

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра технической физики и теоретической механики

**МЕХАНИКА.
ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ**

Международный сборник научных трудов

Выпуск 11

Под редакцией
доктора технических наук, профессора *А. О. ШИМАНОВСКОГО*

Гомель 2018

В сборнике публикуются материалы, представленные на Международном семинаре преподавателей вузов по теоретической механике, состоявшемся в Белорусском государственном университете транспорта.

Для преподавателей вузов, ученых, занимающихся исследованиями в области механики. Может быть полезен аспирантам, студентам технических вузов, инженерно-техническим работникам.

Редакционная коллегия:

Шимановский А. О. (главный редактор), доктор технических наук, профессор
(Гомель, БелГУТ);

Путьто А. В. (зам. главного редактора), доктор технических наук, доцент
(Гомель, БелГУТ);

Черноус Д. А. (отв. секретарь), кандидат технических наук, доцент
(Гомель, БелГУТ);

Богданович П. Н., доктор технических наук, профессор (Гомель, БелГУТ);

Галай Э. И., доктор технических наук, доцент (Гомель, БелГУТ);

Довгяло В. А., доктор технических наук, профессор (Гомель, БелГУТ);

Леоненко Д. В., доктор физико-математических наук, доцент
(Гомель, БелГУТ);

Плескачевский Ю. М., доктор технических наук, член-корреспондент НАН
Беларуси (Минск, БНТУ);

Сенько В. И., доктор технических наук, профессор (Гомель, БелГУТ);

Сосновский Л. А., доктор технических наук, профессор (Гомель, БелГУТ);

Старовойтов Э. И., доктор физико-математических наук, профессор
(Гомель, БелГУТ);

Халецки М., PhD (Польша, Варшава, SGGW);

Шабловский О. Н., доктор физико-математических наук, профессор
(Гомель, ГГТУ им. П. О. Сухого)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Научные публикации	
<i>Белогуб В. В., Коновалов Е. Н., Огородников Л. В., Пулято А. В.</i> Экспериментальная оценка напряженного состояния кузовов вагонов метрополитена после длительной эксплуатации	6
<i>Бурьян С. Н.</i> Механизм Дарбу: геометрия и кинематика	12
<i>Ворожун И. А.</i> Анализ схем крепления труб на кузове автотранспортного средства	22
<i>Галай Э. И., Рудов П. К., Галай Е. Э.</i> Тепловой расчет фрикционных узлов тормоза грузовых вагонов	31
<i>Громыко Ю. В.</i> Колебания трехслойной круговой пластины с отверстием при резонансе	41
<i>Гурский Е. П., Михальченко А. А.</i> Моделирование функционирования элементов транспортной системы с учетом изменения технического состояния устройств инфраструктуры	49
<i>Елеуова А. Е., Махметова Н. М., Солоненко В. Г., Бекжанова С. Е.</i> Расчет сейсмонапряженного состояния пространственной трехсводчатой станции метрополитена	55
<i>Жаулыбаева А. Ж., Касым А. Г., Махметова Н. М., Бекжанова С. Е.</i> Расчет статического напряженного состояния системы «земляное полотно – слабое основание» ..	62
<i>Журавлев В. Ю., Назарова Л. П., Фисенко Е. Н., Фальков В. О.</i> Идентификация процесса выворачивания металлического разделителя на основе кинематической модели	68
<i>Журавлев В. Ю., Фалькова Е. В., Назарова Л. П., Климовский Д. А.</i> Кинематика тонкостенных выворачивающихся оболочек при пластическом деформировании	75
<i>Захарчук Ю. В.</i> Уравнения равновесия упругопластической круговой пластины со сжимаемым наполнителем	80
<i>Зверев С. А., Махметова Н. М., Солоненко В. Г.</i> Трехмерное напряженно-деформированное состояние эскалаторных тоннелей под действием постоянных и сейсмических нагрузок	88
<i>Зеленая А. С.</i> Термоупругий изгиб трехслойной прямоугольной пластины со сжимаемым наполнителем	93
<i>Келехсаев Д. Б., Кондратенко А. И., Косиченко Н. В.</i> Метод поиска аналитических решений уравнений движения системы двухмерных в плане бурных потоков в плоскости годографа скорости	101
<i>Келехсаев Д. Б., Косиченко М. Ю., Кондратенко А. И.</i> Обзор уравнений движения двухмерного в плане открытого водного потока	107
<i>Климовский Д. А., Смирнов Н. А., Фальков Е. В.</i> Алгоритм решения обратной задачи кинематики механизма параллельной структуры с гибкими растяжимыми звеньями	114
<i>Ковтун В. А., Пасовец В. Н., Миховски М.</i> 3D-моделирование напряженно-деформированного состояния металлополимерных наноуполненных композиций при высокоскоростном электроконтактном спекании	119

<i>Козел А. Г.</i> Уравнения равновесия упругопластической круговой пластины на основании Пастернака	127
<i>Козунова О. В.</i> Статический расчет дорожной плиты на слоистом основании	134
<i>Козунова О. В., Гурский Д. М.</i> Осесимметричная задача для вертикально нагруженного фундамента с подошвой круглой формы на нелинейно-упругом основании	140
<i>Кракова И. Е., Якубович О. И.</i> Свободные колебания транспортных пакетов из сэндвич-панелей	150
<i>Леоненко Д. В.</i> Импульсные нагружения круговых трехслойных пластин на упругом основании Пастернака	155
<i>Лодня В. А., Стальмаков В. А.</i> Применение технологий CAD/CAM моделирования для статической балансировки коленчатого вала одноцилиндрового двигателя ..	162
<i>Локтионов А. В., Буткевич В. Г., Лебёдкин А. С., Фёдорова Е. А.</i> Исследование и разработка технологического процесса формирования латексных оплетенных нитей...	167
<i>Локтионов А. В.</i> Матричная форма расчета кинематических параметров исполнительного механизма в общем случае его движения	176
<i>Марченко Д. М., Шимановский А. О.</i> Верификация сил трения, реализуемых в MSC.ADAMS при работе функции «Contact»	185
<i>Нестерович А. В.</i> Напряжения в круговой пластине типа Тимошенко при неосесимметричном растяжении-сжатии	195
<i>Путьто О. В.</i> Оценка прочности соединений внутренних колец подшипника с осью колесной пары с учетом отклонений от профиля продольного сечения сопрягаемых поверхностей.....	204
<i>Сахаров П. А.</i> Исследование продольных сил в грузовых поездах при движении по переломам продольного профиля пути.....	209
<i>Старовойтов Э. И., Тарлаковский Д. В.</i> Упругая трехслойная балка в температурном поле под действием сосредоточенной силы	220
<i>Суханова О. А.</i> Анализ пластических деформаций при скольжении сферической колодки по поверхности плиты.....	230
<i>Хвисевич В. М., Веремейчик А. И.</i> Развитие метода потенциала на решение плоских краевых задач термоупругости изотропных непрерывно-неоднородных тел.....	235
<i>Чаганова О. С., Кузнецова М. Г.</i> Анализ прочности упаковки и средств крепления тарно-упаковочного груза при перевозке в вагоне	249
<i>Черноус Д. А.</i> Индентирование тонкого упруго-пластического покрытия	255
<i>Шимановский А. О., Новиченко А. А.</i> Сравнение аналитической и численной методик расчета жесткой поперечины контактной сети.....	269
<i>Якубович О. И.</i> Влияние формы армирующих гранул на напряженно-деформированное состояние композита	274
Учебно-методические публикации	
<i>Кондратенко А. И.</i> Кинематический метод решения задач по теории колебаний механической системы.....	281
<i>Орлин П. А., Савченко А. М., Пикулин С. А., Фисенко Е. Н.</i> Принцип наименьшего принуждения Гаусса	285
<i>Шимановский А. О., Кракова И. Е.</i> XIV Международная олимпиада по теоретической механике	290
Информация для авторов статей	315

Белогуб, В. В. Экспериментальная оценка напряженного состояния кузовов вагонов метрополитена после длительной эксплуатации / В. В. Белогуб, Е. Н. Коновалов, Л. В. Огородников, А. В. Путятю // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 6–11.

V. V. BELOGUB, E. N. KONOVALOV, L. V. OGORODNIKOV, A. V. PUTYATO
Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КУЗОВОВ ВАГОНОВ МЕТРОПОЛИТЕНА ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Приведены результаты экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния кузовов головного и промежуточного вагонов метрополитена после длительной эксплуатации. Получены массивы динамических напряжений в конструктивных элементах кузовов вагонов при различных режимах эксплуатации. Значения амплитудных напряжений не превышают допустимого уровня, установленного нормативной документацией. Полученные экспериментальные данные могут быть использованы для оценки остаточного ресурса несущих конструкций вагонов метрополитена после длительной эксплуатации.

