

Баранец, В. А. Математическое моделирование оседания агрегирующих микрочастиц суспензий во внешнем поле сил / В. А. Баранец, О. М. Дацок, Н. Н. Кизилова // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 5–15.

В. А. БАРАНЕЦ¹, О. М. ДАЦОК², Н. Н. КИЗИЛОВА¹

¹*Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Харьков, Украина*

²*Харьковский национальный технический университет радиозлектроники, Харьков, Украина*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСЕДАНИЯ АГРЕГИРУЮЩИХ МИКРОЧАСТИЦ СУСПЕНЗИЙ ВО ВНЕШНЕМ ПОЛЕ СИЛ

Исследуется оседание агрегирующих микрочастиц в суспензиях во внешних однородных и неоднородных полях на примере суспензии крови. Используются результаты экспериментов по оседанию эритроцитов в капиллярах Панченкова (медицинский тест СОЭ) в гравитационном поле и в линейном по длине капилляра поле сил, создаваемом центрифугой, для быстрой и надежной диагностики наличия аллергии на лекарственный препарат. Показано, что анализ фазовых кривых позволяет по многочисленным закономерностям расположения на них максимумов и минимумов надежно диагностировать наличие или отсутствие аллергии на препарат. На основе использования модели крови как суспензии агрегирующих частиц проведен расчет скорости агрегации при наличии и отсутствии аллергена. Представленный подход предлагается использовать в разработанном авторами аппаратно-программном комплексе для неспецифической диагностики заболеваний и успешности их лечения.

Ключевые слова: микрочастицы, агрегация, оседание, фазовые кривые, медицинская диагностика, аллергия.

V. A. BARANETS¹, O. M. DATSOK², N. N. KIZILOVA¹

¹*V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine*

²*Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine*

MATHEMATICAL MODELING OF SEDIMENTATION IN SUSPENSIONS OF AGGREGATING MICROPARTICLES IN THE EXTERNAL FORCE FIELDS

The sedimentation of aggregating microparticles of suspensions in external uniform and non-uniform fields is studied on the blood suspension. The results of experiments on the red blood cells sedimentation in the Panchenkov capillaries (medical ESR test) in the gravitational field and in the linear centrifugal force field along the capillary are used for quick and reliable diagnostics the drug allergy in the individual. It is shown that the analysis of phase curves provides reliable diagnoses the presence or absence of an allergy to the drug(s) by the location of the maxima and minima on the curves. Based on the continual model of blood as a suspension of aggregating particles, the aggregation rate in the presence and absence of an allergen has been calculated. The presented approach is proposed to be used in the hardware-software complex developed by the authors for non-specific diagnosis of diseases and the success of their treatment.

Близнец, Д. А. Фрикционный нагрев и разрушение ювелирных материалов при распиливании / Д. А. Близнец, П. Н. Богданович // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 16–22.

Д. А. БЛИЗНЕЦ, П. Н. БОГДАНОВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ФРИКЦИОННЫЙ НАГРЕВ И РАЗРУШЕНИЕ ЮВЕЛИРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАСПИЛИВАНИИ

Приводятся экспериментальные данные о фрикционном взаимодействии боковой поверхности распиловочного диска и ювелирных кристаллов. Показано, что при превышении допустимых нагрузок боковая поверхность распиловочного диска содержит следы углерода и признаки пластического оттеснения, а на поверхности распила кристалла алмаза образуются усталостные трещины.

Ключевые слова: алмаз, графитизация, диск, нагрузка, распиливание, трение, температура, фрикционный контакт.

D. A. BLIZNETS, P. N. BOGDANOVICH

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

FRICION HEATING AND DESTRUCTION OF JEWELERY MATERIALS WHEN CUTTING

Experimental data on the frictional interaction of the lateral surface of the sawing disk and jewelry crystals are presented. It is shown that when the permissible loads are exceeded, the side surface of the sawing disk contains traces of carbon and signs of plastic displacement, and fatigue cracks form on the surface of the diamond crystal.

Босаков, О. В. Трещина в бетонном массиве под внутренним давлением / С. В. Босаков, О. В. Козунова // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 23–28.

С. В. БОСАКОВ¹, О. В. КОЗУНОВА²

¹*Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь*

²*Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь*

ТРЕЩИНА В БЕТОННОМ МАССИВЕ ПОД ВНУТРЕННИМ ДАВЛЕНИЕМ

В работе приводятся решения двух задач о плоских трещинах прямоугольной и полукруглой формы, находящихся на поверхности полуограниченного бетонного массива под действием внутреннего равномерного давления. Результаты получены на основании способа Б. Н. Жемочкина. Для этого бетонное полупространство плоскостью, параллельной плоскости трещины, разбивается на два четвертьпространства. Приведены графики для распределения нормальных напряжений и соответствующие им коэффициенты интенсивности напряжений по оси симметрии трещин.

Ключевые слова: трещина, полупространство, способ Жемочкина, четвертьпространство, коэффициент интенсивности напряжений.

S. V. BOSAKOV¹, O. V. KOZUNOVA²

¹*Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus*

²*Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus*

THE CRACK IN THE CONCRETE SOLID UNDER INTERNAL PRESSURE

The solutions of two problems of flat cracks of rectangular and semicircular shape, located on the surface of a semi-unlimited concrete solid under the action of internal uniform pressure, are given. The results are based on the method of B. N. Zhemochkin. For this, the concrete half-space is divided into two quarters by a plane parallel to the plane of the crack. The graphs for the distribution of normal stresses and the corresponding stress intensity factors along the symmetry axis of the cracks are shown.

Васильев, С. М. Совершенствование подвижных турникетно-крепёжных устройств с целью установки на современные типы грузовых вагонов / С. М. Васильев, А. А. Железняков, Л. П. Целкови́кова // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 29–34.

С. М. ВАСИЛЬЕВ, А. А. ЖЕЛЕЗНЯКОВ, Л. П. ЦЕЛКОВИКОВА
Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ТУРНИКЕТНО-КРЕПЁЖНЫХ УСТРОЙСТВ С ЦЕЛЮ УСТАНОВКИ НА СОВРЕМЕННЫЕ ТИПЫ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Рассматриваются возможности применения упругих, гравитационных и комбинированных турникетно-крепёжных устройств для транспортировки длинномерных грузов. Приводятся сведения о современных разработках вагонов с осевой нагрузкой 25 т и современными поглощающими аппаратами повышенной энергоёмкости, а также сочленённых вагонов соединённые между собой шарнирным узлом. Определяются пути совершенствования конструкций турникетно-крепёжных устройств с целью более полного использования повышенной вместимости и грузоподъёмности новых моделей вагонов.

Ключевые слова: длинномерный груз, турникетно-крепёжное устройство, сочленённые вагоны.

