

Akhramenko, N. A. Force interaction of a massive ring and a material point located inside the ring / N. A. Akhramenko // *Mechanics. Researches and Innovations*. – 2022. – Vol. 15. – P. 5–10.

N. A. AKHRAMENKO

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

FORCE INTERACTION OF A MASSIVE RING AND A MATERIAL POINT LOCATED INSIDE THE RING

The force interaction of a massive ring and a point material object is considered. The case of the location of a point material object in the plane of the ring in its inner region is investigated. It is determined that in the center of the ring the magnitude of the force interaction is minimal and increases with the distance from the center. At approaching directly to the ring, this force sharply increases. It was established that the force acting on a point material object is directed radially from the center.

Keywords: gravitational field strength, force interaction, massive ring.

Н. А. АХРАМЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

СИЛОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МАССИВНОГО КОЛЬЦА С РАСПОЛОЖЕННОЙ ВНУТРИ НЕГО МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКОЙ

Рассматривается силовое взаимодействие массивного кольца и точечного материального объекта. Исследуется случай расположения такого объекта в плоскости кольца во внутренней его области. Определено, что в центре кольца величина силового взаимодействия является минимальной и по мере удаления от центра она возрастает. При приближении же непосредственно к кольцу эта сила резко возрастает. Установлено, что сила, действующая на точечный материальный объект, направлена радиально от центра.

Ключевые слова: напряженность гравитационного поля, силовое взаимодействие, массивное кольцо.

Gegedesh, M. G. Design features and parameters of movement of the Wankel engine main elements / M. G. Gegedesh, R. Yu. Gustinovich // Mechanics. Researches and Innovations. – 2022. – Vol. 15. – P. 11–17.

M. G. GEGEDESH, R. Yu. GUSTINOVICH

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

DESIGN FEATURES AND PARAMETERS OF MOVEMENT OF THE WANKEL ENGINE MAIN ELEMENTS

In this investigation there is analyzed the influence of the ratio of the radii of the movable gear and the fixed gear of the triangular Wankel engine on the configuration of the engine housing, as well as on the kinematic parameters of the rotor points, on the base of the program created in the MatLab system.

Key words: rotary engines, Wankel engine, epitrochoid, synchronized gears.

М. Г. ГЕГЕДЕШ, Р. Ю. ГУСТИНОВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ПАРАМЕТРЫ ДВИЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДВИГАТЕЛЯ ВАНКЕЛЯ

В работе исследовано влияние соотношения радиусов подвижного зубчатого колеса и неподвижной шестерни треугольного двигателя Ванкеля на конфигурацию корпуса двигателя, а также на кинематические параметры крайних точек ротора с применением разработанной в системе MatLab программы.

Ключевые слова: роторные двигатели, двигатель Ванкеля, эпитрохоида, синхронизирующиеся шестерни.

Бондаренко, В. О. Анализ деформирования армированной балки с учетом коррозии защитного слоя / В. О. Бондаренко, А. О. Шимановский // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 18–24.

В. О. БОНДАРЕНКО, А. О. ШИМАНОВСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

АНАЛИЗ ДЕФОРМИРОВАНИЯ АРМИРОВАННОЙ БАЛКИ С УЧЕТОМ КОРРОЗИИ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ

Рассматривается деформирование железобетонной балки, опертой по концам, под действием изгибающей нагрузки. Принимается во внимание изменение механических характеристик защитного слоя, связанное с его коррозией. На основе компьютерного моделирования показано, что уменьшение модуля упругости поверхностного слоя бетона ведет существенному увеличению деформаций балки, фиксируя которые можно получать информацию о степени повреждения элемента конструкции здания.

Ключевые слова: железобетонная балка, напряженно-деформированное состояние, коррозия защитного слоя.

V. O. BANDARENKA, A. O. SHIMANOVSKY

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

ANALYSIS OF A REINFORCED BEAM DEFORMATION CONSIDERING THE PROTECTIVE LAYER CORROSION

Deformation of a supported at the ends reinforced concrete beam under the bending load action is considered. The change in the protective layer mechanical characteristics associated with its corrosion is taken into account. On the basis of computer simulation, it is shown that a decrease in the concrete surface layer elasticity modulus leads to a significant increase in beam deformations, using their determination it is possible to obtain information on the damage degree for a building structural element.

Keywords: reinforced concrete beam, stress-strain state, protective layer corrosion.

Босаков, С. В. Контактная задача в полярных координатах для круглой пластинки, некоторые перемещения которой ограничены / С. В. Босаков, Ю. Н. Котов // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 25–30.

С. В. БОСАКОВ, Ю. Н. КОТОВ

Белорусско-Российский университет, Могилев, Беларусь

КОНТАКТНАЯ ЗАДАЧА В ПОЛЯРНЫХ КООРДИНАТАХ ДЛЯ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНКИ, НЕКОТОРЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КОТОРОЙ ОГРАНИЧЕНЫ

Рассматривается задача расчета круглой пластинки на упругом основании способом Б. Н. Жемочкина при условии, что часть точек пластинки при её изгибе лежат в одной наклонной плоскости. Практическим аналогом этой задачи является пространственная деформация базы внецентренно сжатой металлической колонны кольцевого поперечного сечения, лежащей на бетонном основании. Приведен пример расчёта, а также графики контактных напряжений и перемещений, график распределения сил давления колонны на опорную плиту.

Ключевые слова: круглая пластинка, база металлической колонны, упругое основание, контактные напряжения, способ Жемочкина.

S. V. BOSAKOV, Yu. N. KOTOV

Belarusian-Russian University, Mogilev, Belarus

CONTACT PROBLEM IN POLAR COORDINATES FOR A ROUND PLATE FOR CONDITIONS OF ITS SOME DISPLACEMENT LIMITATION

The problem of a round plate on an elastic foundation calculating by the method of B. N. Zhemochkin is considered for the case that some of the plate points at its bending lie in one inclined plane. A practical analogue of this problem is the spatial deformation of the base of an eccentrically compressed metal column with an annular cross section lying on a concrete base. An example of calculation is given, as well as the graphs of contact stresses and displacements and the distribution diagram for pressure forces of the column on the base plate.

Keywords: round plate, metal column foundation, flexible foundation, contact stresses, Zhemochkin's method.

Бочков, К. А. Математическое моделирование движения якоря электромагнитного контактора локомотива при его отключении / К. А. Бочков, Д. В. Комнатный // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 31–36.

К. А. БОЧКОВ¹, Д. В. КОМНАТНЫЙ²

¹Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

²Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, Гомель, Беларусь

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЯКОРЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КОНТАКТОРА ЛОКОМОТИВА ПРИ ЕГО ОТКЛЮЧЕНИИ

Скорости поворота якоря и расхождения контактов электроаппаратов являются важным фактором, определяющим возникновение повторных зажиганий дуги. Рассмотрено движение якоря при отключении контактора, который применяется в цепях управления тягового подвижного состава. Получено решение уравнения движения с применением кусочно-линейной аппроксимации механической характеристики контактора. Предлагаемый подход позволяет получить аналитические зависимости, характеризующие изменение угла поворота якоря контактора и его угловой скорости во времени, а также скорости расхождения контактов, которые могут быть использованы при анализе уровня создаваемых при отключении контактора помех.

Ключевые слова: контактор, уравнение движения якоря, повторное зажигание дуги, кусочно-линейная аппроксимация, метод неопределенных коэффициентов.

K. A. BOCHKOV¹, D. V. KOMNATNY²

¹Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

²Gomel State Technical University named by P. O. Sukhoi, Gomel, Belarus

MATHEMATICAL MODELING FOR THE MOVEMENT OF ARMATURE OF LOCOMOTIVE ELECTROMAGNETIC CONTACTOR AT ITS DISCONNECTION

The armature rotational velocity and the rapidity of the electric devices' contacts divergence are an important factor determining the occurrence of re-ignitions of the arc. There is considered the armature movement for the case when the contactor is turned off, this is used in the control circuits of railway rolling stock. The motion equation solution is obtained using a piecewise linear approximation of the contactor mechanical characteristic. The proposed approach makes it possible to obtain analytical dependences that characterize the change in the rotation angle of the contactor armature and its angular velocity over time, as well as the rapidity of contacts divergence, that can be used in analyzing the level of interferences generated when the contactor is turned off.