Ключевые слова: вагон метрополитена, остаточный ресурс, напряженное состояние, экспериментальное исследование.

V. V. BELAHUB, Ya. N. KANAVALAU, L. V. AGARODNIKAU, A. U. PUTSIATA
Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

THE EXPERIMENTAL ESTIMATION OF STRESSED STATE OF THE SUBWAY CAR BODIES AFTER LONG-TERM OPERATION

The results of the car bodies' stress-strained condition experimental determination for the head and intermediate subway cars after a long-term operation are presented. There are obtained the arrays of dynamic stresses in the car structural elements for different operating conditions. The stresses values do not exceed the allowable level established by normative documentation. The obtained experimental data can be used to estimate the residual resource of the subway cars constructions after the long-term operation.

Бурьян, С. Н. Механизм Дарбу: геометрия и кинематика / С. Н. Бурьян // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 12–21.

С. Н. БУРЬЯН

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

МЕХАНИЗМ ДАРБУ: ГЕОМЕТРИЯ И КИНЕМАТИКА

Рассматривается математическое описание механизма Дарбу. Вводится параметризация механизма, доказывается корректность его движения и прямолинейность хода одной из вершин H при определенном случае движения. Конфигурационное пространство механизма вблизи особого положения представляет собой две гладкие кривые, пересекающиеся под ненулевым углом. Показывается, что при особой конфигурации обратная задача динамики не разрешима при ненулевом ускорении точки H .

Ключевые слова: механизм Дарбу, особая точка.

S. N. BURIAN

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

DARBOUX MECHANISM: GEOMETRY AND KINEMATICS

The Darboux mechanism's mathematical foundations are considered. Parametrization of the mechanism is used. The correctness of the mechanism motion and the trajectory straightness of one vertex (H) are proved. The configuration space of the mechanism near a special position represents two smooth curves intersecting at a nonzero angle. It is shown that at the special configuration the inverse problem of dynamics is not solvable for the point H nonzero acceleration.

Ворожун, И. А. Анализ схем крепления труб на кузове автотранспортного средства / И. А. Ворожун // *Механика. Исследования и инновации.* – 2018. – Вып. 11. – С. 22–30.

И. А. ВОРОЖУН

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

АНАЛИЗ СХЕМ КРЕПЛЕНИЯ ТРУБ НА КУЗОВЕ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Выполнено сравнение креплений труб на автотранспортном средстве для двух случаев: трубы всех ярусов крепятся непосредственно к кузову автомобиля, трубы нижнего яруса крепятся непосредственно к кузову автомобиля, а трубы каждого последующего яруса – к трубам предыдущего. Исследовано влияние коэффициента трения между трубами и рамой автомобиля на величину динамических сил в упругих элементах продольного крепления труб при торможении. Приведены рекомендации по использованию рассматриваемых вариантов креплений.

Ключевые слова: автомобиль, трубы, крепление грузов, силы, торможение.

I. A. VARAZHUN

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

ANALYSIS OF THE SCHEMES OF PIPES FASTENINGS ON THE AUTOMOBILE BODY

Comparison of pipe fastenings on a road vehicle was performed for two cases: pipes of all tiers are attached directly to the car body, pipes of the lower tier are attached directly to the car body, and pipes of each subsequent tier are attached to the pipes of the previous layer. The influence of the friction coefficient between the pipes and the frame of the car on the dynamic forces in the elastic elements of the pipes longitudinal fastening was analyzed for the case of the car braking mode. There were given the recommendations on the use of the considered variants of fastening.

Галай, Э. И. Тепловой расчет фрикционных узлов тормоза грузовых вагонов / Э. И. Галай, П. К. Рудов, Е. Э. Галай // *Механика. Исследования и инновации.* – 2018. – Вып. 11. – С. 31–40.

Э. И. ГАЛАЙ, П. К. РУДОВ, Е. Э. ГАЛАЙ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ФРИКЦИОННЫХ УЗЛОВ ТОРМОЗА ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Разработана математическая модель взаимодействия обода колеса и тормозной колодки при торможении поезда, позволяющая оценить температуру контактирующих тел. Определено температурное поле колодки в конце переходного периода, когда тепловой поток начинает уменьшаться, согласно теории теплопроводности для различных периодов торможения от действия параллельных потоков, включаемых последовательно.

Ключевые слова: торможение, композиционная колодка, тормозная сила, тепловой поток.

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

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

THERMAL CALCULATION OF FRICTIONAL BRAKE NODES FOR FREIGHT CARS

There was developed the mathematical model of the wheel rim-brake pad interaction at train braking, allowing to estimate the temperature of the contacting bodies. The temperature field of the pad is determined at the end of the transition period, when the heat flux starts to decrease, according to the theory of thermal conductivity for different periods of braking from the action of parallel streams that are turned on in series.

Громыко, Ю. В. Колебания трехслойной круговой пластины с отверстием при резонансе / Ю. В. Громыко // *Механика. Исследования и инновации.* – 2018. – Вып. 11. – С. 41–48.

Ю. В. ГРОМЫКО

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

КОЛЕБАНИЯ ТРЕХСЛОЙНОЙ КРУГОВОЙ ПЛАСТИНЫ С ОТВЕРСТИЕМ ПРИ РЕЗОНАНСЕ

Рассмотрены осесимметричные колебания упругой трехслойной круговой пластины с отверстием при резонансных нагрузках. При описании деформирования несимметричной по толщине трехслойной пластины приняты гипотезы ломаной линии: для тонких несущих слоев справедливы гипотезы Кирхгофа; в несжимаемом по толщине легком заполнителе выполняется гипотеза Тимошенко. Аналитическое решение задачи получено в виде разложения в ряд по собственным функциям. Проведен численный анализ влияния частоты вынуждающих сил на амплитуды колебаний.

Ключевые слова: трехслойная кольцевая пластина, упругость, собственные функции, резонанс.

Yu. V. GROMYKO

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

RESONANCE OSCILLATIONS OF RING THREE-LAYERED PLATE WITH A HOLE

Axisymmetric oscillations of an elastic three-layer circular plate with a hole under resonant loads are considered. To describe the asymmetric in thickness three-layer plate deformation the hypotheses of the polyline are accepted: the Kirchhoff's hypotheses are right for the thin bearing layers, the Tymoshenko hypothesis is performed for the lightweight filler incompressible along its thickness. The analytical solution of the problem is obtained in the form of a series expansion by eigenfunctions. The numerical analysis of the influence of the driving forces frequency on the oscillations amplitude is carried out.

Гурский, Е. П. Моделирование функционирования элементов транспортной системы с учетом изменения технического состояния устройств инфраструктуры / Е. П. Гурский, А. А. Михальченко // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 49–54.

Е. П. ГУРСКИЙ, А. А. МИХАЛЬЧЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УСТРОЙСТВ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Приводятся результаты моделирования состояний транспортной системы с учетом воздействия вагонов и локомотивов на устройства пути, автоматику управления движением поездов и работы станционных устройств в зависимости от их конструктивных особенностей. По результатам исследований определены границы оптимальных параметров устойчивого функционирования устройств инфраструктуры.

Ключевые слова: транспортная система, модели развития, моделирование рисков, маневр ресурсами, безопасность перевозок, установившийся режим.

E. P. GURSKIY, A. A. MIKHALCHENKA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

MODELING OF THE OPERATION OF THE TRANSPORT SYSTEM ELEMENTS CONSIDERING THE TECHNICAL CONDITION CHANGE OF INFRASTRUCTURE DEVICES

There are presented the transport system modeling results, taking into account the effect of cars and locomotives on track devices, automatic control of train traffic and station equipment operation depending on their design features. Based on the research results, the boundaries of the optimal parameters for the infrastructure devices stable functioning were determined.

Елеуова, А. Е. Расчет сейсмонапряженного состояния пространственной трехсводчатой станции метрополитена / А. Е. Елеуова, Н. М. Махметова, В.Г. Солоненко, С. Е. Бекжанова // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 55–61.

А. Е. ЕЛЕУОВА, Н. М. МАХМЕТОВА, В. Г. СОЛОНЕНКО, С. Е. БЕКЖАНОВА
Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, Алматы,
Казахстан

РАСЧЕТ СЕЙСМОНАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ТРЕХСВОДЧАТОЙ СТАНЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА

Исследуется трехмерное напряженно-деформированное состояние обделок трехсводчатой станции при сейсмических воздействиях интенсивностью 9 баллов по шкале MSK на основе метода конечных элементов в сочетании с методом разложения перемещений по формам собственных колебаний. Разработаны методы расчета и программные комплексы для изучения напряженно-деформированного состояния системы «обделка – грунт» с учетом инженерно-геологических и сейсмических условий площадки строительства. Установлены закономерности распределения перемещений и напряжений в обделках станции под действием сейсмических нагрузок, позволяющие установить прочность обделок для восприятия нагрузок от горного давления и их несущую способность. Выработаны рекомендации по подбору площади армирования в целях обеспечения надежности элементов конструкций станции, снижения величин напряжений на контуре тоннелей станции и увеличения жесткости обделок. Достоверность полученных результатов обосновывается использованием математического моделирования, апробированных комплексов программ и удовлетворительной сходимостью результатов численных и теоретических исследований.