S. M. VASILYEU, A. A. ZHELEZNYAKOV, L. P. TSELKOVIKOVA
Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

IMPROVEMENT OF MOBILE TURNSTILE AND FASTENING DEVICES FOR THEIR PLACEMENT ON THE MODERN TYPES OF CARGO CARS

The possibilities of using the elastic, gravitational and combined turnstile fastening devices for the long loads transporting are considered. There is presented the current information on modern railway car designs with an axial load of 25 ton-forces and modern absorbing devices of the increased energy intensity, as well as articulated wagons jointed by a hinge node. The ways of improving the design of turnstile fastening devices are determined in order to more fully usage of the increased capacity and carrying capacity of new cars models.

Ворожун, И. А. Сравнение способов крепления труб большого диаметра на транспортном средстве / И. А. Ворожун, И. В. Воробьев // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 35–40.

И. А. ВОРОЖУН, И. В. ВОРОБЬЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ КРЕПЛЕНИЯ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА НА ТРАНСПОРТНОМ СРЕДСТВЕ

Рассмотрены два способа размещения и крепления пакета труб на автотранспортном средстве. Методом математического моделирования исследовано влияние коэффициента жесткости в упругих элементах продольного крепления пакета труб при торможении автомобиля на величину динамических сил. Дан сравнительный анализ динамических показателей жесткого и упругого крепления пакета труб на раме автотранспортного средства.

Ключевые слова: пакет труб, крепление, силы, автомобиль, торможение.

I. A. VARAZHUN, I. V. VARABYEU

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

COMPARISON OF METHODS FOR FASTENING PIPES OF A LARGE DIAMETER ON A VEHICLE

Two methods of placement and fastening of a pipe package on a vehicle are considered. The method of mathematical modeling is used to investigate the influence of the stiffness coefficient in the longitudinal fastening elastic elements of the pipe bundle at vehicle braking on the value of the dynamic forces. A comparative analysis of the dynamic features of the rigid and elastic fastening of the pipe package on the vehicle frame is given.

Галай, Э. И. Композиционные тормозные колодки со вставками из специального чугуна / Э. И. Галай, П. К. Рудов, Е. Э. Галай // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 41–47.

Э. И. ГАЛАЙ, П. К. РУДОВ, Е. Э. ГАЛАЙ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ТОРМОЗНЫЕ КОЛОДКИ СО ВСТАВКАМИ ИЗ СПЕЦИАЛЬНОГО ЧУГУНА

Рассматриваются некоторые вопросы, связанные с работоспособностью тормозных композиционных колодок со вставкой из чугуна. Приведены коэффициенты трения композиционной части колодки и чугунной вставки, рассчитанные для диапазона скоростей, и удельная тормозная сила при экстренном торможении, показывающая, что чугунная вставка не оказывает существенного влияния на величину тормозной силы.

Ключевые слова: торможение, композиционная колодка, чугунная вставка, нажатие, тормозная сила, коэффициент трения.

E. I. HALAI, P. K. RUDAU, E. E. HALAI

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

COMPOSITE BRAKE PADS WITH SPECIAL CAST IRON INSERTS

Some issues related to the performance of brake composite pads with an insert of cast iron are considered in the article. There are presented the friction coefficients of the pad composite and the cast-iron insert calculated for the range of velocities; the specific braking force at emergency braking shows that the cast-iron insert does not significantly affect the braking force value.

Громько, Ю. В. Колебания кольцевой трехслойной пластины при импульсном воздействии / Ю. В. Громько // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 48–52.

Ю. В. ГРОМЬКО

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

КОЛЕБАНИЯ КОЛЬЦЕВОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Рассмотрено динамическое нагружение упругой трехслойной кольцевой пластины, мгновенно приложенной и импульсной нагрузками. Принято, что в тонких несущих слоях справедливы гипотезы Кирхгофа; в несжимаемом по толщине легком заполнителе выполняется гипотеза Тимошенко. Аналитическое решение задачи получено в виде разложения в ряд по собственным функциям. Представлены графики зависимости максимальных прогибов пластины при различных граничных условиях в случае мгновенно приложенной нагрузки и импульсного воздействия.

Ключевые слова: трехслойная кольцевая пластина, упругость, собственные частоты, мгновенно приложенная нагрузка, импульсное воздействие.

Yu. V. GROMYKO

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

OSCILLATIONS OF THE ANNULAR THREE-LAYER PLATE AT AN IMPULSE ACTION

There is considered the dynamic loading of an elastic three-layer annular plate under the action of the instantly applied and pulsed loads. It is assumed that in the thin bearing layers, the Kirchhoff's hypotheses hold true; in the lightweight filler incompressible along its thickness the Timoshenko's hypothesis is realized. The analytical solution of the problem is obtained in the form of expansion in a series of eigenfunctions. The diagrams of the dependence of the plate maximal deflections on the different boundary conditions for the cases of the instantaneous applied load and impulse action are presented.

Журавлев, С. В. Методика расчета параметров гибки труб на основе энергетических принципов / В. Ю. Журавлев, С. В. Титенков, Е. В. Фалькова, Л. П. Назарова, Е. Н. Фисенко // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 53–58.

В. Ю. ЖУРАВЛЕВ, С. В. ТИТЕНКОВ, Е. В. ФАЛЬКОВА, Л. П. НАЗАРОВА, Е. Н. ФИСЕНКО

Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ГИБКИ ТРУБ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ

Рассматриваются способы технологического процесса гибки трубы, описываемые различными расчетными схемами с принятием ряда допущений. Приводится схема деформирования поперечного сечения трубы. Рассматривается изгиб трубы с учетом деформирования ее сечения.

Ключевые слова: деформация, напряжения, энергетические принципы, гибка труб, изгибающий момент.

*V. Yu. ZHURALEV, S. V. TITENKOV, E. V. FALKOVA, L. P. NAZAROVA, E. N. FISENKO
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk*

METHODS OF PIPE BENDING PARAMETERS CALCULATION ON THE ENERGY PRINCIPLES BASIS

The article deals with the methods of technological pipe bending described by different design schemes with a number of assumptions. The scheme of pipe's cross-section deformation is given. The bending of the pipe with a deformable section is considered.

Журавлев, С. В. Особенности процесса выворачивания цилиндрических диафрагм-разделителей топливных баков / В. Ю. Журавлев, Е. В. Фалькова, Л. П. Назарова, Е. Н. Фисенко // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 59–65.

В. Ю. ЖУРАВЛЕВ, Е. В. ФАЛЬКОВА, Л. П. НАЗАРОВА, Е. Н. ФИСЕНКО
Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева,
г. Красноярск, Россия

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ВЫВОРАЧИВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДИАФРАГМ-РАЗДЕЛИТЕЛЕЙ ТОПЛИВНЫХ БАКОВ

Рассматривается математическая модель процесса выворачивания металлического разделителя топливного бака космического летательного аппарата. Представлен результат исследования устойчивости выворачивающихся цилиндрических диафрагм-разделителей топливных баков космических аппаратов на основе использования энергетического принципа.