Keywords: contactor, armature motion equation, arc re-ignition, piecewise linear approximation, method of uncertain coefficients.

Веремейчик, А. И. Напряженно-деформированное состояние образцов с серповидными зонами измененной структуры материала при осевом растяжении / А. И. Веремейчик // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 37–49.

А. И. ВЕРЕМЕЙЧИК

Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ОБРАЗЦОВ С СЕРПОВИДНЫМИ ЗОНАМИ ИЗМЕНЕННОЙ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА ПРИ ОСЕВОМ РАСТЯЖЕНИИ

В статье исследуется деформирование образцов с зонами измененной структуры материала, которые возникают после термообработки локальным высокоэнергетическим источником нагрева. Проведено компьютерное моделирование растяжения образцов с зонами серповидной формы по всей длине и на ее части. Исследовано влияние механических характеристик материала зон термообработки на напряженно-деформированное состояние. Рассмотрен случай двух параллельных зон для разных их размеров и расстояний между ними. Определены коэффициенты концентрации напряжений в окрестности термообработанных областей.

Ключевые слова: зона измененной структуры, напряженно-деформированное состояние, коэффициент концентрации напряжений, модуль упругости, коэффициент Пуассона.

A. I. VERAMEICHYK

Brest State Technical University, Brest, Belarus

STRESS-STRAIN STATE OF SAMPLES WITH SICKLE-SHAPED ZONES OF CHANGED MATERIAL STRUCTURE UNDER AXIAL TENSION

In the paper there is investigated the stress-strain state of samples with zones of changed material structure that arise after a heat treatment by a local high-energy heating source. There is performed the computer simulation of the stretching problem for the samples with sickle-shaped zones along the entire length and on the part of the length. The influence of the material mechanical characteristics of the zones under the heat treatment on the stress-strain state is investigated. The case of two parallel zones for their different values and the distance between them is analyzed. Stress concentration coefficients in the area of the thermo treated zones are determined.

Keywords: zone of changed structure, stress-strain state, stress concentration coefficient, elasticity modulus, Poisson's ratio.

Веремейчик, А. И. Решение задачи термоупругости для полупространства о действии движущегося источника тепла / А. И. Веремейчик // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 50–59.

А. И. ВЕРЕМЕЙЧИК

Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТЕРМОУПРУГОСТИ ДЛЯ ПОЛУПРОСТРАНСТВА О ДЕЙСТВИИ ДВИЖУЩЕГОСЯ ИСТОЧНИКА ТЕПЛА

Рассмотрено решение несвязанных задач однородной и неоднородной термоупругости для полупространства, на граничной поверхности которого движется прямолинейно локальный источник тепла с постоянной скоростью.

Ключевые слова: напряжения, полупространство, задача термоупругости, температура, источник тепла, термоупругий потенциал, неоднородность.

A. I. VERAMEICHYK

Brest State Technical University, Brest, Belarus

SOLUTION OF THE THERMOELASTICITY PROBLEM FOR A HALF-SPACE OF THE MOVING HEAT SOURCE ACTION

There is considered the the solution of unrelated problems of the homogeneous and inhomogeneous thermoelasticity for a half-space when a local heat source moves rectilinearly on the boundary surface with a constant velocity.

Keywords: stresses, half-space, thermoelasticity problem, temperature, heat source, thermoelastic potential, inhomogeneity.

Волчек, О. М. Совершенствование оборудования для производства гранулированного хлористого калия / О. М. Волчек // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 60–67.

О. М. ВОЛЧЕК

Барановичский государственный университет, Барановичи, Беларусь

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛИРОВАННОГО ХЛОРИСТОГО КАЛИЯ

Предлагаются новые конструкции оборудования, позволяющего эффективно производить гранулированный хлористый калий при повышенных температурах прессования. Представлен турболопастной смеситель-агломератор непрерывного действия, предназначенный для агломерирования мелкозернистых и пылевидных частиц хлористого калия, который позволяет получить значительное межмолекулярное сцепление механоактивированных поверхностей перерабатываемых частиц. Особенностью аппарата является рабочая цилиндрическая полость с загрузочным и разгрузочными окнами, внутри которой размещен вал с закрепленными на нем перемешивающими элементами трех типов. Предложена конструкция вальц-пресса для прессования частиц хлористого калия при высоких температурах, отличительной особенностью которого является наличие системы охлаждения валков постоянно циркулирующей охлаждающей жидкостью, что исключает налипание частиц прессуемого материала на рабочие поверхности валков.

Ключевые слова: вальц-пресс, смеситель-агломератор, хлористый калий.

Baranovich State University, Baranovich, Belarus

IMPROVEMENT OF EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION OF GRANULAR POTASSIUM CHLORIDE

There are proposed new designs of equipment that allows to product a granular potassium chloride efficiently at increased pressing temperatures. A turboblade mixer-agglomerator of continuous operation is presented, it is designed for agglomeration of fine-grained and dust-like potassium chloride particles, that makes it possible to obtain significant intermolecular adhesion of the mechanically activated surfaces of the processed particles. A feature equipment is a working cylindrical cavity with loading and unloading windows, a shaft with fixed three types of mixing elements is placed inside it. A roller press design for the potassium chloride particles pressing at high temperatures is proposed, its distinctive feature is the presence of a cooling system for the rolls with a constantly circulating coolant, that prevents the pressed material particles from sticking to the working surfaces of the rolls.

Keywords: roller press, agglomerator mixer, potassium chloride.

Ворожун, И. А. Влияние повторных торможений поезда на смещение ярусов транспортируемых труб / И. А. Ворожун, А. В. Шилович // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 68–74.

И. А. ВОРОЖУН, А. В. ШИЛОВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ВЛИЯНИЕ ПОВТОРНЫХ ТОРМОЖЕНИЙ ПОЕЗДА НА СМЕЩЕНИЯ ЯРУСОВ ТРАНСПОРТИРУЕМЫХ ТРУБ

Рассмотрена динамика поезда, который составлен из вагонов-платформ с трубами большого диаметра, размещенными в три яруса по высоте. Методом математического моделирования определены величины продольного смещения ярусов труб в случаях повторных торможений поезда.

Ключевые слова: платформа, ярусы труб, упругое крепление, смещение труб, торможение поезда.

I. A. VARAZHUN, A. V. SHILOVICH

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

INFLUENCE OF REPEATED TRAIN BRAKES ON DISPLACEMENTS OF PIPES LAYERS

The dynamics of a train composed of flatcars loaded by large diameter pipes placed in three tiers in height is considered. The longitudinal displacement values for the tiers of pipes in cases of the train repeated braking are determined by the method of mathematical modeling.

Keywords: platform, tiers of pipes, elastic fastening, displacement of pipes, train braking.

Галай, Э. И. Эффективность композиционных тормозных колодок с различной степенью износа / Э. И. Галай, А. А. Юлдашов, Е. Э. Галай, П. К. Рудов // *Механика. Исследования и инновации.* – 2022. – Вып. 15. – С. 75–82.

Э. И. ГАЛАЙ, А. А. ЮЛДАШОВ, Е. Э. ГАЛАЙ, П. К. РУДОВ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ИЗНОСА

Приведены методика и результаты расчета эффективности тормозов при различных параметрах изношенной тормозной колодки. Установлено, что при любом износе композиционной колодки давление (удельное нажатие) во фрикционном узле превышает допустимое значение при установке воздухораспределителя на груженный режим. Даже на среднем режиме возможно увеличение удельной тормозной силы сверх допускаемой нормы при нажатии неизношенных композиционных колодок. Коэффициент трения и тормозная сила зависят от диаметра колесной пары при прочих равных показателях. Температура в зоне фрикционного контакта также существенно влияет на коэффициент трения колодки. Поэтому для нормальной работы тормозного узла с композиционными колодками рекомендуется включать воздухораспределители на средний режим, и в настоящее время грузовые вагоны эксплуатируются с пониженным давлением в тормозных цилиндрах.

Ключевые слова: тормозная колодка, коэффициент трения, тормозная сила, износ, удельная тормозная сила, диаметр колеса.