Ключевые слова: транспортное сооружение, сейсмические нагрузки, напряженно-деформированное состояние.

А. Е. ELEUOVA, N. M. MAKHMETOVA, V. G. SOLONENKO, S. E. BEKZHANOVA
Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, Almaty,
Kazakhstan

CALCULATION OF THE SEISMIC STRESSED STATE OF THE SPATIAL THREE-VAULTED METRO STATION

The three-dimensional stress-strain state of a three-vaulted station lining under seismic actions of the MSK scale 9 points intensity is investigated on the basis of the finite element method in combination with the method of displacements decomposition by the natural oscillations modes. There were worked out the calculation methods and software complexes for studying the stress-strain state of the "lining-ground" system taking into account the engineering-geological and seismic conditions of the construction site. There were obtained the regularities in the distribution of displacements and stresses in the station lining under the action of seismic loads, which made it possible to establish the strength of the lining for the perception of loads from rock pressure and its bearing capacity. The recommendations were made for the selection of the reinforcement area in order to ensure the reliability of the elements of the station's structures, reducing the stresses on the tunnel contour of the station and increasing the rigidity of the lining. The reliability of the obtained results is justified by the use of mathematical modeling, the approved program complexes and satisfactory convergence of the results of numerical and theoretical studies.

Жаулыбаева А. Ж. Расчет статического напряженного состояния системы «земляное полотно – слабое основание» / А. Ж. Жаулыбаева, А. Г. Касым, Н. М. Махметова, С. Е. Бекжанов // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 62–67.

А. Ж. ЖАУЛЫБАЕВА, А. Г. КАСЫМ, Н. М. МАХМЕТОВА, С. Е. БЕКЖАНОВА
Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, Алматы, Казахстан

РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ «ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО – СЛАБОЕ ОСНОВАНИЕ»

На основе метода конечных элементов исследуется статическое напряженное состояние системы «земляное полотно – слабое основание» при воздействии постоянной поездной нагрузки с целью практической оценки его устойчивости. Многовариантные численные эксперименты позволили установить закономерности распределения напряжений в теле земляного полотна с учетом упругих характеристик слабого основания.

Ключевые слова: земляное полотно, слабое основание, конечноэлементное моделирование.

A. Zh. ZHAULYBAYEVA, A. G. KASYM, N. M. MAKHMETOVA, S. E. BEKZHANOVA
Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan

CALCULATION OF STATIC STRESSED STATE OF THE "EARTH BED – WEAK BASE" SYSTEM

On the basis of the finite element method, there is investigated the static stressed state of the "earth bed – weak base" system under the influence of a constant train load with a view to practical evaluation of its stability. Multivariate numerical experiments made it possible to establish the regularities of stresses distribution in the earth bed body considering the elastic characteristics of the weak base.

Журавлев В. Ю. Идентификация процесса выворачивания металлического разделителя на основе кинематической модели / В. Ю. Журавлев, Л. П. Назарова, Е. Н. Фисенко, В. О. Фальков // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 68–74.

В. Ю. ЖУРАВЛЕВ, Л. П. НАЗАРОВА, Е. Н. ФИСЕНКО, В. О. ФАЛЬКОВ
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫВОРАЧИВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО РАЗДЕЛИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Рассматриваются особенности проектирования металлических разделителей газовой и жидкостной фаз топливных баков. Проведен анализ процесса выворачивания металлического разделителя на основе кинематической модели. Предложены соотношения для оценки радиуса зоны деформации и давления выворачивания.

Ключевые слова: выворачивающаяся оболочка, диафрагмы-разделители, пластическое деформирование.

V. Yu. ZHURAVLEV, L. P. NAZAROVA, E. N. FISENKO, V. O. FALKOV
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

IDENTIFICATION OF THE METAL SEPARATOR EVERSION PROCESS ON THE BASIS OF KINEMATIC MODEL

The design features of the metal separators for gas and liquid phases of fuel tanks are considered. There is presented the analysis of the metal separator eversion process based on the kinematic model. The relationships for estimating the deformation zone radius and the eversion pressure are proposed.

Журавлев В. Ю. Кинематика тонкостенных выворачивающихся оболочек при пластическом деформировании / В. Ю. Журавлев, Е. В. Фалькова, Л. П. Назарова, Д. А. Климовский // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 75–79.

В. Ю. ЖУРАВЛЕВ, Е. В. ФАЛЬКОВА, Л. П. НАЗАРОВА, Д. А. КЛИМОВСКИЙ
Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия

КИНЕМАТИКА ТОНКОСТЕННЫХ ВЫВОРАЧИВАЮЩИХСЯ ОБОЛОЧЕК ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ

В работе предлагается кинематическая модель процесса выворачивания оболочки вращения, позволяющая определить теоретические зависимости основных характеристик процесса выворачивания от параметров оболочки, меняющихся при перемещении зоны перекатывания. По полученным зависимостям построены графики основных характеристик процесса выворачивания для оболочек произвольной толщины.

Ключевые слова: выворачивающаяся оболочка, диафрагмы-разделители, деформирование.

V. Yu. ZHURAVLEV, E. V. FALKOVA, L. P. NAZAROVA, D. A. KLIMOVSKIY
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

EVERSION KINEMATICS OF THIN-WALLED SHELLS UNDER PLASTIC DEFORMATION

In this paper there is proposed a kinematic model of the eversion process of the shell of rotation, which makes it possible to determine the theoretical dependences of the main characteristics of the turning out process on shell parameters that change when the rolling zone moves. Based on the obtained dependences, there were created the graphs of the main characteristics of the eversion process for shells of arbitrary thickness.

Захарчук Ю. В. Кинематика тонкостенных выворачивающихся оболочек при пластическом деформировании / Ю. В. Захарчук // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 80–87.

Ю. В. ЗАХАРЧУК

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

УРАВНЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ КРУГОВОЙ ПЛАСТИНЫ СО СЖИМАЕМЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

Рассмотрена задача о симметричном изгибе несимметричной по толщине упругопластической круговой трехслойной пластины с легким сжимаемым наполнителем. Для тонких несущих слоев приняты гипотезы Кирхгофа. В относительно толстом наполнителе учтен поперечный сдвиг, радиальные перемещения и прогиб изменяются линейно по толщине. Дифференциальные уравнения равновесия в усилиях получены с помощью вариационного метода Лагранжа. Постановка краевой задачи в перемещениях приведена в цилиндрической системе координат r, φ, z .

Ключевые слова: трехслойная круговая пластина, сжимаемый наполнитель, пластичность.

Yu. V. ZAKHARCHUK

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

THE EQUILIBRIUM EQUATIONS OF ELASTIC-PLASTIC CIRCULAR PLATES WITH COMPRESSIBLE FILLER

The problem of symmetric bending of an asymmetrical in thickness three-layer elastoplastic plate with a lightweight compressible filler is considered. The Kirchhoff's hypotheses are accepted for the thin bearing layers. In a relatively thick filler, a transverse shear is taken into account, radial displacements and deflection vary linearly along the thickness. The differential equations of equilibrium in the efforts are obtained using the Lagrange variational method. The setting of the boundary value problem in the displacements is given in the r, φ, z cylindrical coordinate system.

Зверев С. А. Трехмерное напряженно-деформированное состояние эскалаторных тоннелей под действием постоянных и сейсмических нагрузок / С. А. Зверев, Н. М. Махметова, В. Г. Солоненко // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 88–92.

С. А. ЗВЕРЕВ, Н. М. МАХМЕТОВА, В. Г. СОЛОНЕНКО

Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан

ТРЕХМЕРНОЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭСКАЛАТОРНЫХ ТОННЕЛЕЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПОСТОЯННЫХ И СЕЙСМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Работа представляет собой численное исследование, направленное на изучение напряженно-деформированного состояния как обделок эскалаторных тоннелей метрополитена, так и окружающего грунтового массива в целях обоснования сооружения обделок эскалаторных тоннелей из монолитного железобетона. Проведены многовариантные численные эксперименты по изучению напряженно-деформированного состояния конструкций обделки эскалаторных тоннелей на действие постоянных и сейсмических нагрузок. По результатам проведенных исследований даны рекомендации по подбору площади и класса продольной и кольцевой арматуры. Разработанные рекомендации позволяют сделать вывод о целесообразности сооружения эскалаторного тоннеля с обделкой из монолитного железобетона в условиях г. Алматы.