Ключевые слова: процесс выворачивания, устойчивость выворачивания, топливный бак, деформация.

V. Yu. ZHURALEV, E. V. FALKOVA, L. P. NAZAROVA, E. N. FISENKO
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia

PARTICULARITIES OF THE REVERSING OF CYLINDRICAL DIAPHRAGMS-SEPARATORS OF FUEL TANKS

In the article there is considered a mathematical model of the turning inside out of the fuel tank metallic separators for the cosmic flying machine. The research result of the stability of the fuel tank metallic separators for the cosmic flying machine at their turning inside out is presented and it is based on the energy principle.

Захарчук, Ю. В. Напряженно-деформированное состояние круговой трехслойной пластины со сжимаемым наполнителем / Ю. В. Захарчук // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 66–75.

Ю. В. ЗАХАРЧУК

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ КРУГОВОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ СО СЖИМАЕМОМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

Приведена постановка краевой задачи об изгибе упругопластической круговой трехслойной пластины со сжимаемым наполнителем. Для тонких несущих слоев приняты гипотезы Кирхгофа. В относительно толстом лёгком наполнителе выполняется гипотеза Тимошенко с линейной аппроксимацией прогиба и квадратичной аппроксимацией радиальных перемещений по толщине слоя. На контуре – жесткая диафрагма, препятствующая относительному сдвигу слоев. Физические уравнения состояния в несущих слоях соответствуют теории малых упругопластических деформаций Ильюшина. Наполнитель нелинейно упругий. Неоднородная система нелинейных дифференциальных уравнений равновесия получена вариационным методом Лагранжа. Для решения применен метод последовательных приближений, основанный на методе упругих решений. Получено общее итерационное аналитическое решение краевой задачи в функциях Бесселя. Численные результаты получены для трехслойного пакета металл-полимер-металл.

Ключевые слова: трехслойная круговая пластина, физическая нелинейность, сжимаемость наполнителя, напряжения.

Yu. V. ZAKHARCHUK

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

STRESS-STRAIN STATE OF A CIRCULAR THREE LAYER PLATE WITH A COMPRESSIBLE FILLER

The boundary value problem of bending of an elastic-plastic circular sandwich plate with compressible filler is formulated. The Kirchhoff's hypotheses are accepted for the thin bearing layers. In the relatively thick lightweight filler, the hypothesis of Timoshenko is applied with a linear approximation of the deflection and a quadratic approximation of the radial displacements over the layer thickness. On the contour there is a rigid diaphragm that prevents the relative shift of the layers. The physical equations of state in the bearing layers correspond to the theory of small elastic-plastic deformations of Ilyushin. The filler is nonlinear elastic. The inhomogeneous system of the equilibrium nonlinear differential equations is obtained by the Lagrange variation method. The method of successive approximations based on the method of the elastic solutions is applied for the solution. The general iterative analytical solution of the boundary value problem in Bessel functions is obtained. Numerical results are obtained for a three-layer metal-polymer-metal package.

Зеленая, А. С. Изгиб термоупругопластической трехслойной прямоугольной пластины со сжимаемым наполнителем / А. С. Зеленая // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 76–84.

А. С. ЗЕЛЕНАЯ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ИЗГИБ ТЕРМОУПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ СО СЖИМАЕМЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

Рассмотрен изгиб физически нелинейной прямоугольной трехслойной пластины при действии термосиловых нагрузок. Система уравнений равновесия получена с помощью вариационного принципа Лагранжа. При определении влияния температуры на упругие характеристики материала несущих слоев принималась формула Белла. В работе получено аналитическое решение рассматриваемой краевой задачи, а также проведена его численная реализация для трехслойной пластины.

Ключевые слова: термоупругопластический изгиб, физически нелинейная пластина, трехслойная пластина, сжимаемый наполнитель, пластичность.

A. S. ZELENAYA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

BENDING OF THE THERMOELASTIC PLASTIC THREE-LAYER RECTANGULAR PLATE WITH COMPRESSIBLE FILLER

The bending of a physically nonlinear rectangular three-layer plate under an active thermal-force load is considered. The system of equilibrium equations is obtained using the Lagrange variation principle. To determine the effect of temperature on the elastic characteristics of the bearing layers material, the Bell's formula was applied. In the investigation, an analytical solution of the considered boundary value problem is obtained, and its numerical implementation for a three-layer plate is performed.

Кизилова, Н. Н. Исследование теплопереноса в однородных слоистых биологических материалах при воздействии низкоинтенсивного оптического излучения / Н. Н. Кизилова, А. М. Коробов // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 85–93.

Н. Н. КИЗИЛОВА, А. М. КОРОБОВ

Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Харьков, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ОДНОРОДНЫХ СЛОИСТЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Приведен обзор моделей механики сплошных сред для переноса тепла в биологических тканях с учетом распределенных источников тепла в виде метаболических реакций и отвода тепла системой микроциркуляции. Модели служат для оптимизации терапии кожных, мышечных и ряда других заболеваний посредством низкоинтенсивного оптического излучения лазерами или фотодиодами. Обоснован выбор модели, основанной на законе переноса тепла Guyer-Krumhansl. Численные расчеты проведены с помощью метода конечных разностей для параметров модели, соответствующих трем слоям кожи человека. На основе сопоставления численных результатов с данными измерений на добровольцах проведена идентификация таких параметров модели, как метаболическая теплопродукция и скорость микроциркуляции, которые являются индивидуальными для пациента. Показано, что для группы молодых здоровых испытуемых эти параметры представляют собой группы с относительно небольшим разбросом. Модель с идентифицированными параметрами может затем использоваться для оптимизации фотодинамической терапии у конкретного пациента.

Ключевые слова: биологическая ткань, оптическое излучение, температурное поле, теплопроводность.

N. N. KIZILOVA, A. M. KOROBOV

V. N. Karazin Kharkov National University, Kharkov, Ukraine

INVESTIGATION OF THE HEAT TRANSFER IN HOMOGENEOUS LAYERED BIOLOGICAL MATERIALS UNDER THE INFLUENCE OF THE LOW-INTENSIVE OPTICAL RADIATION

A review of the continuum mechanics models for the heat transfer in biological tissues considering the distributed heat sources in the microcirculation system is presented. The models are applied for the laser therapy optimization for the skin muscles and some other diseases by the low-intensity laser therapy or light-emitting diodes. The choice of models based on the Guyer-Krumhansl heat transfer law is justified. The numerical calculations are performed using finite differences method for the model parameters corresponded to the three layers of human skin. Based on a comparison of the numerical results and the data measured on volunteers, the identification of such individual model parameters as metabolic heat and intensity of microcirculation is carried out. It is shown that those parameters exhibit quite low dispersion in the group of young healthy volunteers. The model with the identified parameters can be later used for the photodynamic therapy optimization of the specific patient.

