Журнал «Строительная механика и расчет сооружений» 2016 год













N 1 за 2016год

Расчёты на прочность

В.М. БОНДАРЕНКО 1 ,д.т.н.,проф., А.В. БОРОВСКИХ 2 ,д.т.н.,проф. 1 НИИСФ РААСН, 2 Международная академия строительства и ЖКХ,г.Москва ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ЖЕСТКОСТИ КОНСТРУКЦИЙ В ТЕОРИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА. ЧАСТЬ I...2

Решается задача оценки сопротивления деформирования железобетонных конструкций в анизотропной, нелинейной, неравновесной, диссипативной постановке с учетом влияния коррозионных повреждений. Уравнение силового сопротивления бетона при нагружении записывается в виде трех слагаемых: относительной мгновений деформации упругости; относительной деформации быстронатекающей ползучести в момент наблюдений t; режимно накапливаемых относительных деформаций ползучести. Для эксплуатируемых конструкций надземных зданий подробно рассматривается кольматационный тип коррозионных повреждений. В первой части статьи рассмотрено сжатие (растяжение), неизменное по высоте образца. Исследовано распределение сохранения исходных характеристик силового сопротивления. Определены соответствующие коэффициенты сохранения. Во второй части исследуется железобетонный изгибаемый брус. Демонтируется линеаризация расчета. Дискретные функции жесткости и податливости для отдельных участков бруса аппроксимируются общими функциями, что дает возможность прямого применения известных способов расчета статически неопределимых систем.

Ключевые слова: жесткость, теория железобетона, интегральные оценки, линеаризованные решения.

UDC 539.3; 624.011. Bondarenko V.M., Borovskih A.V. Integrated assessment of rigidity in the theory of reinforced concrete. Part 1.

The article solves the problem of assessment of deformation resistance for reinforced concrete structures in anisotropic, nonlinear, non-equilibrium, dissipative statement considering corrosion damage effect. For operated surface structures the colmatation type of corrosion damage is given in detail. The first part of the paper describes the compression (extension) constant at the height of the sample. The distribution of saved initial characteristics of power resistance is investigated. The related coefficients of conservation are determined. The second part of the article studies reinforced concrete bended beam. The linearization of calculation is demonstrated. Discrete function of stiffness and compliance for separate sections of the beam are approximated by general functions. It allows applying directly of the known calculation methods for statically indeterminate systems.

Key words: stiffness, theory of reinforced concrete, integral estimation, linearized solution.

Ю.Н. ЯРОВОЙ, к.т.н.,проф., Е.А. ПЕРЕПЕЛИЦА, инж. Харьковский национальный университет строительства и архитектуры НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ СТВОЛОВ ДЫМОВЫХ ТРУБ В ЗОНАХ УСТАНОВКИ СТЯЖНЫХ КОЛЕЦ...7

Рассмотрена методика расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) кирпичной кладки стволов дымовых труб, по высоте которых установлены металлические стяжные кольца. Представлены основные аналитические зависимости между компонентами НДС кладки и стяжных колец при температурных воздействиях. Температурные воздействия приняты в виде неравномерного нагрева по толщине стенки ствола. Рассмотрена работа кладки в упругой стадии, характерной при перепадах температуры по толщине стенки до 100 °C. Выполнено сравнение результатов аналитического решения и решения методом конечных элементов.

Ключевые слова: ствол кирпичной дымовой трубы, толстостенный цилиндр, стяжное кольцо, температурные напряжения, предварительное натяжение. UDC 624.971.2. Yarovoi J.N., Perepelitsa E.A. **Stressstrain state of masonry of chimney trunks in zones of clamping rings installation.**

The article describes the method of calculation of the stress-strain state of masonry of chimney trunks. Metal clamping rings are installed according to their height. The basic analytical relationships between the components of the stress-strain state of the masonry and clamping rings at thermal forces are presented. Temperature effects have the form of non-uniform heating over the wall thickness of the trunk. Behaviour of the masonry in the elastic phase, which occurs when the temperature difference through-the-wall thickness up to 100 °C, is considered. Comparison of the results of the analytical solution and the solution using the finite element method is implemented.