E. I. GALAI, A. A. YULDASHOV, E. E. GALAI, P. K. RUDOV

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

EFFECTIVENESS OF COMPOSITE BRAKE PADS WITH VARYING DEGREES OF WEAR

The technique and the calculation results of the brakes efficiency for various parameters of a worn brake pad are presented. It is established that at any composite pad wear, the pressure (specific pressure) in the friction unit exceeds the permissible value when the air distributor is set to the loaded mode. Even in the average mode, it is possible to increase the specific braking force in excess of the allowable rate when pressing unworn composite pads. The friction coefficient and the braking force depend on the diameter of the wheelset at other equal parameters. The temperature in the friction contact zone also significantly affects the friction coefficient of the pad. Therefore, for the normal operation of the brake unit with composite pads, it is recommended to turn on the air distributors in the medium mode, and at present time freight cars are operated with the reduced pressure in the brake cylinders.

Keywords: brake pad, coefficient of friction, braking force, wear, specific braking force, wheel diameter.

Демьянчук, О. В. Анализ динамики закрепленного на пути вагона с учетом поворота кузова вокруг вертикальной оси / О. В. Демьянчук, А. О. Шимановский // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 83–91.

О. В. ДЕМЬЯНЧУК, А. О. ШИМАНОВСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЗАКРЕПЛЕННОГО НА ПУТИ ВАГОНА С УЧЕТОМ ПОВОРОТА КУЗОВА ВОКРУГ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ

Разработана компьютерная модель грузового вагона, изначально покоящегося на железнодорожном пути. Показано, что при смещении линии действия сдвигающей силы относительно центра тяжести вагона возникает поворот тележек. Проанализировано влияние величины сдвигающей силы и смещения линии ее действия на максимальную скорость вагона, величину его смещения и время до полной остановки.

Ключевые слова: грузовой вагон, сдвигающая сила, поворот тележек, компьютерное моделирование, силы трения.

V. U. DZEMYANCHUK, A. O. SHIMANOVSKY

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

ANALYSIS OF A FIXED ON A TRACK CAR DYNAMICS CONSIDERING THE BODY ROTATION AROUND THE VERTICAL AXIS

A computer model of a freight car, initially resting on a railway track, is developed. It is shown that when the shear force action line is shifted relative to the car's center of gravity, the bogies turn. There are analyzed the influence of the shear force magnitude and the displacement of its action line on the maximum velocity of the car, the magnitude of its displacement and the time to full stop.

Keywords: freight car, shear force, bogie rotation, computer simulation, friction forces.

Коднянко, Е. В. Использование модели Винклера для анализа качения колеса с тонким упругим ободом / Е. В. Коднянко Д. А. Черноус // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 92–99.

Е. В. КОДНЯНКО^{1,2}, Д. А. ЧЕРНОУС²

¹ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством», Солигорск, Беларусь

²Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ ВИНКЛЕРА ДЛЯ АНАЛИЗА КАЧЕНИЯ КОЛЕСА С ТОНКИМ УПРУГИМ ОБОДОМ

Разработана методика решения контактной задачи о стационарном качении жесткого цилиндра с тонким деформируемым ободом в ведомом режиме, которая основана на использовании обобщенной модели Винклера. Получены аналитические выражения для контактного давления и сдвигового контактного напряжения. Результаты использования предлагаемой методики сопоставлены с расчетными оценками, полученными на основе точного решения задачи теории упругости для полосы.

Ключевые слова: модель Винклера, контактное давление, контактное сдвиговое напряжение, момент сопротивления качению, зона сцепления, зона проскальзывания.

E. V. KADNIANKA^{1,2}, D. A. CHERNOUS²

¹JSC “Soligorsk Institute of Resources Saving Problems with Pilot Production”, Soligorsk, Belarus

²Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

THE WINKLER MODEL APPLICATION TO THE ROLLING ANALYSIS FOR A WHEEL WITH A THIN ELASTIC RIM

A technique for solving the stationary rolling contact problem for a rigid cylinder with a thin deformable rim in the driven mode is developed, it is based on the use of the generalized Winkler model. The analytical expressions for contact pressure and shear contact stress are obtained. The results of using the proposed method are compared with the calculated estimates obtained on the basis of the exact elasticity theory problem solution for the strip.

Keywords: Winkler model, contact pressure, contact shear stress, rolling resistance moment, sticking area, slip area.

Козел, А. Г. Термоупругопластический изгиб трехслойной круговой пластины на основании Пастернака / А. Г. Козел // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 100–108.

А. Г. КОЗЕЛ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ТЕРМОУПРУГОПЛАСТИЧЕСКИЙ ИЗГИБ ТРЕХСЛОЙНОЙ КРУГОВОЙ ПЛАСТИНЫ НА ОСНОВАНИИ ПАСТЕРНАКА

Приведена постановка краевой задачи о термосиловом изгибе упругопластической трехслойной круговой пластины, связанной с двухпараметрическим основанием Пастернака. Физические уравнения состояния соответствуют теории малых упругопластических деформаций. Учтено влияние температуры на напряженно-деформированное состояние пластины. В тонких несущих слоях справедливы гипотезы Кирхгофа, в несжимаемом по толщине легком заполнителе – гипотеза Тимошенко. Наличие жесткой диафрагмы на контуре пластины препятствует относительно сдвигу слоев. Система дифференциальных уравнений равновесия выведена вариационным методом. Получено аналитическое решение краевой задачи методом упругих решений.

Ключевые слова: трехслойная круговая пластина, изгиб, температура, пластичность, основание Пастернака.

A. G. KOZEL

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

THERMOELASTIC-PLASTIC BENDING OF A THREE-LAYER CIRCULAR PLATE ON THE PASTERNAK FOUNDATION

There is presented the formulation of the boundary value problem for the thermoforce bending of an elastic-plastic three-layer circular plate connected with a two-parameter Pasternak foundation. The state physical equations correspond the theory of small elastic-plastic deformations. The effect of temperature change on the plate stress-strain state is taken into account. In the thin bearing layers, the hypotheses of Kirchhoff are valid, in the light filler incompressible in thickness, Timoshenko's hypothesis is valid. The presence of a rigid diaphragm on the plate contour prevents the relative shift of the layers. The system of differential equilibrium equations was derived by the variational method. The analytical solution of the boundary value problem is obtained by the method of elastic solutions.

Keywords: three-layer circular plate, bending, temperature, plasticity, Pasternak foundation.

Кракова, И. Е. Напряженно-деформированное состояние пакета сэндвич-панелей при его транспортировке / И. Е. Кракова // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 109–115.

И. Е. КРАКОВА

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПАКЕТА СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ ПРИ ЕГО ТРАНСПОРТИРОВКЕ

С помощью программного комплекса ANSYS выполнено конечно-элементное моделирование деформирования наиболее нагруженной нижней сэндвич-панели, транспортируемой в составе пакета. Учитывается действие нагрузок, возникающих при вертикальных колебаниях автотранспортного средства. Рассмотрено влияние инерционных нагрузок на напряженно-деформированное состояние панели для случаев укладки пакетов в один и два яруса.

Ключевые слова: сэндвич-панель, транспортный пакет, напряжения, вертикальные перемещения.

I. E. KRAKAVA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

STRESS-STRAIN STATE OF A SANDWICH PANELS PACKAGE AT ITS TRANSPORTATION

Using the ANSYS software package, there is performed the finite element modeling of the deformation of the most loaded bottom sandwich panel transported as a part of a package. The action of loads from the vehicle vertical oscillations is taken into account. The influence of inertial loads on the panel stress-strain state for the cases of stacking packages in one and two tiers is considered.

Keywords: sandwich panel, transport package, stresses, vertical displacements.

Лачугина, Е. А. Поперечные колебания пятислойной упругой круговой пластины с жестким заполнителем / Е. А. Лачугина // *Механика. Исследования и инновации.* – 2022. – Вып. 15. – С. 116–122.