Кизилова, Н. Н. Математическое моделирование и прогнозирование динамики речного русла реки харьков на территории г. Харькова / Н. Н. Кизилова, Н. Л. Рычак // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 94–99.

Н. Н. КИЗИЛОВА, Н. Л. РЫЧАК

Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Харьков, Украина

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РЕЧНОГО РУСЛА РЕКИ ХАРЬКОВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ХАРЬКОВА

Исследуется течение на участке реки Харьков на территории г. Харькова с распределенными источниками загрязнений и притоками. Разработанная математическая модель позволяет предсказывать накопление загрязнений в придонных отложениях, перенос загрязнений с потоком, эволюцию береговой линии русла, наличие застойных зон с медленной циркуляцией, прогнозировать динамику донных заносов и зарастание русла. Модель также позволяет планировать инженерно-гидрогеологические меры по предотвращению размыва и зарастания рек с произвольной геометрией, улучшения циркуляции и повышения качества речных вод.

Ключевые слова: течение реки, динамика потока, конечноэлементное моделирование, загрязнение.

N. N. KIZILOVA, N. L. RYCHAK

V. N. Karazin Kharkov National University, Kharkov, Ukraine

MATHEMATICAL MODELING AND PROGNOSTICATION OF THE KHARKOV RIVER DYNAMICS ON THE KHARKIV CITY TERRITORY

The flow of the Kharkov river on the territory of the Kharkiv city with distributed sources of pollution and tributaries is investigated. The created mathematical model allows to predict the accumulation of pollutions in the bottom sediments, their transportation with the flow, the coastline evolution, and predicting the dynamics of the river channel overgrowth. The model also allows to plan the engineering and hydrogeological measures to prevent erosion and overgrowth of rivers with arbitrary geometry, to improve the river water circulation and quality.

Климовский, Д. А. Оценка инерционной нагрузки гибких звеньев пространственного манипулятора крупногабаритных изделий / Д. А. Климовский, А. Д. Кучеренко, А. С. Калашников // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 100–104.

Д. А. КЛИМОВСКИЙ, А. Д. КУЧЕРЕНКО, А. С. КАЛАШНИКОВ
Сибирский государственный университет науки и технологий
им. акад. М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия

ОЦЕНКА ИНЕРЦИОННОЙ НАГРУЗКИ ГИБКИХ ЗВЕНЬЕВ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В работе определяются силы натяжения гибких звеньев манипулятора с учетом сил инерции. Механизм имеет две степени свободы. Анализируется воздействие динамических нагрузок на точность механизмов параллельной структурой с гибкими звеньями при производстве манипуляций с крупногабаритными изделиями.

Ключевые слова: механизм параллельной структуры, гибкое звено, ускорение.

D. A. KLIMOVSKY, A. D. KUCHERENKO, A. S. KALASHNIKOV
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia

INERTIAL LOAD ESTIMATION OF FLEXIBLE LINKS FOR A SPATIAL MANIPULATOR OF LARGE-SIZED PRODUCTS

In the paper the tension forces of the manipulator flexible links are determined taking into account the inertia forces. The mechanism has two degrees of freedom. There is analyzed the impact of the dynamic loads on the accuracy of the parallel structure kinematic machines with flexible links at the large-sized products manipulation.

Козел, А. Г. Деформирование физически нелинейной трёхслойной пластины на основании Пастернака / А. Г. Козел // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 105–112.

А. Г. КОЗЕЛ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ДЕФОРМИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ НА ОСНОВАНИИ ПАСТЕРНАКА

Приведена постановка и решение краевой задачи об осесимметричном изгибе несимметричной по толщине физически нелинейной трёхслойной круговой пластины на двухпараметрическом основании Пастернака. Принимается, что гипотезы Кирхгофа справедливы в тонких несущих слоях, для лёгкого несжимаемого по толщине заполнителя применяется модель Тимошенко. Физические уравнения связи напряжений с деформациями в слоях соответствуют теории малых упругопластических деформаций. Дифференциальные уравнения равновесия в усилиях и перемещениях получены с помощью вариационного метода Лагранжа. Для решения нелинейной задачи применен метод упругих решений. Проведен численный анализ полученного решения.

Ключевые слова: трёхслойная пластина, физическая нелинейность, осесимметричный изгиб, основание Пастернака, численные результаты.

A. G. KOZEL

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

DEFORMATION OF A PHYSICALLY NONLINEAR THREE-LAYER PLATE ON THE PASTERNAK BASE

There is presented the formulation and solution of the boundary value problem of the axisymmetric bending of a physically nonlinear three-layer circular plate on a two-parameter Pasternak base. The Kirchhoff's hypotheses are assumed for the thin carrier layers; for the light incompressible in thickness filler, the Timoshenko model is used. The physical equations of the stress-strain relationship in layers correspond to the theory of the small elastic-plastic deformations. Equilibrium differential equations in forces and displacements are obtained using the Lagrange variational method. The method of elastic solutions is applied to solve the nonlinear problem. The numerical analysis of the obtained solution is carried out.

Козунова, О. В. Осесимметричная контактная задача для круглой плиты на нелинейно-упругом основании под действием сосредоточенных сил / О. В. Козунова, Д. М. Гурский // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 113–120.

О. В. КОЗУНОВА, Д. М. ГУРСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ КОНТАКТНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ КРУГЛОЙ ПЛИТЫ НА НЕЛИНЕЙНО-УПРУГОМ ОСНОВАНИИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ СИЛ

Данная работа является продолжением исследования осесимметричной контактной задачи «круглая плита – нелинейно-упругое основание» вариационно-разностным методом. В ней реализованы постановка задачи, алгоритм нелинейного расчета и получены численные результаты, соответствующие действию на плиту системы сосредоточенных сил. Решение сформулированной задачи выполнено с использованием итерационного алгоритма А. А. Ильюшина малых упруго-пластических деформаций в форме переменных параметров упругости. Модуль упругости основания принимается переменным (секущим), коэффициент Пуассона – постоянным, в силу малости своего изменения. Показано, что при моделировании взаимодействия плит средней жесткости и однородных оснований физическую нелинейность можно не учитывать.

Ключевые слова: осесимметричная контактная задача, круглая плита, нелинейно-упругое основание, вариационно-разностный метод, итерационный алгоритм.

O. V. KOZUNOVA, D. M. GURSKY

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

AXISYMMETRIC CONTACT PROBLEM FOR A CIRCULAR PLATE ON THE NONLINEAR ELASTIC BASE UNDER THE ACTION OF THE CONCENTRATED FORCES SYSTEM

The investigation is a continuation of the "round plate-nonlinear elastic base" axisymmetric contact problem study by the variational-difference method. Here there are realized the formulation, the nonlinear calculation algorithm and the numerical results are implemented for the contact problem solution considering the concentrated forces system action. The solution of the formulated problem is performed using an iterative algorithm of the A. A. Ilyushin small elastic-plastic deformations of in the elasticity variable parameters form. The base elasticity modulus is assumed to be variable (secant), the Poisson's ratio is constant, due to the smallness of its change. It is shown that the physical non-linearity can be neglected at the modeling of the medium hardness plates and homogeneous bases interaction.

