynamic characteristics of the hydroacoustic sensor of a level of railways which has the pendular sensitive element	112

Control, diagnostics, tests

<i>Karpov I.G., Zyryanov Yu.T.</i> Methods of identification parameters modified pearson distribution by using power, exponential and logarithmic moments	117
<i>Krylov D.L., Soldatkin V.M., Soldatkina E.S.</i> Construction and evaluation of precision of air data signals system of airplane with the stationary included receiver of flow.....	128
<i>Romanov R.V., Kuzichkin O.R., Grecheneva A.V.</i> Geoecological control of the aquifer in decentralized water systems at the local level	137
<i>Vasilev A.M., Garipov V.K., Kostromin M.A., Sleptsov V.V.</i> Estimates for the error of temperature measurements objects by means of non-contact thermometer	143

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 538.913

А.В. ГАЛАКТИОНОВА, А.К. ЕМАЛЕТДИНОВ

ДИНАМИКА РОСТА ПОР ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЕМПЕРАТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Рассмотрена кинетика роста поры под действием постоянных и циклических растягивающих напряжений и температуры. Рост поры определяется потоком вакансий на поверхность поры и вероятностью их поглощения. Получено уравнение кинетики для поры под действием термомеханической нагрузки, решаемое численными методами.

Ключевые слова: равновесная плотность вакансий; кластеры вакансий; избыточная плотность вакансий; равновесная концентрация вакансий; критический размер поры.

Длительная эксплуатация рабочих лопаток турбины из нанокристаллического жаропрочного сплава с γ'/γ – микроструктурой в условиях высоких температур и нагрузок сопровождается развитием пор и трещин, которые определяют ресурс [1–3]. Сплавы испытывают комплексное воздействие нескольких эксплуатационных факторов: высоких нагрузок, вибрации, неравномерного циклического нагрева. Под действием термомеханических нагрузок происходит зарождение вакансий, активация диффузионных процессов, в частности рост пор [1–5]. В работе впервые анализируется модель диффузионного зарождения и роста поры в никелевом жаропрочном сплаве при термомеханическом нагружении с учетом циклических напряжений растяжения, температурных напряжений и нестационарного нагрева до высоких температур.

Рассмотрим бесконечную изотропную пластину, находящуюся под действием постоянных и циклических растягивающих напряжений вдоль и температурного градиента поперек пластины как показано на рисунке 1 [3].

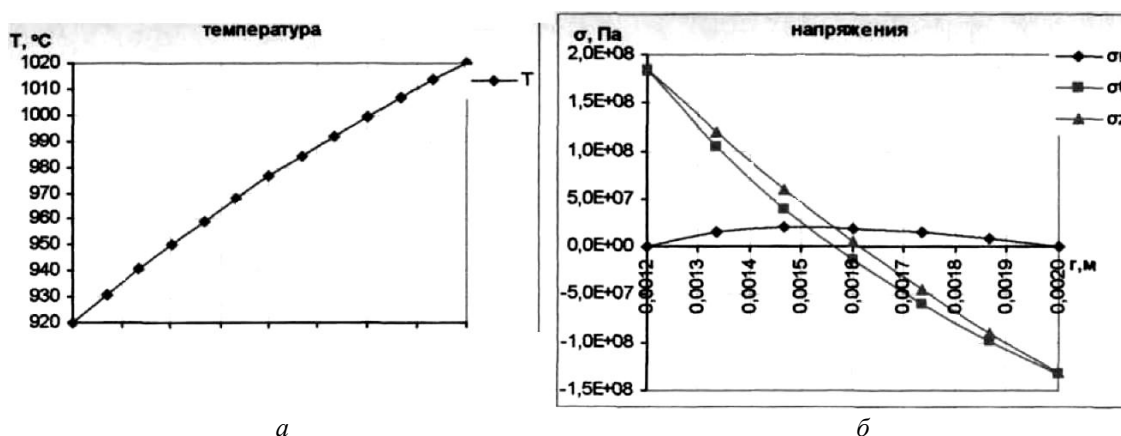


Рисунок 1 – Распределение температур и напряжений в сечении стенки входной кромки охлаждаемой рабочей лопатки ТВД ГТД АЛ-31Ф

Радиус охлаждаемого канала равен 1,2 мм, радиус наружной поверхности входной кромки – 2,0 мм. На рисунке 1 представлено распределение температур и напряжений, соответственно.

Рост пор в жаропрочном сплаве при эксплуатации включает ряд физических процессов:

- 1) возникновение избыточной концентрации вакансий;
- 2) неустойчивость и коагуляция вакансий в кластеры и зарождение поры критического размера;