Е. А. ЛАЧУГИНА

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ПОПЕРЕЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПЯТИСЛОЙНОЙ УПРУГОЙ КРУГОВОЙ ПЛАСТИНЫ С ЖЕСТКИМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

Рассмотрена постановка задачи о поперечных колебаниях упругой круговой симметричной по толщине пятислойной пластины. Нагрузка осесимметричная, равномерно распределенная по верхней плоскости пластины. Для тонких внешних и внутреннего несущих слоев выполняются кинематические гипотезы Кирхгофа. В слоях сравнительно толстого жесткого заполнителя деформированная нормаль считается прямолинейной. Она имеет постоянную длину и поворачивается на некоторый угол. Учтена работа поперечных сил инерции, а также касательных напряжений в заполнителе. Представлен вывод системы дифференциальных уравнений движения в перемещениях вариационным методом.

Ключевые слова: пятислойная круговая пластина, упругость, колебания, уравнения движения.

E. A. LACHUGINA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

TRANSVERSE VIBRATIONS OF THE FIVE-LAYER ELASTIC CIRCULAR PLATE WITH RIGID FILLERS

The formulation of the transverse oscillations problem for an elastic circular five-layer plate symmetrical in thickness is considered. The load is axisymmetric, it is evenly distributed over the upper plane of the plate. For the thin outer and inner bearing layers, the kinematic hypotheses of Kirchhoff are fulfilled. In the layers of relatively thick rigid filler, the deformed normal remains rectilinear. It has the constant length and rotates by some additional angle. The work of transverse inertial forces, as well as the shear stresses in the filler, are taken into account. The derivation of the motion differential equations system in displacements by the variational method is presented.

Keywords: five-layer circular plate, elasticity, vibrations, equations of motion.

Леоненко, Д. В. Изгиб ступенчатой круговой сэндвич-пластины при тепловом нагружении / Д. В. Леоненко // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 123–127.

Д. В. ЛЕОНЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ИЗГИБ СТУПЕНЧАТОЙ КРУГОВОЙ СЭНДВИЧ-ПЛАСТИНЫ ПРИ ТЕПЛОМ НАГРУЖЕНИИ

Рассмотрен изгиб круглой ступенчатой сэндвич-пластины под действием термосиловых нагрузок. Принято, что для несжимаемого срединного слоя справедлива гипотеза Тимошенко, для наружных слоев – гипотезы Кирхгофа. Уравнения равновесия выведены на основе вариационного принципа с учетом соотношений термоупругости. Приведен пример численного расчета на основе полученного аналитического решения.

Ключевые слова: круговая сэндвич-пластина, ступенчато-переменная толщина, термоупругость.

D. V. LEONENKO

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

BENDING OF A STEPED CIRCULAR SANDWICH PLATE UNDER THERMAL LOADING

Bending of a round stepped sandwich plate under the action of thermal-force loads is considered. It is accepted that the hypothesis of Timoshenko is valid for the incompressible middle layer, and the hypothesis of Kirchhoff is valid for the outer layers. The equilibrium equations are derived on the basis of the variational principle, taking into account the thermoelasticity relations. An example of a numerical calculation based on the obtained analytical solution is given.

Keywords: circular sandwich plate, step-variable thickness, thermoelasticity.

Локтионов, А. В. Кинематический анализ стреловидных исполнительных механизмов с продольными и поперечными режущими головками / А. В. Локтионов // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 128–133.

А. В. ЛОКТИОНОВ

Витебский государственный технологический университет, Витебск, Беларусь

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРЕЛОВИДНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ С ПРОДОЛЬНЫМИ И ПОПЕРЕЧНЫМИ РЕЖУЩИМИ ГОЛОВКАМИ

Предложена методика нахождения кинематических параметров стреловидных пространственных исполнительных механизмов, оснащённых как продольными, так и поперечными резцовыми головками матричным методом. Получены формулы, позволяющие определять кинематические углы резца для общего случая движения исполнительного органа.

Ключевые слова: исполнительный механизм, кинематический анализ, матричный метод, режущая головка.

A. V. LOKTIONOV

Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Belarus

KINEMATICAL ANALYSIS OF ARROW-SHAPED ACTUATORS WITH LONGITUDINAL AND TRANSVERSAL CUTTING HEADS

There is proposed a technique for finding the kinematic parameters of arrow-shaped spatial actuators equipped both with longitudinal and transverse cutting heads using the matrix method. The obtained formulas allow to determine the kinematic angles of the cutter for the general case of the executive body movement.

Keywords: actuator, kinematic analysis, matrix method, cutting head.

Маркова, М. В. Напряжённо-деформированное состояние круговой трёхслойной ступенчатой пластины при вынужденных колебаниях / М. В. Маркова// Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 134–146.

М. В. МАРКОВА

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ КРУГОВОЙ ТРЁХСЛОЙНОЙ СТУПЕНЧАТОЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЯХ

В работе представлены уравнения движения для круглой трёхслойной пластины со ступенчатым изменением толщины внешних слоёв. Модель деформирования пластины согласуется с гипотезой «ломаной линии». Вывод уравнений движения основан на вариационном принципе Гамильтона. Полученное для частного случая вынужденных колебаний решение предполагает деление рассматриваемой задачи на две составляющие: задачу о квазистатическом деформировании и задачу о собственных колебаниях пластины. Для апробации составленного решения для трёх различных пакетов пластин выполнены численные исследования по определению параметров напряжённо-деформированного состояния при восприятии линейного во времени внешнего воздействия.

Ключевые слова: трёхслойная круговая пластина, ступенчатая пластина, динамическое деформирование.

M. V. MARKOVA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

STRESS-STRAIN BEHAVIOR OF A THREE-LAYER CIRCULAR STEPPED PLATE UNDER FORCED OSCILLATIONS

The paper presents the motion equations for a circular three-layer plate with a step-variable thickness of the outer layers. The plate deformation is described by the «Zig-Zag theory». The motion equations are derived from Hamilton's variational principle. The solution for the special case of forced oscillations is obtained by dividing the problem into two components: the problem of quasi-static deformation and the problem of plate free oscillations. To test the formulated solution for three different plate packages, the numerical studies are performed to determine the parameters of the stress-strain state under the action of an external influence linear in time.

Keywords: three-layer plate, stepped plate, dynamic deformation.

Мартыненко, Т. М. Анализ прочности узловых соединений при различных исполнениях конструкции на основе моделирования в среде ANSYS / Т. М. Мартыненко, С. А. Пронкевич, И. М. Мартыненко, В. А. Максимович // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 147–151.

Т. М. МАРТЫНЕНКО¹, С. А. ПРОНКЕВИЧ², И. М. МАРТЫНЕНКО², В. А. МАКСИМОВИЧ¹

¹Университет гражданской защиты МЧС Беларусь, Минск, Беларусь

²Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ УЗЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ИСПОЛНЕНИЯХ КОНСТРУКЦИИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ ANSYS

Исследуется наиболее распространенный в практике строительства узел примыкания двух симметричных двутавров. Моделируется передача нагрузки через многоболтовое соединение и сварные соединения, выполненные встык и через накладку. Представлены особенности разработанных конечно-элементных моделей в среде ANSYS и результаты расчетов напряженно-деформированного состояния соединяемых деталей под действием приложенной силы.

Ключевые слова: многоболтовое соединение, соединение через накладку, соединение встык, околоузловые области, деформирование накладок соединения.

T. M. MARTYSENKO¹, S. A. PRONKEVICH², I. M. MARTYSENKO², V. A. MAXIMOVICH¹

¹The University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of Belarus,

²Belarusian State University, Minsk, Belarus

STRENGTH ANALYSIS OF JUNCTION JOINTS FOR DIFFERENT DESIGN PERFORMANCES ON THE BASIS OF SIMULATION IN THE ANSYS SOFTWARE

The most common in construction practice is the junction of two symmetrical I-beams. The load transfer is simulated through a multi-bolt connection and welded joints made end-to-end and through an overlay. The features of the developed finite element models in the ANSYS environment and the computational results of the stress-strain state of the joined parts under the applied force action are presented.

Keywords: multi-bolt connection, connection through the pad, butt joint, near-nodal areas, deformation of the connection pads.

Огородников, Л. В. Динамические испытания рам тележек длительно эксплуатировавшегося вагона дизель-поезда ДРБ1 / Л. В. Огородников // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 152–159.