Ключевые слова: эскалаторный тоннель, напряженно-деформированное состояние, конечноэлементное моделирование, сейсмические нагрузки.

S. A. ZVEREV, N. M. MAKHMETOVA, V. G. SOLONENKO

Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan

THE THREE-DIMENSIONAL STRESS-STRAIN STATE OF ESCALATOR TUNNELS UNDER THE ACTION OF CONSTANT AND SEISMIC LOADS

The investigation is a numerical study aimed to study stress-strain state of both metro escalator tunnels lining and the surrounding ground mass for the purpose of substantiating the construction of escalator tunnels lining from monolithic reinforced concrete. There were performed the multivariate numerical experiments for stress-strain state analysis of the escalator tunnels lining constructions under the action of permanent and seismic loads. Based on the investigation results there were given the recommendations on the selection of the area and class of longitudinal and annular reinforcement. The formulated recommendations allow to make the conclusion that under the Almaty conditions it is expedient to build the escalator tunnel with the lining made of monolithic reinforced concrete.

Зеленая А. С. Термоупругий изгиб трехслойной прямоугольной пластины со сжимаемым заполнителем / А. С. Зеленая // *Механика. Исследования и инновации.* – 2018. – Вып. 11. – С. 93–100.

А. С. ЗЕЛЕНАЯ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ТЕРМОУПРУГИЙ ИЗГИБ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ СО СЖИМАЕМЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

Исследован изгиб несимметричных по толщине упругих трехслойных пластин со сжимаемым заполнителем при воздействии температуры. Кинематические гипотезы основаны на гипотезе ломаной линии: для внешних слоев принимаются гипотезы Кирхгофа, в жестком сжимаемом заполнителе деформированная нормаль остается прямолинейной. Получена система уравнений равновесия и ее аналитическое решение в перемещениях. Проведена численная реализация решения для трехслойной металлополимерной пластины.

Ключевые слова: термоупругий изгиб, трехслойная пластина, сжимаемый заполнитель.

A. S. ZELENAYA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

THERMAL-ELASTIC BENDING OF A THREE-LAYER RECTANGULAR PLATE WITH A COMPRESSIBLE FILLER

There was investigated the bending of elastic asymmetrical in thickness three-layer plates with compressible filler under the effect of temperature. Kinematic hypotheses are based on the broken line hypothesis: Kirchhoff's hypotheses are accepted for the outer layers, and the deformed normal remains rectilinear in a rigid compressible filler. The equilibrium equations system and its analytical solution in displacements are obtained. A numerical implementation of the solution for a three-layer metal-polymer plate was performed.

Келехсаев Д. Б. Метод поиска аналитических решений уравнений движения системы двухмерных в плане бурных потоков в плоскости годографа скорости / Д. Б. Келехсаев, А. И. Кондратенко, Н. В. Косиченко // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 101–106.

Д. Б. КЕЛЕХСАЕВ¹, А. И. КОНДРАТЕНКО², Н. В. КОСИЧЕНКО¹

¹*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова, Новочеркасск, Россия*

²*Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия, Москва, Россия*

МЕТОД ПОИСКА АНАЛИТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ДВУХМЕРНЫХ В ПЛАНЕ БУРНЫХ ПОТОКОВ В ПЛОСКОСТИ ГОДОГРАФА СКОРОСТИ

Рассмотрен метод поиска аналитических решений системы двухмерных в плане потенциальных водных потоков разделением переменных. Подробно исследованы случаи, при которых параметр ω , введенный в процессе решения, лежит в диапазоне от нуля до единицы, что позволяет расширить спектр рассматриваемых явлений и увеличить возможности решения различных прикладных задач о течении двухмерных в плане открытых потенциальных потоков.

Ключевые слова: двухмерный в плане потенциальный поток, дифференциальное уравнение, годограф скорости, аналитическое решение.

D. B. KELEKHSAEV¹, A. I. KONDRATENKO², N. V. KOSICHENKO¹

¹*Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, Russia*

²*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia*

METHOD OF ANALYTICAL SOLUTIONS SEARCHING FOR MOVEMENT EQUATIONS FOR A TWO-DIMENSIONAL IN PLAN ROUGH WATER FLOW SYSTEM IN THE SPEED HYDOGRAPH PLANE

There is considered a method of analytical solutions searching for a system of potential water flows two-dimensional in plan by separation of variables. There were investigated in details cases when the parameter ω considered during the solution process lies in the range from zero to one; this allows to expand the spectrum of the phenomena under consideration and to increase the possibilities of solving various applied problems on the flow of potential flows two-dimensional in plan.

Келехсаев Д. Б. Обзор уравнений движения двухмерного в плане открытого водного потока / Д. Б. Келехсаев, А. И. Н. В. Косиченко, Кондратенко // *Механика. Исследования и инновации.* – 2018. – Вып. 11. – С. 107–113.

Д. Б. КЕЛЕХСАЕВ, М. Ю. КОСИЧЕНКО¹, А. И. КОНДРАТЕНКО²

¹*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М. И. Платова, Новочеркасск, Россия*

²*Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия, Москва, Россия*

ОБЗОР УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ДВУХМЕРНОГО В ПЛАНЕ ОТКРЫТОГО ВОДНОГО ПОТОКА

Приведены уравнения движения двухмерного в плане открытого водного потока, как в физической плоскости течения потока, так и в плоскости годографа скорости. При этом существенно нелинейная система дифференциальных уравнений в частных производных движения водного потока в плоскости годографа скорости трансформируется в систему линейных дифференциальных уравнений, которые имеют спектр решений, позволяющий решать граничные задачи о течении потенциальных потоков аналитическими методами. Изложены основные допущения и исходные физические предпосылки для модели двухмерных в плане водных потоков.

Ключевые слова: двумерный водный поток, уравнения Эйлера, плоскость годографа скорости.

D. B. KELEKHSAEV¹, M. Yu. KOSICHENKO¹, A. I. KONDRATENKO²

¹*Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, Russia*

²*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia*

REVIEW OF THE MOVEMENT EQUATIONS OF OPEN WATER FLOW TWO-DIMENSIONAL IN PLAN

The movement equations of open water flow two-dimensional are presented in the paper both in the physical flow plane and in the velocity hodograph plane. In this case, an essentially nonlinear system of partial differential equations of the water flow motion in the plane of the velocity hodograph is transformed into a system of linear differential equations that have a solution spectrum allowing to solve boundary problems along the flow of potential streams by analytical methods. The main assumptions and the initial physical premises for a modeling of the water flows two-dimensional in plan are outlined.

Климовский Д. А. Алгоритм решения обратной задачи кинематики механизма параллельной структуры с гибкими растяжимыми звеньями / Д. А. Климовский, Н. А. Смирнов, Е. В. Фальков // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 114–118.

Д. А. КЛИМОВСКИЙ, Н. А. СМІРНОВ, Е. В. ФАЛЬКОВ

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

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ МЕХАНИЗМА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ С ГИБКИМИ РАСТЯЖИМЫМИ ЗВЕНЬЯМИ

В настоящее время параллельные механизмы используются в различных областях: от обрабатывающих станков до пространственных манипуляторов. С точки зрения управления такими механизмами решение обратной задачи кинематики имеет наибольший практический интерес. В работе на примере механизма параллельной структуры с шестью гибкими звеньями приводится алгоритм решения обратной задачи кинематики с учетом растяжения этих звеньев.

Ключевые слова: механизм параллельной структуры, обратная задача кинематики, гибкое звено.

KLIMOVSKIY D. A., SMIRNOV N. A., FALKOVA E. V.

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

ALGORITHM OF THE INVERSE KINEMATIC PROBLEM SOLUTION FOR PARALLEL KINEMATIC MECHANISM WITH FLEXIBLE EXTENSIBLE ELEMENTS

Nowadays, parallel mechanisms are used in various areas: from processing machines to spatial manipulators. From the point of view of such mechanisms controlling, the solution of the inverse kinematics problem has the greatest practical interest. In the work there is presented the algorithm of inverse kinematics problem solving with allowance extension of the ropes applied for the parallel kinematic mechanism with six flexible links.

Ковтун В. А. 3D-моделирование напряженно-деформированного состояния металлополимерных нанонаполненных композитов при высокоскоростном электроконтактном спекании / В. А. Ковтун, В. Н. Пасовец, М. Миховски // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 119–126.