Key words: masonry chimneys trunks, thick-walled cylinder, clamping ring, thermal stress, pretension.

Е.М. ТУПИКОВА, инж. Российский университет дружбы народов, г.Москва

АНАЛИЗ МЕТОДА В.Г. РЕКАЧА ДЛЯ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЛИННОГО ПОЛОГОГО КОСОГО ГЕЛИКОИДА...14 Исследуется вопрос расчета пологих тонких упругих оболочек в форме длинного косого геликоида аналитическим методом В.Г. Рекача. Анализ расчетных

предпосылок и упрощений расчетной модели метода затрагивает вопросы применения смешанного метода расчета пологих оболочек в несопряженной и сопряженной ортогональной системе координат согласно теории пологих оболочек в изложении В.З. Власова. Воспроизведен вывод основного уравнения метода и получены корни уравнения в рядах Бесселя. Обнаружена ошибка в корнях основного дифференциального уравнения метода в исследуемых работах. Проанализированы допущения, из которых выводятся выражения для постановки граничных условий. Предпринята попытка апробировать методику на числовом примере. Сделан вывод о некорректных результатах расчета — получено тривиальное решение.

Ключевые слова: косой геликоид, теория тонких упругих оболочек, уравнения равновесия, уравнения неразрывности деформаций, ортогональная несопряженная система координат, ортогональная сопряженная система координат, ортогональная сопряженная система координат, ортогональная сопряженная система координат, ортогональная система к

UDC 624.074.435. Tupikova E.M. Investigation of V.G. Rekatch's method of stress - strain analysis of the shell of long shallow oblique helicoid form.

The article discusses the problem of the analysis of shallow thin elastic shells of long oblique helicoidal form by V.G.Rekatch's analytic method. The analysis of assumptions and simplifications of the model of the method issues the application of combined method of shallow shells analysis in conjugate and non-conjugate orthogonal coordinate system agreeing with shallow shell theory in V.Z. Vlasov's statement. The derivation of the main method's equation is restored and its roots are get in the Bessel's functions form. The mistake in the equation roots is found out in the articles investigated. The assumptions, from which the expressions for boundary conditions are derived, are analyzed. The attempt to test the method by numeric calculation was conducted. The conclusion about incorrect results made – trivial solution is got.

Key words: oblique helicoid, thin elastic shelltheory, equilibrium equations, orthogonal conjugate coordinate system, orthogonal non-conjugate coordinate system, combined method of technical shallow shell theory.

Теоретическая механика

Г.Т. ТАРАБРИН, д.т.н., проф. (ВолгГТУ, г.Волгоград)

ФОРМУЛА ТЕЙЛОРА В ПСЕВДОЕВКЛИДОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ...20

Установлено, что числовые значения производных скалярной функции и ее дифференциалов в данной точке в данном направлении в пространстве с евклидовой метрикой отличаются от числовых значений тех же самых величин в той же точке, в том же направлении, того же пространства, но с псевдоевклидовой метрикой. Формула Тейлора для скалярной функции вещественных переменных в любом заданном направлении в некоторой окрестности данной точки линейного пространства с евклидовой метрикой является равенством, выражающим с каким-то порядком точности приращение скалярной функции через дифференциалы этой функции. Та же самая формула Тейлора, в той же окрестности, той же точки, по тому же направлению, в том же линейном пространстве, но с псевдоевклидовой метрикой, с любым порядком точности не является равенством. Выполненные исследования ставят под сомнение возможность адекватного математического моделирования физических процессов, реально наблюдаемых в пространстве с евклидовой метрикой, методами математического анализа в том же самом пространстве, но с псевдоевклидовой метрикой.

Ключевые слова: формула Тейлора, псевдоевклидово пространство, математическое моделирование.

UDC 512.972. Tarabrin G.T. Taylor's formula in the pseudoeuclidean space.