Л. В. ОГОРОДНИКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ДИНАМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ РАМ ТЕЛЕЖЕК ДЛИТЕЛЬНО ЭКСПЛУАТИРОВАВШЕГОСЯ ВАГОНА ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДА ДРБ1

Представлены результаты экспериментов по определению напряженно-деформированного состояния рамы тележки вагона дизель-поезда серии ДРБ1. Разработана индивидуальная схема наклейки датчиков деформаций на раму тележки и для различных вариантов нагружения конструкции получены массивы динамических напряжений. Установлено, что значения напряжений не превышают допускаемого уровня и соответствуют нормативным требованиям. Полученный в ходе испытаний массив информации о прочности рамы тележки дизель-поезда ДРБ1 может быть использован при определении ее остаточного ресурса.

Ключевые слова: рама тележки, несущая конструкция, испытания, напряженно-деформированное состояние, остаточный ресурс.

L. V. OGORODNIKOV

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

DYNAMIC TESTING OF CARS BOGIE FRAMES OF LONG-OPERATED DRB1 DIESEL TRAIN

The results of experiments on the DRB1 series diesel train cars bogie frame stress-strain state determination are presented. These is developed the individual scheme for sticking deformation sensors onto the bogie frame, and the arrays of dynamic stresses are obtained for various loading options of the structure. It is established that the stress values do not exceed the permissible level and comply with the regulatory requirements. The array of information obtained during the tests on the strength of the DRB1 diesel train bogie frame can be used to determine its residual life.

Keywords: bogie frame, load-bearing structure, stress-strain state, tests, residual life.

Отока, А. Г. Технология магнитопорошкового контроля цельнокатанных колес на автоматизированном стенде / А. Г. Отока, А. М. Лях, П. А. Дашук, О. В. Холодилов // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 160–168.

А. Г. ОТОКА¹, А. М. ЛЯХ², П. А. ДАШУК³, О. В. ХОЛОДИЛОВ³

¹Гомельское вагонное депо, РУП «Гомельское отделение Белорусской железной дороги», Гомель, Беларусь

²Могилевское вагонное депо РУП «Могилевское отделение Белорусской железной дороги», Могилев, Беларусь

³Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ТЕХНОЛОГИЯ МАГНИТОПОРОШКОВОГО КОНТРОЛЯ ЦЕЛЬНОКАТАНЫХ КОЛЕС НА АВТОМАТИЗИРОВАННОМ СТЕНДЕ

Предлагается технология автоматизированного магнитопорошкового контроля цельнокатанных колес при текущем и среднем ремонте колесных пар вагонов. В качестве оборудования проведения автоматизированного контроля рассматривается специально разработанный стенд на примере макета СМДКП-01.300588.121192.АА.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, магнитопорошковый метод, колесная пара, колесо цельнокатаное, способ приложенного магнитного поля.

A. G. OTOKA¹, A. M. LYAKH², P. A. DASHUK³, O. V. KHOLODILOV³

¹Gomel car depot, RUE "Gomel branch Belarusian Railway", Gomel, Belarus

²Mogilev wagon depot RUE "Mogilev branch Belarusian Railway", Mogilev, Belarus

³Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

TECHNOLOGY OF MAGNETIC POWDER CONTROL OF SOLID-ROLLED WHEELS AT THE AUTOMATED STAND

The article proposes the technology of automated magnetic powder control of solid-rolled wheels during the current and average repair of railway car wheel sets. The specially designed stand on the base of the SMDKP-01.300588.121192.AA layout is used as an equipment for the automated control.

Keywords: non-destructive testing, magnetic powder control method, wheelset, solid-rolled wheel, method of applied magnetic field.

Пасовец, В. Н. Влияние углеродных нанотрубок на прочностные свойства композиционных материалов на основе меди / В. Н. Пасовец, В. А. Ковтун, Й. Мирчев, В. А. Лодня // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 169–174.

В. Н. ПАСОВЕЦ^{1,2}, В. А. КОВТУН¹, Й. МИРЧЕВ³, В. А. ЛОДНЯ⁴

¹*Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь, Минск, Беларусь*

²*ГНПО порошковой металлургии, Минск, Беларусь*

³*Институт механики Болгарской академии наук, София, Болгария*

⁴*Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь*

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ

Представлено влияние углеродного наноструктурного наполнителя на прочностные свойства композиционных материалов на основе медной матрицы. Установлено, что введение 0,06–0,07 мас. % УНТ в медную матрицу позволяет повысить предел прочности при сжатии композита на 6–8 % по сравнению с материалами на основе спеченной меди, не содержащими в своем составе наноразмерного наполнителя. Показано, что к механизмам упрочнения при введении УНТ в металлическую матрицу относятся: механизм передачи нагрузки от матрицы к упрочняющим элементам, механизм образования дислокаций за счет различия коэффициентов теплового расширения матрицы и упрочняющей фазы, механизм образования петель Орована.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, металлическая матрица, композиционные материалы, медь, предел прочности при сжатии.

V. N. PASOVETS^{1,2}, V. A. KOVTUN¹, Y. MIRCHEV³, V. A. LODNYA⁴

¹*University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus*

²*State research and production powder metallurgy association, Minsk, Belarus*

³*Institute of Mechanics of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria*

⁴*Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus*

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF CARBON NANOTUBES ON THE STRENGTH PROPERTIES OF COPPER-BASED COMPOSITE MATERIALS

This paper shows the effect of a carbon nanostructured filler on the strength properties of composite materials based on a copper matrix. Introduction 0.06–0.07 wt. % CNTs in a copper matrix makes it possible to increase the ultimate compressive strength of the composite by 6–8 % compared to materials based on sintered copper that do not contain a nanosized filler in their composition. The mechanism of load transfer from the matrix to the strengthening elements, the mechanism of formation of dislocations due to the difference in the coefficients of thermal expansion of the matrix and the strengthening phase, the mechanism of the formation of Orowan loops constitute the general mechanism of strengthening when CNTs are introduced into the metal matrix.

Keywords: carbon nanotubes, metal matrix, composite materials, copper, ultimate compressive strength.

Пигунов, А. В. Анализ прочности рам платформ при различном конструктивном исполнении средней части / А. В. Пигунов, В. В. Пигунов // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 175–182.

А. В. ПИГУНОВ, В. В. ПИГУНОВ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ РАМ ПЛАТФОРМ ПРИ РАЗЛИЧНОМ КОНСТРУКТИВНОМ ИСПОЛНЕНИИ СРЕДНЕЙ ЧАСТИ

Приведен анализ конструкций рам платформ Европейских производителей, которые имеют уменьшенную массу металлоконструкции. Разработана конструкция унифицированной концевой части рамы платформы. С ее применением разработаны конечно-элементные модели металлоконструкции платформ, отличающиеся конструктивным исполнением средней части. Произведена оценка их прочности с учетом современных нормативных требований.

Ключевые слова: вагон-платформа, концевая часть рамы, конструкция, масса тары, напряженно-деформированное состояние, конечно-элементная модель.

A. V. PIHUNOU, V. V. PIHUNOU

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

STRENGTH ANALYSIS OF FLATCAR FRAMES WITH DIFFERENT STRUCTURAL PERFORMANCE OF THE MIDDLE PART

The analysis of the frame structures of flatcars of European manufacturers with a reduced mass of metal structures is presented. The design of the flatcar frame unified end part is developed. With the use of this design the finite element models of the flatcar metal structures are developed and they differ in the middle part design. Their strength is evaluated corresponding to the modern regulatory requirements.

Keywords: flatcar, frame end part, structure, tare weight, stress-strain state, finite element model.

Пигунов, А. В. . Конструктивные решения для повышения объема кузова вагона-хоппера / А. В. Пигунов, В. В. Пигунов // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 183–190.

А. В. ПИГУНОВ, В. В. ПИГУНОВ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОБЪЕМА КУЗОВА ВАГОНА-ХОППЕРА

Выполнен анализ конструктивных решений, которые позволяют увеличить погрузочный объем кузовов вагонов-хопперов, предназначенных для перевозки зерна. Предложен вариант исполнения торцевой стены, позволяющий получить дополнительный объем без изменения угла наклона торцевой стены. Выполненные предварительные расчеты кузова вагона-хоппера с учетом предлагаемого технического решения показали соответствие конструкции современным требованиям прочности.