Козунова, О. В. Учет физической нелинейности шарнирно соединенных железобетонных балок, расположенных на упругом основании Винклера / О. В. Козунова // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 121–127.

О. В. КОЗУНОВА

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

УЧЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ ШАРНИРНО СОЕДИНЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ ВИНКЛЕРА

Предлагается универсальный подход для расчета шарнирно соединенных железобетонных балок на упругом основании Винклера, который основан на смешанном методе строительной механики. Физическая нелинейность материала балок рассматривается как переменная жесткость участков Жемочкина. После нахождения сил в связях области контакта каждой балки с упругим основанием в результате линейного расчета определяются величины изгибающих моментов. Затем по ним находится касательная жесткость для каждого участка по зависимости «момент-кривизна» в виде гиперболического тангенса. Приведен численный пример расчета деформирования системы из трех шарнирно соединенных железобетонных балок на винклеровском основании под действием внешней нагрузки.

Ключевые слова: шарнирно соединенные балки, физическая нелинейность, основание Винклера, смешанный метод строительной механики, метод Жемочкина.

O. V. KOZUNOVA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

ACCOUNTING OF PHYSICAL NONLINEARITY OF HINGE-CONNECTED REINFORCED CONCRETE BEAMS ON THE ELASTIC WINKLER FOUNDATION

In the paper a universal approach is proposed for calculating the articulated reinforced concrete beams on the Winkler elastic base, using the mixed method of structural mechanics. The beams material physical nonlinearity is taken into account through the variable stiffness of Zhemochkin's section. After determining the loads in the each beam-elastic base contact joints as a result of linear calculation, the values of the bending moments for the each beam are defined. Then the tangential stiffness for each section is determined from the obtained values from the "moment-curvature" dependence in the form of a hyperbolic tangent. There is presented the numerical example of the deformation calculation for a system of three articulated reinforced concrete beams on the Winkler base under the influence of an external load.

Комнатный, Д. В. Расчет движения якоря электромагнитного реле первого класса надежности / Д. В. Комнатный // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 128–133.

Д. В. КОМНАТНЫЙ

Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, Гомель, Беларусь

РАСЧЕТ ДВИЖЕНИЯ ЯКОРЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ ПЕРВОГО КЛАССА НАДЕЖНОСТИ

Рассмотрено движение якоря реле первого класса надежности, которое применяется при построении систем сигнализации, централизации и блокировки. Выведено уравнение движения якоря. Получено его решение на основе методов кусочно-линейной аппроксимации механической характеристики реле и условной линеаризации переходных процессов в катушке электромагнитного реле. Показано, что эти методы позволяют получить простые выражения для изменения угла поворота якоря реле во времени.

Ключевые слова: электромагнитное реле, уравнение движения якоря, метод кусочно-линейной аппроксимации, метод условной линеаризации, метод неопределенных коэффициентов.

D. V. KOMNATNY

Gomel State Technical University named by P. O. Sukhoi, Gomel, Belarus

CALCULATION OF THE FIRST-CLASS RELIABILITY ELECTROMAGNETIC RELAY ANCHOR MOTION

There is considered the anchor motion of the first class reliability relay, used at the alarm, centralization and blocking systems creation. The equation of the anchor movement is derived. The solution of this equation is obtained, based on the piecewise linear approximation of the relay mechanical characteristics and conditional linearization of transients in the electromagnetic relay coil. It is shown, that these methods allow to obtain the simple expressions for the relay anchor rotation angle depending on time.

Кузнецова, М. Г. Компьютерное моделирование динамики машины с навесным резервуаром для жидкости / М. Г. Кузнецова, М. А. Бойкачев // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 134–139.

М. Г. КУЗНЕЦОВА, М. А. БОЙКАЧЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ МАШИНЫ С НАВЕСНЫМ РЕЗЕРВУАРОМ ДЛЯ ЖИДКОСТИ

Разработана компьютерная модель транспортного средства, оборудованного навесной емкостью с жидкими минеральными удобрениями в среде инженерного пакета ADAMS. Выполнено исследование зависимости амплитуд относительных скорости и ускорения центра масс жидкости в зависимости от высоты переезжаемой неровности, наличия/отсутствия рессор и их жесткости.

Ключевые слова: сельскохозяйственная машина, навесная емкость, колебания жидкости, моделирование, MSC.ADAMS.

М. G. KUZNIATSOVA, M. A. BAIKACHOU

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

COMPUTER MODELING OF DYNAMICS OF A VEHICLE WITH A HANGED RESERVOIR FOR LIQUID MEDIA

There was created a computer model of a vehicle equipped with a hanged tank with liquid mineral fertilizers in the environment of the ADAMS engineering package. The amplitudes of the liquid mass center relative velocities and accelerations were analyzed depending on the height of the road unevenness, the presence/absence of springs and their stiffness.

Леоненко, Д. В. Импульсные колебания трехслойных стержней на упругом инерционном основании Пастернака / Д. В. Леоненко // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 140–145.

Д. В. ЛЕОНЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ИМПУЛЬСНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ СТЕРЖНЕЙ НА УПРУГОМ ИНЕРЦИОННОМ ОСНОВАНИИ ПАСТЕРНАКА

Рассмотрены поперечные колебания упругого трехслойного стержня, скрепленного с упругим инерционным основанием, под действием импульсной равномерно распределенной нагрузки. Реакция основания описывается моделью Пастернака. Для описания кинематики несимметричного по толщине пакета приняты гипотезы Бернулли и Тимошенко. Аналитические решения получены методом Бубнова-Галеркина с использованием обобщенной функции дельта-функции Дирака. Проведен численный анализ полученных решений.

Ключевые слова: трехслойный стержень, инерционное основание Пастернака, колебания, импульсное нагружение.

D. V. LEONENKO

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

IMPULSE OSCILLATIONS OF THE THREE-LAYER RODS ON THE ELASTIC INERTIAL PASTERNAK'S FOUNDATION

There are considered the transverse oscillations of the elastic three-layer rod, clamped with the elastic inertial foundation, under the impulsive uniformly distributed load action. Reaction of foundation is described on the base of Pasternak's model. To describe the kinematics of a package asymmetric in thickness, the hypotheses of Bernoulli and Timoshenko are adopted. The analytical solutions are obtained by the Bubnov-Galerkin method using the generalized Dirac delta function. The numerical analysis of the obtained solutions is conducted.

Локтионов, А. В. Кинематика режущего инструмента исполнительного механизма / А. В. Локтионов // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 146–151.