В. А. КОВТУН¹, В. Н. ПАСОВЕЦ², М. МИХОВСКИ³

¹*Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, Гомель, Беларусь*

²*Университет гражданской защиты МЧС Беларуси, Минск, Беларусь*

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

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ НАНОПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОМ СПЕКАНИИ

Методом компьютерного моделирования исследовано напряженно-деформированное состояние нанонаполненной поликомпонентной порошковой системы при высокоскоростном электроконтактном спекании. Установлено, что максимальные напряжения возникают в углеродных нанотрубках, а напряжения, возникающие в микроразмерных частицах меди и полимера, достаточны для их деформирования. Полученные в данной работе результаты моделирования согласуются с основными положениями механики материалов и механики деформируемого твердого тела.

Ключевые слова: нанонаполненная порошковая система, компьютерное моделирование, напряженно-деформированное состояние.

V. A. KOVTUN¹, V. N. PASOVETS², M. MIHOVSKI³

¹*Gomel branch of the University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Belarus, Gomel, Republic of Belarus*

²*University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

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

3D-SIMULATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF METAL-POLYMER NANOFILLED COMPOSITES AT HIGH-VELOCITY ELECTROCONTACT SINTERING

In this paper, the stress-strain state of a nanofilled multicomponent powder system at high-velocity electrocontact sintering was investigated by computer simulation methods. It has been established that the maximum stresses occur in carbon nanotubes, and the stresses arising in microdimensional particles of copper and polymer are sufficient for their deformation. The simulation results obtained in this paper are consistent with the basic principles of the material mechanics and the deformable solid mechanics.

Козел А. Г. Уравнения равновесия упругопластической круговой пластины на основании Пастернака / А. Г. Козел // *Механика. Исследования и инновации.* – 2018. – Вып. 11. – С. 127–133.

А. Г. КОЗЕЛ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

УРАВНЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ КРУГОВОЙ ПЛАСТИНЫ НА ОСНОВАНИИ ПАСТЕРНАКА

Предложена математическая модель описания осесимметричного деформирования несимметричной по толщине упругопластической трёхслойной круговой пластины на двухпараметрическом основании Пастернака. Для изотропных несущих слоев приняты гипотезы Кирхгофа. Заполнитель считается легким, не учитывается работа касательных напряжений. 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. Краевая задача для рассматриваемой пластины замкнута выписанными граничными условиями.

Ключевые слова: трёхслойная пластина, деформирование, осесимметричный изгиб, основание Пастернака.

A. G. KOZEL

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

EQUILIBRIUM EQUATIONS OF AN ELASTIC-PLASTIC CIRCULAR PLATE ON THE PASTERNAK BASE

There was suggested the mathematical model for describing the axisymmetric deformation of an elastoplastic three-layer circular plate that is asymmetric in thickness on a two-parameter Pasternak base. Kirchhoff's hypotheses are accepted for isotropic bearing layers. The filler is considered to be light. The shearing stresses are not taken into account. The physical equations of stress-deformation dependence in layers correspond to the theory of small elastoplastic deformations. Differential equations of equilibrium for forces and moments are obtained using the Lagrange variational method. The boundary value problem for the plate under consideration is closed by the written out boundary conditions.

Козунова О. В. Статический расчет дорожной плиты на слоистом основании / О. В. Козунова // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 134–139.

О. В. КОЗУНОВА

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДОРОЖНОЙ ПЛИТЫ НА СЛОИСТОМ ОСНОВАНИИ

Рассматривается изолированная дорожная плита на трехслойном линейно-упругом слоистом основании. Верхний слой является основанием Винклера и расположен на двухслойном основании Когана. Выполнен расчет плиты под действием нагрузки от колеса машины при различных его положениях с учетом собственного веса плиты. Для определения коэффициентов канонических уравнений и свободных членов использован смешанный метод строительной механики, реализованный способом Жемочкина. При расчете использованы соотношения прогибов для защемленной в центре плиты нормали. Приводятся графические результаты расчета осадок прямоугольной плиты и распределения контактных напряжений под ней.

Ключевые слова: дорожная плита, слоистое основание, смешанный метод строительной механики, способ Жемочкина, контактные напряжения под плитой.

O. V. KOZUNOVA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

STATIC CALCULATION OF ROAD PLATE ON A LAYERED BASE

The single road plate on linear-elastic layered base is considered. The upper layer is the Winkler base and it is located on a two-layer Kogan base. There was carried out the calculation of the plate under the action of the load from the car wheel at its different positions with regard to plate's own weight. To determine the coefficients of the canonical equations and the free terms there was applied the mixed method of structural mechanics realized by the Zhemochkin method. The deflection ratios for the normal plate clamped in the center are used in the calculation. The graphical calculation results for the rectangular plate sediment and the contact stresses distribution under the plate are presented.

Козунова О. В. Осесимметричная задача для вертикально нагруженного фундамента с подошвой круглой формы на нелинейно-упругом основании / О. В. Козунова, Д. М. Гурский // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 140–149.

О. В. КОЗУНОВА, Д. М. ГУРСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

**ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНО НАГРУЖЕННОГО
ФУНДАМЕНТА С ПОДОШВОЙ КРУГЛОЙ ФОРМЫ НА НЕЛИНЕЙНО-
УПРУГОМ ОСНОВАНИИ**

В работе реализованы постановка, алгоритм и получены результаты решения контактной задачи «круглая плита – упругое основание» при осесимметричной нагрузке для физически нелинейного однородного основания. Решение сформулированной задачи выполнено вариационно-разностным методом с применением прикладного пакета Mathematica. Данный метод позволил полностью описать напряженно-деформированное состояние упругого основания под плитой, исследовать контактную зону и вычислить осадки основания под плитой.

Ключевые слова: круглая плита, физически нелинейное однородное основание, вариационно-разностный метод, модель упругого слоя, итерационный алгоритм.

O. V. KOZUNOVA, D. M. GURSKY

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

**AXISYMMETRIC PROBLEM FOR A VERTICALLY LOADED FOUNDATION WITH
THE CIRCULAR SHAPE SOLE ON A NONLINEAR ELASTIC BASE**

In the work there are realized the formulation, the algorithm, and the obtained results of solving the "round plate – elastic base" contact problem with an axisymmetric load for a physically non-linear homogeneous base. The variational-difference method is used to solve the formulated problem using the applied Mathematica package. The mentioned method allowed to fully describe the stress-strain condition of the elastic basis under the plate, to explore the contact zone and to calculate the elastic base precipitation under the plate.

Кракова И. Е. Свободные колебания транспортных пакетов из сэндвич-панелей / И. Е. Кракова, О. И. Якубович // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 150–154.

И. Е. КРАКОВА, О. И. ЯКУБОВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПАКЕТОВ ИЗ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ

Рассматриваются свободные колебания сэндвич-панелей при транспортировке в кузове автотранспортного средства. Описаны особенности конечноэлементного моделирования транспортного пакета, состоящего из нескольких рядов трехслойных панелей, соединенных друг с другом. Выполнен анализ частот и форм собственных колебаний сэндвич-панелей при различном их количестве в штабеле.

Ключевые слова: свободные колебания, сэндвич-панель, конечноэлементная модель, собственная частота.

I. E. KRAKOVA, V. I. YAKUBOVICH

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

FREE OSCILLATIONS OF TRANSPORT PACKAGES CONSISTING OF SANDWICH PANELS

Free vibrations of sandwich panels are considered for the case of their transportation in the car body. There are described the finite element modeling features for a transport package consisting of several layers of interconnected three-layer structural elements. The calculation and analysis of the sandwich-panels natural oscillations with their different number in the stack is performed.

Леоненко Д. В. Импульсные нагрузки круговых трехслойных пластин на упругом основании Пастернака / Д. В. Леоненко // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 155–161.

Д. В. ЛЕОНЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ИМПУЛЬСНЫЕ НАГРУЖЕНИЯ КРУГОВЫХ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ ПАСТЕРНАКА

Рассмотрены осесимметричные поперечные колебания круглой упругой трехслойной пластинки, скрепленной с упругим инерционным основанием, под действием импульсных поверхностных нагрузок. Реакция основания описывается моделью Пастернака.

Кинематика несимметричного по толщине пакета определяется гипотезой ломаной нормали. Заполнитель – легкий. Аналитические решения получены с использованием обобщенной функции дельта-функции Дирака. Проведен численный анализ полученных решений.

Ключевые слова: трехслойная пластина, основание Пастернака, импульсное нагружение, вынужденные колебания.

D. V. LEONENKO

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

IMPULSE LOADS OF CIRCULAR THREE-LAYER PLATES ON THE ELASTIC PASTERNAK'S FOUNDATION

There are considered the axisymmetrical transversal oscillations of the round elastic three-layer plate, fastened to the elastic inertial foundation under the action of impulsive superficial loadings. The foundation reaction is described by the Pasternak's model. For the kinematic description of the package asymmetrical in thickness the broken normal hypothesis was accepted. The filler is light. The analytical solutions are obtained using the generalized Dirac delta function. The numerical analysis of the obtained results is performed.