Ключевые слова: вагон-хоппер, конструкция кузова, прочность, объем кузова, метод конечных элементов.

A. V. PIHUNOU, V. V. PIHUNOU

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

STRUCTURAL SOLUTIONS FOR INCREASING THE HOPPER CAR BODY VOLUME

The analysis of design solutions for increasing the loading volume of the hopper cars bodies for the grain transportation is carried out. There is proposed a variant of the end wall design, that makes it possible to obtain an additional volume without changing the angle of inclination of the end wall. The preliminary calculations of the hopper car body take into account the proposed technical solution and show that the design corresponds to the modern strength requirements.

Keywords: hopper car, car body design, strength, body volume, finite element method.

Проневич, И. И. Влияние формы обода колеса на ходовые качества велосипеда / И. И. Проневич // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 191–196.

И. И. ПРОНЕВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ОБОДА КОЛЕСА НА ХОДОВЫЕ КАЧЕСТВА ВЕЛОСИПЕДА

На основе модели велосипедного колеса как жесткого диска, к ободу которого на одинаковых расстояниях друг от друга присоединены пружины, выполнен анализ сил сопротивления качению. Приведены результаты сравнения мощности этих сил для случаев двустенного и одностенного обода.

Ключевые слова: велосипед, сопротивление качению, обод колеса.

I. I. PRANEVICH

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

INFLUENCE OF WHEEL RIM SHAPE ON BICYCLE DRIVING PERFORMANCE

An analysis of the rolling resistance forces acting a bicycle wheel is performed considering it as a hard disk with springs attached to its rim at equal distances from each other. The results of comparing the values of these forces for the cases of double-walled and single-walled rims are presented.

Keywords: bicycle, rolling resistance, wheel rim.

Рожкова, Е. В. Продольные колебания стержня в обобщенной упругой среде / Е. В. Рожкова // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 197–202.

Е. В. РОЖКОВА

Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

ПРОДОЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ СТЕРЖНЯ В ОБОБЩЕННОЙ УПРУГОЙ СРЕДЕ

Рассмотрено полное уравнение второго порядка колебаний стержней, учитывающее внутреннее сопротивление, возникающее вследствие диссипации внутренней энергии, и внешнее сопротивление упругой среды, ведущее к появлению сил трения. Решение выполнено с применением нового рекуррентно-операторного метода, позволяющего решать дифференциальные уравнения любых типов, имеющие произвольную длину и произвольный порядок. Вместо корней характеристических уравнений решение сводится к получению рекуррентного соотношения. Представлены примеры получаемых выражений для общего и некоторых частных случаев.

Ключевые слова: рекуррентно-операторный метод, диссипация, внешнее сопротивление, упругое основание, уравнение Лапласа, обобщенное уравнение.

E. V. ROJKOVA

Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

ROD LONGITUDINAL OSCILLATIONS IN THE GENERALIZED ELASTIC MEDIUM

The complete equation of the second order of the rods oscillations is considered, it takes into account the internal resistance arising due to the internal energy dissipation and the elastic medium external resistance, leading to the appearance of friction forces. The solution is performed using a new recurrent-operator method, it allows to solve differential equations of any type with arbitrary length and order. Instead of the roots of the characteristic equations, the solution is reduced to a recurrent relation obtaining. Examples of obtained expressions for the general and some particular cases are presented.

Keywords: recurrent operator method, dissipation, external resistance, elastic foundation, Laplace equation, generalized equation.

Рудов, П. К. Сравнение методов определения тормозного пути при движении поезда по переменному профилю / П. К. Рудов, А. В. Ворожун // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 203–208.

П. К. РУДОВ, А. В. ВОРОЖУН

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОРМОЗНОГО ПУТИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОЕЗДА ПО ПЕРЕМЕННОМУ ПРОФИЛЮ

Рассматривается процесс торможения поезда на участках пути с переменным профилем. Выполнена оценка длины тормозного пути пассажирского поезда, полученного путем суммирования по интервалам времени и скорости, западноевропейской методике и на основе модели поезда как системы твердых тел – вагонов, взаимодействующих между собой.

Ключевые слова: экстренное торможение, модель поезда, тормозной путь, переменный уклон.

P. K. RUDAU, A. U. VARAZHUN

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

COMPARISON OF METHODS FOR THE BRAKE DISTANCE DETERMINING AT TRAIN MOVEMENT ALONG A VARIABLE PROFILE

The process of train braking on the track sections with a variable profile is considered. There is estimated the braking distance length for a passenger train, obtained by summing up over time and speed intervals, using the Western European method and based on the model of the train as a system of solid bodies – cars interacting with each other.

Keywords: emergency braking, train model, stopping distance, variable slope.

Салицкий, В. С. Изгиб защемлённой по контуру круговой пятислойной пластины / В. С. Салицкий // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 209–213.

В. С. САЛИЦКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ИЗГИБ ЗАЩЕМЛЁННОЙ ПО КОНТУРУ КРУГОВОЙ ПЯТИСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ

Рассмотрено деформирование круговой симметричной по толщине пятислойной пластины в случае действия равномерно распределенной нагрузки. Предполагается, что для тонких внешних и внутреннего несущих слоев выполняются кинематические гипотезы Кирхгофа. Сравнительно толстый заполнитель деформируется в соответствии с гипотезой Тимошенко. При выводе уравнений равновесия вариационным методом Лагранжа принята во внимание работа тангенциальных напряжений в заполнителе. Проведена численная апробация полученного аналитического решения.

Ключевые слова: пятислойная круговая пластина, изгиб, аналитическое решение.

V. S. SALICKY

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

BENDING OF A CIRCULAR FIVE-LAYER PLATE CLAMPED ON THE CONTOUR

Deformation of a circular five-layer plate symmetrical in thickness under the action of a uniformly distributed load is considered. It is assumed that the kinematic hypotheses of Kirchhoff are fulfilled for the thin outer and inner carrier layers. A relatively thick core is deformed in accordance with the hypothesis of Timoshenko. At the equilibrium equations deriving by the variational Lagrange method, the work of tangential stresses in the filler is taken into account. The obtained analytical solution is numerically tested.

Keywords: five-layer circular plate, bending, analytical solution.

Симанович, Н. М. Поля напряжений в области расположенного у поверхности серповидного двойника, к которому приложена распределенная нагрузка / Н. М. Симанович, О. М. Остриков, М. П. Кульгейко // *Механика. Исследования и инновации.* – 2022. – Вып. 15. – С. 214–220.

Н. М. СИМАНОВИЧ¹, О. М. ОСТРИКОВ², М. П. КУЛЬГЕЙКО²

¹Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, Гомель, Беларусь

²Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ОБЛАСТИ РАСПОЛОЖЕННОГО У ПОВЕРХНОСТИ СЕРПОВИДНОГО ДВОЙНИКА, К КОТОРОМУ ПРИЛОЖЕНА РАСПРЕДЕЛЕННАЯ НАГРУЗКА

Представлен анализ конфигурации полей напряжений в области серповидного двойника, находящегося у поверхности твердого тела, для случая действия на него распределенной нагрузки. Дана сравнительная оценка напряженного состояния для двойника серповидной формы и клиновидного двойника. Рассмотрены особенности полей напряжений вдоль искривленных границ двойниковой прослойки.

Ключевые слова: механическое двойникование, клиновидный двойник, серповидный двойник, граница двойника, напряженно-деформированное состояние.

N. M. SIMANOVICH¹, O. M. OSTRIKOV², M. P. KULGEYKO²

¹P. O. Sukhoi State Technical University of Gomel, Gomel, Belarus

²Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

STRESS FIELDS IN THE REGION LOCATED NEAR THE SURFACE OF A CRUCLE-SHAPED TWIN UNDER AN APPLIED DISTRIBUTED LOAD

An analysis of the stress fields configuration in the region of a crescent-shaped twin located near a solid body surface is presented for the case of a distributed load acting on it. A comparative assessment of the stress state for a crescent-shaped twin and a wedge-shaped twin is given. The features of stress fields along the curved boundaries of the twin layer are considered.

Keywords: mechanical twinning, wedge-shaped twin, sickle-shaped twin, twin boundary, stress-strain state.