А. В. ЛОКТИОНОВ

Витебский государственный технологический университет, Витебск, Беларусь

КИНЕМАТИКА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА

Предложен аналитический метод расчета задних углов резца в движении. Получены соотношения между их значениями в различных плоскостях с учетом угла установки резца на режущей головке исполнительного механизма. Установлено, что кинематические углы представляют те же углы движения, рассчитанные для боковой и задней грани резца.

Ключевые слова: режущий инструмент, исполнительный механизм, угол движения, задний угол.

A. V. LOKTIONOV

Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Belarus

THE KINEMATICS OF THE ACTUATING MECHANISM CUTTING TOOL

An analytical method for calculating the back angles of the cutter in motion is proposed. There are obtained the relations between its values in different planes taking into account the angle of the cutter installation on the actuator cutting head. It is found that the kinematic angles represent the same motion angles calculated for the lateral and posterior cutter edges.

Нестерович, А. В. Напряженное состояние круговой трехслойной пластины при осесимметричном нагружении в своей плоскости / А. В. Нестерович // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 152–157.

А. В. НЕСТЕРОВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КРУГОВОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ ОСЕСИММЕТРИЧНОМ НАГРУЖЕНИИ В СВОЕЙ ПЛОСКОСТИ

Рассмотрено равномерное растяжение-сжатие и кручение упругой трехслойной круговой пластины под действием постоянных радиальных и тангенциальных нагрузок в температурном поле. Уравнения равновесия получены вариационными методами и решены методом прямого интегрирования. Проведен численный анализ напряженного состояния при различных температурах. Приведены графики распределения напряжений в слоях пластины вдоль радиуса.

Ключевые слова: круговая пластина, растяжение-сжатие, кручение, напряженное состояние, температура.

A. V. NESTEROVICH

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

THE STRESS STATE OF A CIRCULAR THREE-LAYER PLATE UNDER THE AXISYMMETRIC LOADING IN ITS PLANE

The uniform tension-compression and torsion of an elastic three-layer circular plate under the action of constant radial and tangential loads in the temperature field is considered. The equilibrium equations are obtained by the variational methods and solved by the direct integration. The numerical analysis of the stress state at different temperatures is carried out. The diagrams of the plate layers stress distribution along the radius are shown.

Нефедов, В. В. Модель напряженно-деформируемого состояния многокомпонентных гетероструктур / В. В. Нефедов, Н. А. Нефедова // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 158–163.

В. В. НЕФЕДОВ, Н. А. НЕФЕДОВА

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова, Новочеркасск, Россия

МОДЕЛЬ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР

Существующие модели, учитывающие влияние внутренних деформаций в напряженных структурах в зависимости от концентрации компонент и толщин слоя и подложки адекватно не работают для многокомпонентных гетероструктур с легированием. Целью данной работы является разработка уточненных моделей напряженно-деформируемого состояния таких гетероструктур.

Ключевые слова: гетероструктура, концентрация веществ, компенсация напряжений.

V. V. NEFEDOV, N. A. NEFEDOVA

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, Russia

MODEL OF THE MULTICOMPONENT HETEROSTRUCTURES STRESS-STRAIN STATE

The existing models take into account the effect of the internal deformations in the strained structures, depending on the components concentration and the layer and the substrate thicknesses but they do not adequately work for the multi-component doped heterostructures. The purpose of this work is to develop the refined models of the stress-strain state of such heterostructures.

Пигунов, А. В. Нагруженность элементов кузовов вагонов-хопперов / А. В. Пигунов, В. В. Пигунов, П. А. Дашук, Н. А. Ясько // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 164–170.

А. В. ПИГУНОВ, В. В. ПИГУНОВ, П. А. ДАШУК, Н. А. ЯСЬКО
Белорусский государственный университет транспорта, Гомель

НАГРУЖЕННОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ КУЗОВОВ ВАГОНОВ-ХОППЕРОВ

Определены расчетные нагрузки от давления сыпучего груза на вертикальные, наклонные и образованные кривыми второго порядка стены кузовов вагонов, а также нагрузки, возникающие при ударе. Установлены максимальные значения расчетных нагрузок, приходящихся на торцевые стены вагонов-хопперов различных моделей.

Ключевые слова: вагон-хоппер, нагрузка, прочность, напряжения, давление груза, удар, сыпучий груз.

A. V. PIHUNOU, V. V. PIHUNOU, P. A. DASHUK, M. A. YASKO
Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

LOADING OF THE HOPPER CARS BODIES ELEMENTS

There are calculated the loadings from the pressure of a bulk cargo on the car bodies walls: vertical, inclined and formed by the curves of the second order; as well as the loads caused by the impact. The maximal values of the calculated loads located on the end walls of hopper cars of various models are established.

Сахаров, П. А. Оценка влияния характеристик межвагонных связей в поезде на величину продольных сил при электрическом торможении / П. А. Сахаров, А. О. Шимановский // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 171–181.

П. А. САХАРОВ, А. О. ШИМАНОВСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МЕЖВАГОННЫХ СВЯЗЕЙ В ПОЕЗДЕ НА ВЕЛИЧИНУ ПРОДОЛЬНЫХ СИЛ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТОРМОЖЕНИИ

Рассмотрено моделирование движения однородного поезда по прямому горизонтальному участку пути в режиме электрического торможения локомотивом. Выполнена оценка влияния коэффициентов жесткости и демпфирования амортизаторов автосцепных устройств на величину и распределение продольных сил в составе. Показано, что частота продольных упругих колебаний в поезде зависит от жесткости межвагонных соединений, массы и количества вагонов, а их амплитуда – от времени нарастания тормозной силы локомотива. Установлено, что наименьшие силы возникают в том случае, когда период роста тормозной силы равен периоду собственных продольных упругих колебаний в поезде, или кратен ему. Представлена зависимость, позволяющая определять низшую частоту собственных продольных упругих колебаний в поезде.

Ключевые слова: электрическое торможение, поглощающий аппарат, продольные колебания поезда, продольные силы.

P. A. SAKHARAU, A. O. SHIMANOVSKY

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF THE TRAIN INTER-CAR CONNECTIONS CHARACTERISTICS ON THE LONGITUDINAL FORCES VALUE AT ELECTRIC BRAKING

The simulation of a homogeneous train motion along a straight horizontal rail track section in the locomotive electric braking mode is considered. The assessment of the auto-coupling devices shock absorbers stiffness and damping coefficients influence on the size and distribution of the longitudinal forces in the train is performed. It is shown that the frequency of longitudinal elastic vibrations in the train depends on the stiffness of inter-car joints, the mass and number of cars, and their amplitude depends on the time of locomotive braking force increase. It is established that the smallest forces arise when the growth period of the braking force is equal to the period of natural longitudinal elastic vibrations in the train, or if it is a multiple of it. There is presented the dependence that allows to determine the lowest frequency of natural longitudinal elastic oscillations in the train.