Лодня В. А. Применение технологий CAD/CAM моделирования для статической балансировки коленчатого вала одноцилиндрового двигателя / В. А. Лодня, В. А. Стальмаков // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 162–166.

В. А. ЛОДНЯ, В. А. СТАЛЬМАКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ CAD/CAM МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ СТАТИЧЕСКОЙ БАЛАНСИРОВКИ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ОДНОЦИЛИНДРОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Рассмотрена статическая балансировка коленчатого вала одноцилиндрового дизельного двигателя на стадии проектирования с использованием современных технологий CAD/CAM моделирования. Произведено построение компьютерных моделей деталей проектируемого кривошипно-шатунного механизма. Определены основные условия статической балансировки коленчатого вала и вычислены параметры балансировочного груза. По результатам статической балансировки обоснованы изменения параметров коленчатого вала с целью уменьшения вибраций и преждевременного износа коленчатого вала, минуя натурный эксперимент.

Ключевые слова: статическая балансировка, коленчатый вал, CAD/CAM моделирование, SolidWorks.

V. A. LODNYA, V. A. STALMAKOV

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

CAD/CAM MODELING TECHNOLOGIES APPLICATION FOR STATIC BALANCING OF THE SINGLE CYLINDER ENGINE CRANKSHAFT

The static balancing of a single-cylinder diesel engine crankshaft at the design stage was considered using modern CAD/CAM modeling technologies. The creation of digital models of the designed crank mechanism parts was done. The basic conditions for static balancing of the crankshaft were determined and the balancing weight parameters were calculated. According to the static balancing results, there were justified the changes in the crankshaft parameters in order to reduce vibrations and premature wear of the crankshaft, bypassing the full-scale experiment.

Локтионов А. В. Исследование и разработка технологического процесса формирования латексных оплетенных нитей / А. В. Локтионов, В. Г. Буткевич, А. С. Лебёдкин, Е. А. Фёдорова // *Механика. Исследования и инновации.* – 2018. – Вып. 11. – С. 167–175.

А. В. ЛОКТИОНОВ, В. Г. БУТКЕВИЧ, А. С. ЛЕБЕДКИН, Е. А. ФЁДОРОВА
Витебский государственный технологический университет, Витебск, Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ЛАТЕКСНЫХ ОПЛЕТЕННЫХ НИТЕЙ

Предложена конструкция машины, реализующей технологический процесс получения латексных оплетенных нитей. Исследован процесс натяжения обкруточного компонента. Получена зависимость силы натяжения от основных кинематических параметров оборудования. Аналитически исследован процесс наложения химической нити на нить сердечника. Определены силы, действующие на сердечник со стороны обвивочного слоя. Получены аналитические выражения радиальной и тангенциальных сил, действующих на сердечник при различных режимах работы оборудования.

A. V. LOKTIONOV, V. G. BUTKEVICH, A. S. LEBYODKIN, E. A. FYODOROVA
Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Belarus

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF BRAIDED LATEX THREADS FORMATION

A technological process of the latex braided threads production is proposed. The process of wrapping component tension is investigated. The dependence of tension on the basic kinematic parameters of the equipment operation is obtained. The process of chemical thread apposition on the core thread is analytically researched. The forces acting on the core thread from the casing layer side are determined. The analytical equations for the radial and tangential forces acting the core thread are obtained for different operating conditions of the equipment.

Локтионов А. В. Матричная форма расчета кинематических параметров исполнительного механизма в общем случае его движения / А. В. Локтионов // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 176–184.

А. В. ЛОКТИОНОВ

Витебский государственный технологический университет, Витебск, Беларусь

МАТРИЧНАЯ ФОРМА РАСЧЕТА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА В ОБЩЕМ СЛУЧАЕ ЕГО ДВИЖЕНИЯ

Проанализированы расчетные схемы и методика расчета кинематических параметров пространственных исполнительных механизмов режущего инструмента. Установлено, что кинематические углы резцов исполнительных механизмов в процессе резания не соответствуют геометрическим углам. Предложены аналитические зависимости для расчета кинематических углов в процессе резания, а также рекомендации по выбору конструктивных и кинематических параметров исполнительных механизмов.

Ключевые слова: режущий инструмент, исполнительный механизм, кинематический угол.

A. V. LOKTIONOV

Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Belarus

THE MATRIX FORM OF KINEMATIC PARAMETERS CALCULATION OF THE ACTUATING MECHANISM IN GENERAL CASE OF HIS MOVEMENT

There were analyzed the design scheme and method of calculating the kinematic parameters of the cutting tool spatial actuators. It is found that the kinematic angles of the actuation mechanisms' cutters do not correspond to the geometric corners at cutting process. There were suggested the analytical dependences for the kinematic angles' calculation for the cutting process and the recommendations for selecting the structural and kinematic parameters of the actuators.

Марченко Д. М. Верификация сил трения, реализуемых в MSC.ADAMS при работе функции «Contact» / Д. М. Марченко, А. О. Шимановский // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 185–194.

Д. М. МАРЧЕНКО, А. О. ШИМАНОВСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ВЕРИФИКАЦИЯ СИЛ ТРЕНИЯ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В MSC.ADAMS ПРИ РАБОТЕ ФУНКЦИИ «CONTACT»

Для подбора параметров и проверки корректности определения сил трения при использовании функции «Contact» программы MSC.ADAMS построена компьютерная модель, содержащая два тела, соединённых с опорой посредством «Translational Joint» и «Contact». Проанализированы результаты динамического моделирования при разных настройках параметров контакта. Выполнено их сравнение с аналитическим решением. Определены параметры функции «Contact», при которых значения сил трения наиболее точно соответствуют аналитически найденным значениям.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, сила трения, параметры контакта, MSC.ADAMS.

D. M. MARCHENKO, A. O. SHIMANOVSKY

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

VERIFICATION OF FRICTION FORCES REALIZED IN MSC.ADAMS AT THE “CONTACT” FUNCTION OPERATION

To select the parameters and verify the friction forces correctness of the “Contact” function in the MSC.ADAMS software, it was created a computer model containing two bodies connected to the support by means of the “Translational Joint” and “Contact”. The results of dynamic simulation were analyzed for different contact parameters settings. There were determined the “Contact” function parameters for the case when the obtained friction forces the most accurately correspond to their analytical values.

Нестерович А. В. Напряжения в круговой пластине типа Тимошенко при неосесимметричном растяжении-сжатии / А. В. Нестерович // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 195–203.

A. V. NESTEROVICH

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель

НАПРЯЖЕНИЯ В КРУГОВОЙ ПЛАСТИНЕ ТИПА ТИМОШЕНКО ПРИ НЕОСЕССИММЕТРИЧНОМ РАСТЯЖЕНИИ-СЖАТИИ

Рассмотрено растяжение-сжатие упругой пластины под действием радиальной косинусоидальной нагрузки в температурном поле. Для описания кинематики пластины приняты гипотезы Кирхгофа. Проведен численный анализ перемещений, деформаций и напряжений при различных секторах воздействия нагрузки в температурном поле.

Ключевые слова: круговая пластина, неосесимметричное деформирование, термосиловое нагружение.

A. V. NESTEROVICH

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

STRESSES IN A CIRCULAR PLATE OF TIMOSHENKO TYPE UNDER NON-AXISYMMETRIC TENSION-COMPRESSION

The tension-compression of a single-layer elastic plate under the action of a radial cosine load in a temperature field is considered. To describe the plate's kinematics the Timoshenko hypotheses are accepted. It is carried out the numerical analysis of displacements, strains and stresses in different sectors of the load action in the temperature field.

Путято О. В. Оценка прочности соединений внутренних колец подшипника с осью колесной пары с учетом отклонений от профиля продольного сечения сопрягаемых поверхностей / О. В. Путято // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 204–208.

О. В. ПУТЯТО

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ ВНУТРЕННИХ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКА С ОСЬЮ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ С УЧЕТОМ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ ПРОФИЛЯ ПРОДОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ СОПРЯГАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Приведены результаты исследования прочности соединений внутренних колец буксовых подшипников с шейкой оси колесной пары при отклонении от правильной формы продольного сечения поверхностей. Определены расчетные значения коэффициентов трения для соединений с гарантированным натягом внутренних колец буксовых подшипников с шейкой оси колесной пары с погрешностью геометрии. Установлено, что седлообразность вызывает снижение прочности на 14 %.

Ключевые слова: колесная пара, прессовое соединение, отклонение от формы, напряженно-деформированное состояние.