Старовойтов, Э. И. Изгиб трехслойной пластины в температурном поле нагрузкой, приложенной к линии // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 221–226.

Э. И. СТАРОВОЙТОВ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ИЗГИБ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ В ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОЛЕ НАГРУЗКОЙ, ПРИЛОЖЕННОЙ К ЛИНИИ

Рассмотрена задача термоупругости об осесимметричном изгибе круговой трехслойной пластины поперечной силой, приложенной вдоль окружности к несущему слою. Для описания деформирования тонких несущих слоев и относительно толстого заполнителя использованы гипотезы соответственно Кирхгофа и Тимошенко. С помощью вариационного метода получены уравнения равновесия, учитывающие работу касательных напряжений в заполнителе. Аналитическое решение краевой задачи представлено в конечном виде. При заданном законе распределения температуры по толщине численно исследовано влияние на перемещения в пластине радиуса приложения нагрузки в случае ее постоянной равнодействующей.

Ключевые слова: трехслойная круговая пластина, погонная нагрузка, упругость, температура, рекуррентное решение.

E. I. STAROVOITOV

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

A THREE-LAYER PLATE BENDING IN A TEMPERATURE FIELD BY A LOAD APPLIED TO A LINE

The problem of thermoelasticity of a circular three-layer plate axisymmetric bending by a transverse force applied along the circumference to the carrier layer is considered. The hypotheses of Kirchhoff and Timoshenko, respectively, are used to describe the deformation of thin carrier layers and relatively thick filler. Using the variational method, equilibrium equations are obtained and they take into account the shear stresses work in the filler. The analytical solution of the boundary value problem is presented in the final form. For a given law of temperature distribution over the thickness, the load application radius influence on the displacements in the plate for the case of its constant resultant is numerically investigated.

Keywords: three-layer circular plate, linear load, elasticity, temperature, recursive solution.

Цыганок, О. И. Деформирование дорожной одежды при разных температурах ее поверхности / О. И. Цыганок, И. Е. Кракова, А. О. Шимановский // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 227–234.

О. И. ЦЫГАНОК, И. Е. КРАКОВА, А. О. ШИМАНОВСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ДЕФОРМИРОВАНИЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ЕЕ ПОВЕРХНОСТИ

Исследуется напряженно-деформированное состояние слоев дорожного покрытия под действием нагрузки от проезжающих автомобилей с учетом изменения температуры по высоте. Решение получено путем конечноэлементного моделирования в среде программного комплекса ANSYS с использованием элемента, реализующего расчет механики связанных полей. Показано, что значительное изменение температуры поверхности дорожной одежды в течение короткого промежутка времени может стать причиной образования повреждений в ее слоях.

Ключевые слова: дорожное покрытие, асфальтобетон, конечно-элементное моделирование, напряженно-деформированное состояние.

V. I. TSYHANOK, I. E. KRAKAVA, A. O. SHIMANOVSKY

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

PAVEMENT DEFORMATION AT DIFFERENT TEMPERATURES OF ITS SURFACE

The stress-strain state of the pavement layers under the passing cars load action is investigated, taking into account the change in temperature along the height. The solution is obtained by the finite element modeling in the ANSYS software package environment using an element that implements the coupled fields mechanics calculation. It is shown that a significant change in the pavement surface temperature over a short time period can cause damages in its layers.

Keywords: pavement surface, asphalt concrete, finite element modeling, stress-strain state.

Черняк, А. В. Изгиб сэндвич-пластины с внешними слоями, линейно изменяющимися по толщине / А. В. Черняк // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 235–240.

А. В. ЧЕРНЯК

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ИЗГИБ СЭНДВИЧ-ПЛАСТИНЫ С ВНЕШНИМИ СЛОЯМИ, ЛИНЕЙНО ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ПО ТОЛЩИНЕ

Рассмотрен осесимметричный изгиб круговой трехслойной сэндвич-пластины с внешними несущими слоями, линейно изменяющимися по толщине. Предполагается, что деформирование внешних слоев описывается кинематическими гипотезами Кирхгофа. Для относительно толстого заполнителя используется гипотеза Тимошенко. Получены уравнения равновесия, которые при учете приведенных граничных условий позволяют установить напряженно-деформированное состояние пластины.

Ключевые слова: изгиб, сэндвич-пластина, переменная толщина несущих слоев.

A. V. CHERNYAK

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

BENDING OF A SANDWICH PLATE WITH OUTER LAYERS OF LINEARLY VARYING THICKNESS

An axisymmetric bending of a circular three-layer sandwich plate with external bearing layers linearly varying in thickness is considered. It is assumed that the outer layers deformation is described by Kirchhoff's kinematic hypotheses. For a relatively thick filler, the hypothesis of Timoshenko is used. The equilibrium equations are obtained, they make it possible to establish the plate stress-strain state, taking into account the given boundary conditions.

Keywords: bending, sandwich plate, variable thickness of bearing layers.

Шимановский, А. О. Научное наследие академика В. А. Белого / А. О. Шимановский, О. И. Цыганок // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 241–245.

А. О. ШИМАНОВСКИЙ, О. И. ЦЫГАНОК

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ АКАДЕМИКА В. А. БЕЛОГО

Представлен анализ вклада, который внес в науку один из организаторов Белорусского института инженеров железнодорожного транспорта (ныне БелГУТ) академик В. А. Белый. Приведен перечень его наиболее цитируемых публикаций.

Ключевые слова: история науки, трибология, металлополимерные системы.

A. O. SHIMANOVSKY, V. I. TSYHANOK

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

SCIENTIFIC LEGACY OF ACADEMICIAN V. A. BELY

An analysis of the contribution to science made by one of the creators of the Belarusian Institute of Railway Engineers (now BelSUT) academician V. A. Bely is presented. A list of his most cited publications is given.

Keywords: history of science, tribology, metal-polymer systems.

Юсубова, С. М. Построение однородных решений в задаче о кручении радиально-неоднородной трансверсально-изотропной сферы / С. М. Юсубова // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 246–255.

С. М. ЮСУБОВА

Лицей имени Гейдара Алиева, Баку, Азербайджан

ПОСТРОЕНИЕ ОДНОРОДНЫХ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧЕ О КРУЧЕНИИ РАДИАЛЬНО-НЕОДНОРОДНОЙ ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ИЗОТРОПНОЙ СФЕРЫ

Представлено решение задачи о кручении незамкнутой радиально-неоднородной трансверсально-изотропной сферы, которая не содержит ни один из полюсов 0 и π . Модули упругости линейно связаны с радиусом сферы. Боковая поверхность предполагается свободной от напряжений, а для конических сечений задаются напряжения, обеспечивающие равновесие сферы. Учитывая выполнение на боковых поверхностях сферы однородных граничных условий, выведено характеристическое уравнение относительно спектрального параметра. Построены решения, соответствующие двум группам корней этого уравнения. Первой группе соответствует проникающее решение, при котором напряженное состояние соответствует действию крутящих моментов от напряжений, действующих в произвольном сечении, параллельном экватору сферы. Решения, определяемые счетным множеством второй группы корней, имеют характер краевого эффекта, локализованного в конических срезах. В случае существенной анизотропии некоторые такие решения затухают незначительно и могут охватывать всю область, занятую сферой.

Ключевые слова: кручение сферы, радиально-изотропная сфера, трансверсально-изотропная сфера, напряженно-деформированное состояние, краевой эффект.

S. M. YUSUBOVA

Lyceum named after Heydar Aliyev, Baku, Azerbaijan

HOMOGENEOUS SOLUTIONS CONSTRUCTION FOR THE PROBLEM OF A RADially INHOMOGENEOUS TRANSVERSALLY ISOTROPIC SPHERE TORSION

A solution to the problem of torsion of a non-closed radially inhomogeneous transversally isotropic sphere with not any poles of 0 and π is presented. The elastic moduli are linearly related to the sphere radius. The lateral surface is assumed to be stress-free, and for conic sections, stresses are specified to ensure the equilibrium of the sphere. Taking into account the fulfillment of homogeneous boundary conditions on the sphere side surfaces, a characteristic equation is derived with respect to the spectral parameter. Solutions are constructed corresponding to two groups of roots of this equation. A penetrating solution corresponds to the first group, when the stress state corresponds to the action of torques from stresses acting in an arbitrary section parallel to the sphere equator. The solutions determined by the countable set of the second group of roots have the character of a boundary effect localized in conic slices. In the case of significant anisotropy, some of these solutions decay insignificantly and can cover the entire region of the sphere.