Скачѣк, П. Д. Определение допустимых эксцентриситетов вертикальной нагрузки на шарнирно опираемую балку / П. Д. Скачѣк // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 182–190.

П. Д. СКАЧѢК

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТОВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ НА ШАРНИРНО ОПИРАЕМУЮ БАЛКУ

Рассматривается решение контактной задачи для шарнирного узла опирания однопролетной балки. Основная цель заключается в определении допустимого эксцентриситета приложения вертикальной нагрузки, при котором контактные напряжения полностью распределены по ширине балки. При этом решаются задачи построения поверхностей и изолиний контактных напряжений в зоне взаимодействия балки и стен, определения области контакта при различных показателях гибкости с построением зависимости величины допустимого эксцентриситета от показателя гибкости, а также построения изолиний вертикальных перемещений стен. Решение выполнено методом Б. Н. Жемочкина. Произведен расчет для случая сосредоточенной вертикальной нагрузки, приложенной в сечении, проходящем через середину пролета балки перпендикулярно ее продольной оси.

Ключевые слова: упругое четвертьпространство, метод Жемочкина, показатель гибкости, контактные напряжения, область контакта, допустимый эксцентриситет.

P. D. SKACHOK

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

DEFINITION OF PERMISSIBLE ACCENTRISITES OF VERTICAL LOAD ON THE HINGED BEAM

There is considered the solution of the contact problem for a hinged node support of a single-span beam. The main purpose is to determine the margin eccentricity of the vertical load application for the contact stresses completely distributed along the beam width. At the same time, there are solved the problems of creating the contact stresses surfaces and contours in the beam-walls interaction zone, determining the contact area for various indicators of flexibility with obtaining the dependence of the admissible eccentricity on the flexibility index, as well as getting isolines of vertical wall movements. The calculation is performed by the B. N. Zhemochkin's method. The calculation is performed for the case of a concentrated vertical load applied to a beam section passing through the beam's mid-span perpendicular to its longitudinal axis.

Старовойтов, Э. И. Деформирование трехслойной упругопластической пластины погонными нагрузками / Э. И. Старовойтов, М. А. Журавков // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 191–197.

Э. И. СТАРОВОЙТОВ¹, М. А. ЖУРАВКОВ²

¹*Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь*

²*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

ДЕФОРМИРОВАНИЕ ТРЕХСЛОЙНОЙ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНЫ ПОГОННЫМИ НАГРУЗКАМИ

Рассмотрено осесимметричное деформирование трехслойной круговой пластины погонными нагрузками. Материалы несущих слоев пластины приняты упругопластическими, наполнитель – нелинейно упругий. Для описания кинематики пакета используются гипотезы ломаной нормали. В тонких несущих слоях справедливы гипотезы Кирхгофа. В несжимаемом по толщине относительно толстом наполнителе выполняется гипотеза Тимошенко о прямолинейности и несжимаемости деформированной нормали. Учитывается работа наполнителя при сдвиге. Приведена постановка соответствующей краевой задачи. Уравнения равновесия получены вариационным методом Лагранжа. Решение краевой задачи получено методом упругих решений Ильюшина. Численные результаты получены для пластины, слои которой набраны из материалов Д16Т–фторопласт–Д16Т. Граничные условия соответствуют шарнирному опиранию контура пластины. Исследовано влияние физической нелинейности материалов слоев на перемещения в пластине.

Ключевые слова: трехслойная круговая пластина, осесимметричная деформация, погонные силы и моменты, упругость, пластичность.

E. I. STAROVOITOV¹, M. A. ZHURAVKOV²

¹*Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus*

²*Belarusian State University, Minsk, Belarus*

DEFORMATION OF A THREE-LAYER ELASTOPLASTIC PLATE BY LINEAR LOADS

An axisymmetric deformation of a three-layer circular plate by linear loads is considered. The materials of the bearing layers of the plate are elastic-plastic, the filler is nonlinear elastic. For the asymmetric in thickness three-layer plate the kinematic hypothesis of a broken normal are assumed. In the thin external layers the Kirchhoff's hypotheses are applied. The filler is incompressible through thickness and relatively thick so for its description the Timoshenko's hypothesis on the straightness and incompressibility of the deformed normal. The work of the filler at shear is taken into account. The formulation of a corresponding boundary value problem is given. The equilibrium equations are obtained by the Lagrange variational method. The boundary problem solution is obtained by the Ilyushin's elastic solution method. Numerical results are calculated for a plate with layers made from D16T–fluoroplast-4–D16T materials. The boundary conditions correspond to the hinge support of the plate contour. The influence of the physical nonlinearity of the layer materials on the displacements in the plate is investigated.

Черноус, Д. А. Уточнение расчетной оценки коэффициента трения качения / Д. А. Черноус // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 198–205.

Д. А. ЧЕРНОУС

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

УТОЧНЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ

Предложен метод вычисления составляющей коэффициента трения качения, обусловленной гистерезисными потерями в вязкоупругом материале катящегося тела. В отличие от ранее используемых, данная методика подразумевает непосредственное интегрирование контактного давления по площадке контакта и позволяет учесть зависимость размеров этой площадки от скорости движения центра масс катящегося тела. Приведены примеры использования методики при анализе качения вязкоупругого шара и цилиндра по недеформируемой поверхности.

Ключевые слова: контактная задача, вязкоупругое деформирование, ядро релаксации, момент сопротивления качению, коэффициент трения качения.

D. A. CHERNOUS

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

REFINING THE CALCULATED EVALUATION OF THE ROLLING FRICTION COEFFICIENT

A method for calculating the component of the rolling friction coefficient due to hysteresis losses in the rolling body viscoelastic material is proposed. Unlike the previously used ones, this technique involves the direct integration of the contact pressure over the contact area and allows to take into account the dependence of the area size on the velocity of the rolling body mass center. There are presented the examples of the technique use in the analysis of the viscoelastic ball and cylinder rolling over the undeformable surface.

Шимановский, А. О. Влияние физических и геометрических параметров включений на напряженно-деформированное состояние композита / А. О. Шимановский, А. Ю. Шуберт // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 206–211.

А. О. ШИМАНОВСКИЙ, А. Ю. ШУБЕРТ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВКЛЮЧЕНИЙ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ КОМПОЗИТА

Выполнено компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния армированного волокнами композита под действием приложенного распределенного давления среде программного комплекса ANSYS. Показано, насколько увеличение диаметра волокон, модуля упругости и коэффициента Пуассона упрочняющего наполнителя увеличивает жесткость и уменьшает деформации неоднородного материала, а также позволяет снизить напряжения в нем.

Ключевые слова: композитный материал, компьютерное моделирование.