V. V. PUTSIATA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

ESTIMATION OF STRENGTH OF BEARING INTERNAL RINGS WITH A WHEEL PAIR AXIS CONNECTIONS CONSIDERING CONJUGATED SURFACES DEFLECTIONS FROM A LONGITUDINAL SECTION PROFILE

There are presented the research results for the durability of joints of axle box bearings inner rings with a wheelset axis neck with deviating from the correct shape of a longitudinal section of surfaces. The calculation values of the friction coefficients for the joints with guaranteed tension of the axlebox bearings inner rings and the wheelset axis neck with the geometry error are determined. The saddle shape causes the 14 % decrease in durability.

Сахаров П. А. Исследование продольных сил в грузовых поездах при движении по переломам продольного профиля пути / П. А. Сахаров // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 209–219.

П. А. САХАРОВ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ СИЛ В ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДАХ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ПЕРЕЛОМАМ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ПУТИ

Рассмотрено движение грузового поезда по переломам продольного профиля пути. На основании математической модели составлена компьютерная модель в среде MSC.ADAMS. Проведены расчеты динамики грузового поезда в режимах холостого хода, тяги и электродинамического торможения. Оценено влияние величины угла перелома продольного профиля пути и радиуса сопряжения в вертикальной плоскости на продольные силы, действующие в междвагонных соединениях однородного поезда.

Ключевые слова: грузовой поезд, продольная сила, перелом продольного профиля, электрическое торможение.

P. A. SAKHARAU

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

INVESTIGATION OF LONGITUDINAL FORCES IN THE FREIGHT TRAINS AT ITS MOVEMENT ALONG THE TRACK LONGITUDINAL IRREGULARITIES

The movement of a freight train along the irregularities of the track longitudinal profile is considered. Based on the mathematical model, a computer model was compiled in the MSC.ADAMS environment. The calculations of the freight train dynamics at idle, thrust and electrodynamic braking modes are performed. The influence of the track profile fracture angle and the conjugation radius in the vertical plane on the longitudinal forces acting in the homogeneous train inter-car connections is estimated.

Старовойтов Э. И. Упругая трехслойная балка в температурном поле под действием сосредоточенной силы / Э. И. Старовойтов, Д. В. Тарлаковский // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 220–229.

Э. И. СТАРОВОЙТОВ¹, Д. В. ТАРЛАКОВСКИЙ²

¹*Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь*

²*Институт механики Московского государственного университета, Москва, Россия*

УПРУГАЯ ТРЕХСЛОЙНАЯ БАЛКА В ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОЛЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ СИЛЫ

Рассмотрено деформирование трехслойной балки в температурном поле. Аналитический вид нагрузки задавался с помощью функции Хэвисайда. При описании кинематики несимметричного по толщине трехслойного стержня принято, что для тонких несущих слоев справедливы гипотезы Бернулли, а в сжимаемом по толщине заполнителе выполняется гипотеза Тимошенко с линейной аппроксимацией перемещений по толщине слоя. Учитывается работа заполнителя в тангенциальном направлении. На границе предполагаются кинематические условия свободного опирания торцов стержня на неподвижные в пространстве жесткие опоры. Изменение температуры учитывалось с помощью формулы, полученной при осреднении теплофизических свойств материалов слоев по толщине стержня. Система дифференциальных уравнений равновесия получена вариационным методом. Получено аналитическое решение задачи и проведен его численный анализ.

Ключевые слова: трехслойная упругая балка, сжимаемый заполнитель, температурное поле, сосредоточенная сила.

E. I. STAROVOITOV¹, D. V. TARLAKOVSKY²

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

²*Moscow State University named M. V. Lomonosov, Moscow, Russia*

ELASTIC THREE-LAYER BEAM IN A TEMPERATURE FIELD UNDER THE ACTION OF CONCENTRATED FORCES

Deformation of a three-layer beam in a temperature field is considered. The analytical type of load was set using the Heaviside functions. To describe the kinematic properties of the sandwich beam asymmetric in thickness there are accepted the hypotheses of a broken line as follows: Bernoulli's hypothesis is true in the thin bearing layers; Timoshenko's hypothesis is true in the compressible through thickness filler with a linear approximation of displacements through the layer thickness. The filler's work is taken into account in the tangential direction. At the border, the kinematic conditions of the free support of the rod ends on the fixed in space rigid supports are assumed. Temperature variations were calculated by the formula obtained from averaging thermophysical properties of the layers' materials through the beam thickness. A system of differential equilibrium equations was obtained by the variational method. The analytical solution is obtained and its numerical analysis is carried out.

Суханова О. А. Анализ пластических деформаций при скольжении сферической колодки по поверхности плиты / О. А. Суханова // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 230–234.

О. А. СУХАНОВА

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

АНАЛИЗ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ СКОЛЬЖЕНИИ СФЕРИЧЕСКОЙ КОЛОДКИ ПО ПОВЕРХНОСТИ ПЛИТЫ

С помощью компьютерного моделирования в среде ANSYS/LS-DYNA выполнены расчеты контактного взаимодействия полушара с упругопластически деформируемой плитой. Проведен анализ влияния скоростей сближения тел и их относительного перемещения параллельно плоскости контакта, а также радиуса полушара на пластическое деформирование плиты.

Ключевые слова: пластическое деформирование, компьютерное моделирование, динамическое контактное взаимодействие.

О. А. SUKHANOVA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

ANALYSIS OF PLASTIC DEFORMATIONS AT SPHERICAL BODY SLIDING ALONG THE PLATE SURFACE

Using computer simulation in the ANSYS / LS-DYNA software, there were carried out the computations of the contact interaction of a hemisphere with an elastoplastic deformable plate. There were analyzed the influence of the bodies convergence velocities and their relative displacement parallel to the plane of contact, as well as the hemisphere radius on the plastic deformation of the plate.

Хвисевич В. М. Развитие метода потенциала на решение плоских краевых задач термоупругости изотропных непрерывно-неоднородных тел / В. М. Хвисевич, А. И. Веремейчик // *Механика. Исследования и инновации.* – 2018. – Вып. 11. – С. 235–248.

V. M. HVISEVITCH, A. I. VERAMEICHYK

Brestskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet, Brest, Belarus

РАЗВИТИЕ МЕТОДА ПОТЕНЦИАЛА НА РЕШЕНИЕ ПЛОСКИХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ТЕРМОУПРУГОСТИ ИЗОТРОПНЫХ НЕПРЕРЫВНО-НЕОДНОРОДНЫХ ТЕЛ

Рассматривается решение плоских краевых задач стационарной термоупругости изотропных тел с учетом их неоднородности методом граничных интегральных уравнений теории потенциала.

Ключевые слова: метод потенциала, термоупругость, плоская задача.

V. M. HVISEVITCH, A. I. VERAMEICHYK

Brest State Technical University, Brest, Belarus

THE DEVELOPMENT OF THE POTENTIAL METHOD FOR SOLUTION OF PLANE BOUNDARY VALUE PROBLEMS OF THERMOELASTICITY ISOTROPIC CONTINUOUS-INHOMOGENEOUS BODIES

There is considered the solution of the plane boundary value problems of stationary thermoelasticity of isotropic bodies with account of their heterogeneity by the boundary integral equations method of the theory of potential.

Чаганова О. С. Анализ прочности упаковки и средств крепления тарно-упаковочного груза при перевозке в вагоне / О. С. Чаганова, М. Г. Кузнецова // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 249–254.

О. С. ЧАГАНОВА, М. Г. КУЗНЕЦОВА

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ УПАКОВКИ И СРЕДСТВ КРЕПЛЕНИЯ ТАРНО-УПАКОВОЧНОГО ГРУЗА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ В ВАГОНЕ

На основе моделирования в среде MSC.ADAMS динамики системы, включающей картонный упаковочный короб с установленными в нем катушками, определены силы, действующие на упаковку при соударении вагонов. На основе экспериментально определенных механических характеристик упаковочных материалов проведен анализ прочности упаковки в среде программного комплекса ANSYS. Представлены рекомендации, позволяющие обеспечить сохранность упаковки при соударениях вагонов.

Ключевые слова: упаковка, тарно-упаковочный груз, компьютерное моделирование, напряженно-деформированное состояние.

O. S. CHAGANOVA, M. G. KUZNIATSOVA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

STRENGTH ANALYSIS OF PACKAGING AND FASTENING FOR CONTAINERBOARD-PACKED CARGO AT TRANSPORTATION INSIDE A RAILWAY CAR

The forces acting on the cardboard packaging box with installed coils inside at the cars collision are determined based on the system dynamics simulation in the MSC.ADAMS environment. Using the experimentally determined packaging material's mechanical characteristics, an analysis of the package strength was carried out in the ANSYS software environment. There are presented the recommendations allowing to ensure the package safety, taking into account the collisions of cars.

Черноус Д. А. Индентирование тонкого упруго-пластического покрытия / Д. А. Черноус // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 255–268.