Keywords: sphere torsion, radially isotropic sphere, transversely isotropic sphere, stress-strain state, boundary effect.

Яровая, А. В. Свободные колебания шарнирно закрепленной круговой сэндвич-пластины в температурном поле / А. В. Яровая // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 256–262.

А. В. ЯРОВАЯ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ШАРНИРНО ЗАКРЕПЛЕННОЙ КРУГОВОЙ СЭНДВИЧ-ПЛАСТИНЫ В ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОЛЕ

Исследуются свободные поперечные колебания находящейся в температурном поле круговой трехслойной пластины с шарнирно закрепленным контуром. Принято, что деформирование соответствует кинематической гипотезе ломаной линии. Для решения системы дифференциальных уравнений движения применен метод разложения по системе собственных ортонормированных функций. Получено трансцендентное уравнение, из которого определены собственные числа и соответствующие им частоты собственных колебаний. Представлены результаты численного расчета зависимости собственных частот колебаний от температуры.

Ключевые слова: круговая сэндвич-пластина, свободные колебания, собственные функции, температура.

A. V. YAROVAYA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

FREE OSCILLATIONS OF A HINGED CIRCULAR SANDWICH PLATE IN A TEMPERATURE FIELD

Free transverse oscillations of a circular three-layer plate with a hinged contour located in a temperature field are investigated. It is assumed that the deformation corresponds to the kinematic hypothesis of a broken line. To solve the system of motion differential equations there is applied the method of expansion in the terms of system orthonormal eigenfunctions. A transcendental equation is obtained, on its base the eigenvalues and the corresponding frequencies of natural oscillations are determined. The numerical calculation results of the dependence of natural oscillation frequencies on temperature are presented.

Keywords: circular sandwich plate, free oscillations, eigenfunctions, temperature.

Асланов, Э. А. Связь симметрии пространства и законов Ньютона / Э. А. Асланов, Г. Г. Сафаров, И. А. Исмаил // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 263–269.

Э. А. АСЛАНОВ, Г. Г. САФАРОВ, И. А. ИСМАИЛ

Азербайджанский технический университет, Баку, Азербайджан

СВЯЗЬ СИММЕТРИИ ПРОСТРАНСТВА И ЗАКОНОВ НЬЮТОНА

На основе свойств изотропии и однородности пространства-времени предложены пути обоснования законов современной классической механики. Представлены доказательства закона инерции и обоснование эквивалентности векторов во втором законе Ньютона.

Ключевые слова: симметрия, пространство, законы Ньютона.

E. A. ASLANOV, G. G. SAFAROV, I. A. ISMAIL

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

RELATIONSHIP OF SPACE SYMMETRY AND NEWTON'S LAWS

On the basis of the space-time isotropy and homogeneity properties, ways of substantiating the laws of modern classical mechanics are proposed. The proof of the inertia law and the justification of the equivalence of vectors in Newton's second law are presented.

Keywords: symmetry, space, Newton's laws.

Джумаев, Х. Д. Современный подход к преподаванию теоретической механики / Х. Д. Джумаев, И. Мирзаев // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 270–272.

Х. Д. ДЖУМАЕВ, И. МИРЗАЕВ

Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Рассматривается новый подход к преподаванию теоретической механики, обобщающий исследования, проведенные учеными-педагогами в предыдущие годы, и учитывающий потенциал студентов в настоящее время.

Ключевые слова: преподавание, теоретическая механика, потенциал студентов.

X. D. JUMAEV, I. MIRZAEV

Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

MODERN APPROACH TO ENGINEERING MECHANICS TEACHING

There is considered a new approach to teaching of engineering mechanics, summarizing the research performed by scientists-teachers in the recent years taking into account the potential of students at the present time.

Keywords: teaching, engineering mechanics, student's potential.

Комнатный, Д. В. Колебательные цепи в курсе теоретической механики транспортного вуза / Д. В. Комнатный // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 273–278.

Д. В. КОМНАТНЫЙ

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

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЦЕПИ В КУРСЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗА

Предлагается методический подход к изучению колебательных цепей в курсах теоретической механики для подготовки инженеров транспорта. Приведена классификация колебательных цепей. Рассмотрена применимость теоремы Штурма к различным их типам. Получены уравнения движения колебательных цепей методом уравнений Лагранжа второго рода и описаны методы их решения. Показана аналогия простых и сложных колебательных цепей с фильтрами электрических колебаний.

Ключевые слова: колебательные цепи, теоретическая механика, уравнения Лагранжа, теорема Штурма, частотные фильтры.

D. V. KOMNATNY

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

OSCILLATION CHAINS IN ENGINEERING MECHANICS COURSE OF A TRANSPORT UNIVERSITY

A methodical approach to the study of oscillatory chains in the courses of engineering mechanics for the transport engineers training is proposed. The classification of oscillatory chains is given. The applicability of Sturm's theorem to their various types is considered. The motion equations for the oscillatory chains are obtained by the method of Lagrange equations of the second kind, and the methods for their solution are described. The analogy of simple and complex oscillatory chains with filters of electrical oscillations is shown.

Keywords: oscillating chains, theoretical mechanics, Lagrange equations, Sturm's theorem, frequency filters.

Локтионов, А. В. Вывод уравнения малых колебаний эллиптического маятника на основе теории относительного движения / А. В. Локтионов, А. А. Сидорович // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 279–282.

А. В. ЛОКТИОНОВ, А. А. СИДОРОВИЧ

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Беларусь

ВЫВОД УРАВНЕНИЯ МАЛЫХ КОЛЕБАНИЙ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Представлена методика вывода уравнения малых колебаний эллиптического маятника, основанная на применении принципа Даламбера. С учетом относительного движения стержня с шариком получено линейное неоднородное дифференциальное уравнение, описывающее закон изменения угла поворота стержня маятника. Обсуждены некоторые аспекты применения принципа Даламбера, которые позволяют рассматривать относительное движение путем его фиктивного приведения к абсолютному движению.

Ключевые слова: эллиптический маятник, малые колебания, относительное движение, принцип Даламбера.

A. V. LOKTIONOV, A. A. SIDOROVICH

Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Belarus

DERIVATION OF THE SMALL OSCILLATIONS EQUATION FOR AN ELLIPTICAL PENDULUM BASED ON THE RELATIVE MOTION THEORY

There is presented a technique for deriving of the small oscillations equation for an elliptical pendulum based on the application of the d'Alembert principle to a material point relative motion. A linear inhomogeneous differential equation is obtained, it describes the law of the pendulum rod rotation angle change. Some aspects of the d'Alembert principle application are discussed, they allow to consider relative motion by fictitious reduction to absolute motion.

Keywords: small oscillations, d'Alembert's principle, relative motion, elliptical pendulum.

Фисенко, Е. Н. Анализ устойчивости центрально-сжатых тонкостенных стержней / Е. Н. Фисенко, Р. А. Сабиров // Механика. Исследования и инновации. – 2022. – Вып. 15. – С. 283–285.

Е. Н. ФИСЕНКО, Р. А. САБИРОВ

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

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫХ ТОНКОСТЕННЫХ СТЕРЖНЕЙ

Представлено расчетно-графическое проектировочное учебное задание для изучения устойчивости стержней с тонкостенными поперечными сечениями (в том числе и неодносвязными), предназначенное для студентов аэрокосмических специальностей, изучающих дисциплины «Сопротивление материалов» и «Строительная механика».

Ключевые слова: устойчивость, тонкостенный стержень, метод уменьшения основного допускаемого напряжения.

E. N. FISENKO, R. A. SABIROV

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

STABILITY ANALYSIS OF THE CENTRALLY COMPRESSED THIN-WALLED RODS

There is presented an educational task for a calculation graphic project for studying the stability of rods with thin-walled cross sections (including non-simply connected ones), intended for students of aerospace specialties studying the disciplines "Strength of Materials" and "Structural Mechanics".

Keywords: stability, thin-walled rod, method of reducing the main allowable stress.