A. O. SHIMANOVSKY, A. Yu. SHUBERT

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

INFLUENCE OF PHYSICAL AND GEOMETRIC PARAMETERS OF FILLERS ON THE STRESSED-STRAINED STATE OF A COMPOSITE

Computer simulation of the stress-strain state of a composite reinforced by the fibers under the influence of the applied distributed pressure is performed using the ANSYS software package. It is shown the degree of the material stiffness increase, the inhomogeneous material deformation and the stresses decrease depending on the increase of the fiber diameter, elasticity modulus and the Poisson's ratio of the reinforcing filler.

Яровая, А. В. Изгиб кольцевой трехслойной пластины на упругом основании погонными нагрузками / А. В. Яровая // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 212–217.

А. В. ЯРОВАЯ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ИЗГИБ КОЛЬЦЕВОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ ПОГОННЫМИ НАГРУЗКАМИ

Рассмотрен осесимметричный изгиб упругой кольцевой трехслойной пластины с легким наполнителем, связанной с упругим основанием Винклера. Нагрузки – погонные силовые и моментные. Для описания кинематики несимметричного по толщине пакета пластины приняты гипотезы ломаной линии. Получена система уравнений равновесия и ее аналитическое решение в перемещениях. Приведены численные результаты для трехслойной пластины.

Ключевые слова: трехслойная круговая пластина, основание Винклера, осесимметричная деформация, погонные силы и моменты, упругость.

A. V. YAROVAYA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

BENDING OF A CIRCULAR THREE-LAYER PLATE ON THE ELASTIC BASIS BY LINEAR LOADS

The axisymmetric bending of an elastic circular three-layer plate with light filler resting on the Winkler's elastic base is considered. The loads are the linear forces and torques. For the description of the package kinematics considering its asymmetrical thickness the broken normal hypothesis are accepted. A system of equilibrium equations and its analytical solution in displacements are obtained. Numerical results for a three-layer plate are presented.

Lin, Ji The analysis of the first international engineering mechanics contest (Asian region) / Ji Lin, Jing Li, Dong Lei // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 218–220.

JI LIN, JING LI, DONG LEI

College of Mechanics and Materials, Hohai University, Nanjing, China

THE ANALYSIS OF THE FIRST INTERNATIONAL ENGINEERING MECHANICS CONTEST (ASIAN REGION)

The First International Engineering Mechanics Contest (Asian Region) was successfully held at Hohai University, Nanjing, Jiangsu from January 21 to 24, 2019. In this paper the concept of the International Engineering Mechanics Contest (Asian region) holding and results of such first International Engineering Mechanics Contest are provided.

Keywords: Mechanics Contest, Asian Region, Hohai University.

Ж. ЛИН, Ж. ЛИ, Д. ЛЕЙ

Университет Хохай, Нанкин, Китай

АНАЛИЗ ПЕРВОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ ОЛИМПИАДЫ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ (АЗИАТСКИЙ РЕГИОН)

Первая международная олимпиада по теоретической механике для Азиатского региона была успешно проведена в Университете Хохай (Нанкин, провинция Цзянсу) с 21 по 24 января 2019 года. Описана концепция проведения состоявшегося конкурса, а также представлены результаты Первой международной олимпиады по теоретической механике для Азиатского региона.

Климовский, Д. А. Оценка растяжения гибких звеньев пространственного манипулятора крупногабаритных изделий / Д. А. Климовский, Н. А. Смирнов // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 221–223.

Д. А. КЛИМОВСКИЙ, Н. А. СМІРНОВ

Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

ОЦЕНКА РАСТЯЖЕНИЯ ГИБКИХ ЗВЕНЬЕВ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В работе определяется величина растяжения гибких звеньев различного сечения, длины и под различной нагрузкой. Анализируется влияния этого растяжения на точность механизмов параллельной структуры с гибкими звеньями при манипулировании крупногабаритными изделиями на производстве.

Ключевые слова: механизм параллельной структуры, гибкое звено.

D. A. KLIMOVSKY, N. A. SMIRNOV

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia

ESTIMATION OF STRETCHING THE FLEXIBLE LINKS OF A SPATIAL MANIPULATOR OF LARGE-SIZED PRODUCTS

The extension values for flexible links of different sections, lengths and under different loads are determined in the paper. There is analyzed the effect of this stretching on the accuracy of the parallel kinematic machine with flexible links while manipulating the large-sized products in manufacturing.

Русан, С. І. Элементы методыкі аналітычнага даследавання простых рухаў двух узаемадзеяных целаў / С. І. Русан, А. К. Гаўрыленя // *Механика. Исследования и инновации.* – 2019. – Вып. 12. – С. 224–231.

С. І. РУСАН, А. К. ГАЎРЫЛЕНЯ

Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт, Баранавічы, Беларусь

ЭЛЕМЕНТЫ МЕТОДЫКІ АНАЛІТЫЧНАГА ДАСЛЕДАВАННЯ ПРОСТЫХ РУХАЎ ДВУХ УЗАЕМАДЗЕЙНЫХ ЦЕЛАЎ

У артыкуле выкладзена методыка міждысцыплінарнага ўзаемадзеяння ў працэсе вывучэння агульнатэхнічных дысцыплін. На двух канкрэтных прыкладах паказана, як сродкамі матэматыкі і тэарэтычнай механікі можна падрыхтаваць студэнтаў да ўспрымання адной з найбольш складаных тэм курса тэорыі механізмаў і машын – «Кулачковыя механізмы».

Ключавыя словы: узаемадзеяныя целы, кола, эліпс, тэарэтычная механіка, каардынаты, паступальны рух, вярчальны рух, кулачок, штурхач.

S. I. RUSAN, A. K. HAURYLENIA

Baranovich State University, Baranovich, Belarus

ELEMENTS OF A METHODOLOGY FOR THE ANALYTICAL STUDY OF SIMPLE MOVEMENTS OF THE TWO INTERACTING BODIES

The paper describes the method of the interdisciplinary interaction in the study of general technical disciplines. Two specific examples shown how it is possible to prepare students for perception of one of the most difficult subjects of the mechanisms and machines theory course – «Cam mechanisms» using the means of mathematics and engineering mechanics.

Шимановский, А. О. XV Международная олимпиада по теоретической механике / А. О. Шимановский, И. Е. Кракова // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 232–257.

А. О. ШИМАНОВСКИЙ, И. Е. КРАКОВА

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

XV МЕЖДУНАРОДНАЯ ОЛИМПИАДА ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

Представлена информация о XV Международной олимпиаде по теоретической механике, которая состоялась в Белорусском государственном университете транспорта в апреле 2019 г. Приведены условия и решения задач, сведения о результатах олимпиады.

A. O. SHIMANOVSKY, I. E. KRAKAVA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

XV INTERNATIONAL ENGINEERING MECHANICS CONTEST

There is presented the information about the 15th International Engineering Mechanics Contest which took place at the Belarusian State University of Transport in April 2019. The problem tasks and solutions and the Contest results information are demonstrated.