Д. А. ЧЕРНОУС

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ИНДЕНТИРОВАНИЕ ТОНКОГО УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ

Разработана аналитическая математическая модель контактного взаимодействия индентора с тонким покрытием, учитывающая пластическое деформирование и частичное разрушение последнего. Модель позволяет получать расчетные оценки вертикальной силы сопротивления, действующей на индентор со стороны покрытия, и сдвиговой силы, необходимой для горизонтального перемещения индентора при заданном внедрении.

Ключевые слова: контактная задача, сферический индентор, тонкое покрытие, упругопластическое деформирование.

D. A. CHERNOUS

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

INDENTATION OF A THIN ELASTIC-PLASTIC COATING

A contact interaction analytical mathematical model for an indenter and a thin-coating is developed, taking into account the plastic deformation and partial destruction of the coating. The model makes it possible to obtain the calculated estimates of the vertical resistance force acting the indenter from the coating, and the shear force necessary for the horizontal displacement of the indenter for a given indentation.

Шимановский А. О. Сравнение аналитической и численной методик расчета жесткой поперечины контактной сети / А. О. Шимановский, А. А. Новиченко // *Механика. Исследования и инновации.* – 2018. – Вып. 11. – С. 269–273.

А. О. ШИМАНОВСКИЙ, А. А. НОВИЧЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

СРАВНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ И ЧИСЛЕННОЙ МЕТОДИК РАСЧЕТА ЖЕСТКОЙ ПОПЕРЕЧИНЫ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

Проведен расчет внутренних сил в стержнях жесткой поперечины контактной сети, рассматриваемой как ферма с шарнирами в узлах. Определено перемещение центральной точки конструкции с применением метода Мора. Показано, что значения внутренних сил, рассчитанные аналитически и методом компьютерного моделирования в среде программного комплекса ANSYS, практически не отличаются, а деформации, найденные аналитическим способом, оказались заниженными на 18 %.

Ключевые слова: жесткая поперечина контактной сети, напряжения, деформации, компьютерное моделирование.

A. O. SHIMANOVSKY, A. A. NOVICHENKO

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

COMPARISON OF ANALYTICAL AND NUMERICAL METHODS OF A CONTACT NETWORK RIGID CROSSBARS CALCULATION

There was carried out the calculation of internal forces in the rods of a contact network rigid crossbar considered as a truss with hinges in nodes. The displacement of the central point of the structure was determined using the Mohr method. It is shown that the values of internal forces, calculated analytically and by computer simulation in the ANSYS software package, do not differ much, and the deformations found by an analytical method were underestimated by 18 %.

Якубович О. И. Влияние формы армирующих гранул на напряженно-деформированное состояние композита / О. И. Якубович // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 274–280.

О. И. ЯКУБОВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ АРМИРУЮЩИХ ГРАНУЛ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ КОМПОЗИТА

Выполнено конечно-элементное моделирование деформирования композитного материала с кубическими и шаровидными армирующими гранулами. Получено распределение напряжений в материале и выполнен анализ влияния коэффициента трения и адгезии на его расслоение под действием сжимающей нагрузки.

Ключевые слова: конечно-элементное моделирование, композитный материал, напряженно-деформированное состояние, гранулы, адгезия.

V. I. YAKUBOVICH

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

EFFECT OF GRANULE FORM ON STRESS-STRAIN STATE OF A REINFORCED COMPOSITE

There was performed a finite element modeling of the deformation of a composite material with cubic and spherical reinforcing granules. The stresses distribution in the material was obtained, and it was analyzed the influence of the friction coefficient and adhesion on its exfoliation under the compressive load action.

Кондратенко А. И. Кинематический метод решения задач по теории колебаний механической системы / А. И. Кондратенко // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 281–284.

А. И. КОНДРАТЕНКО

Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева, Москва, Россия

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ТЕОРИИ КОЛЕБАНИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Предложен метод решения задач по теории колебаний механической системы, основанный на кинематической теореме Кориолиса, который позволяет упростить математические преобразования. Рассмотрены примеры применения данного метода к решению конкретных задач.

Ключевые слова: малые колебания, материальная система, теорема Кориолиса.

A. I. KONDRATENKO

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

KINEMATIC METHOD OF SOLVING PROBLEMS ON THE MECHANICAL SYSTEM VIBRATIONS THEORY

There is proposed a method of solving problems on the theory of mechanical system vibrations based on the Coriolis kinematic theory allowing to simplify the mathematical transformations. The examples of this method application to the specific problems solving are presented.

Орлин П. А. Принцип наименьшего принуждения Гаусса / П. А. Орлин, А. М. Савченко, С. А. Пикулин, Е. Н. Фисенко // *Механика. Исследования и инновации.* – 2018. – Вып. 11. – С. 285–289.

П. А. ОРЛИН, А. М. САВЧЕНКО, С. А. ПИКУЛИН, Е. Н. ФИСЕНКО

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

ПРИНЦИП НАИМЕНЬШЕГО ПРИНУЖДЕНИЯ ГАУССА

С исторических позиций описано становление принципа наименьшего принуждения Гаусса, а также показана целесообразность его развития с целью применения к решению современных практических задач.

Ключевые слова: принцип наименьшего принуждения, неголономные системы, вариация Гаусса, материальная точка.

P. A. ORLIN, A. M. SAVCHENKO, S. A. PIKULIN, E. N. FISENKO

Reshetnev Siberian State University of Science and Technologies

GAUSS'S PRINCIPLE OF LEAST CONSTRAINT

The article describes the formation of the Gauss least constraint principle from historical positions, and also the paper shows the expediency of principle's development with the aim of applying it to solving modern practical problems.

Шимановский А. О. XIV Международная олимпиада по теоретической механике / А. О. Шимановский, И. Е. Кракова // Механика. Исследования и инновации. – 2018. – Вып. 11. – С. 290–291.

А. О. ШИМАНОВСКИЙ, И. Е. КРАКОВА

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ ОЛИМПИАДА ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

Представлена информация о XIV Международной олимпиаде по теоретической механике, которая состоялась в Белорусском государственном университете транспорта в апреле 2018 г. Приведены условия и решения задач, сведения о результатах олимпиады.

A. O. SHIMANOVSKY, I. E. KRAKAVA

Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

XIV INTERNATIONAL ENGINEERING MECHANICS CONTESTS

There is the information about 14th International Engineering Mechanics Contest which took place at the Belarusian State University of Transport in April 2018 : problem situations and solutions, some Contest results.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ СТАТЕЙ

Статьи, представляемые в сборник научных трудов «Механика. Исследования и инновации», должны соответствовать следующим требованиям:

1 Материал статьи должен отражать профиль сборника научных трудов.

2 Статья не должна быть опубликована ранее в каком-либо печатном или электронном издании. Возможна публикация расширенного варианта какой-либо работы с *обязательным упоминанием* исходного ее варианта в списке литературных источников и тексте.

3 Статьи оформляются в соответствии с шаблоном, который можно найти на сайтах <http://www.bsut.by/> или <http://engmech.by/>. Рукопись представляется на русском, английском либо белорусском языке.

4 Название статьи должно отражать основную идею выполненного исследования, быть кратким, содержать ключевые слова. Аннотация (объемом до 150 слов) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для опубликования отдельно от статьи. Необходимо указать 3–5 ключевых слов или словосочетаний, соответствующих содержанию статьи. Название, аннотация и ключевые слова дополнительно представляются на английском языке.

5 Основная часть должна включать: введение, в котором обосновывается цель работы и дается краткий обзор литературы по данной проблеме; подробное освещение содержания исследований, проведенных авторами; заключение, содержащее сформулированные в сжатом виде выводы, которое должно вытекать из материала статьи.

6 Список литературы, размещаемый по окончании текста статьи, должен включать библиографические данные в соответствии с ГОСТ 7.1–2003. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. *Для включения в раздел «Научные публикации» список литературы в обязательном порядке должен содержать ссылки на работы иных авторов, статьи в периодических изданиях, а также на работы на английском языке. Один автор может быть представлен не более, чем в половине работ из списка литературы. Исключение могут представлять только обзорные статьи.*

7 Работы, показавшие при проверке на плагиат оригинальность, меньшую 75 %, не рассматриваются, о чем информируются авторы. Материалы, не соответствующие требованиям п. 3–6, не отправляются на рецензирование и возвращаются авторам для доработки.

8 Вместе с материалами статьи на адрес электронной почты редакции tm.belsut@gmail.com следует выслать сведения об авторах, включающие фамилию, имя, отчество (полностью), место работы, занимаемую должность, ученую степень, ученое звание, адрес для переписки (почтовый и электронной почты), номер телефона для оперативной связи.

9 Направляя статью для публикации, авторы соглашаются с возможной редакционной правкой, не искажающей основное содержание статьи.