It is established that numerical values of derivatives of scalar function and its differentials in this point in this direction in space with an Euclidean metrics differ from numerical values of the same sizes in the same point, in the same direction, the same space, but with a pseudoeuclidean metrics. Taylor's formula for scalar function of material variables in any set direction in some vicinity of this point of linear space with an Euclidean metrics is the equality expressing with some order of accuracy an increment of scalar function through differentials of this function. The same formula of Taylor, in the same vicinity, the same point, in the same direction, in the same linear space, but with a pseudoeuclidean metrics, with any order of accuracy isn't equality. The executed researches call into question possibility of adequate mathematical modeling of physical processes, really observable in space with an Euclidean metrics, methods of the mathematical analysis in the same space, but with a pseudoeuclidean metrics.

Key words: Taylor's formula, pseudo-space, mathematical modeling.

А.С. ДЕХТЯРЬ, д.т.н.,проф. Национальный транспортный университет, г.Киев ПЛИТЫ НА РЕГУЛЯРНО РАСПОЛОЖЕННЫХ ТОЧЕЧНЫХ ОПОРАХ...26

Плиты междуэтажных перекрытий, опирающиеся только на колонны – распространенный вид строительных конструкций. Как в прежнем сборном, так и в нынешнем монолитном домостроении задача о наилучшем размещении колонн в узлах регулярной сетки актуальна. Для оценки несущей способности пластин применен кинематический метод теории предельного равновесия, приводящий к верхней оценке предельной нагрузки. На основании прежних исследований и с учетом некоторых дополнительных допущений оценку предельной нагрузки удалось получить в замкнутом виде, то есть в виде формулы. На ее основе построено решение задачи об оптимальной расстановке точечных опор пластины в зависимости от величины равномерной поперечной нагрузки, от размеров сечения и высоты колонн. Эти решения также получены в замкнутой форме. Приведены примеры наилучшего размещения колонн. Сделаны сопоставления с прежними подобными известными проектами. Показано, что даже незначительные отклонения от оптимума влекут за собой ощутимые потери. Предлагаемое решение предназначено для использования на начальных стадия проектирования при выборе компоновочной схемы сооружения. Решение не заменяет нормативные расчеты, но может преднаствовать им

Ключевые слова: конструкции, междуэтажные перекрытия, точечные опоры.

UDC 624.04:539.376. Dekhtyar A.S. Plates on the regularly located point supports.

Rectangular reinforced concrete plates are supporting on columns regularly located. Plates are uniformly loaded. Estimations of load carrying capacity are obtained in the closed form. These estimations allow comparatively simply to search for the optimum chart of columns arrangement depending on their sizes and value of the transversal loading – for this purpose the solution is also got in the closed form. Examples are presented. Necessary comparisons are made. The possible losses related to deviation of the accepted project from an optimum are evaluated.

Key words: design, floor slab, point supports.

А.С. МАРУТЯН, к.т.н.,проф. Филиал Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ТРУБЧАТЫХ (ГНУТОСВАРНЫХ) ПРОФИЛЕЙ КВАДРАТНЫХ (ПРЯМОУГОЛЬНЫХ) И РОМБИЧЕСКИХ СЕЧЕНИЙ...30 Среди общего ряда современных металлических конструкций с использованием замкнутых гнутосварных профилей (профильных труб) прямоугольного

средн общего рада собременных менения неских конструкции с использованием замкнутых тлутосварных профильных труо пракоут олиного (квадратного) сечения выделены блоки покрытий и перекрытий из перекрестных ферм типа «Пятигорск». Из-за небольших размеров они условно классифицированы как «карманные» модули и изготовлены цельносварными. Представлена перспективность применения профильных труб ромбического сечения для дальнейшей модернизации перекрестных ферм и других решетчатых конструкций. Показана вполне приемлемая корректность и простота расчета ромбических сечений по приближенной методике. Приведено два новых технических решения решетчатых конструкций, способствующих улучшению их технико-экономических характеристик. Выявлены снижение расхода конструкционного материала при реализации таких решений на примере стропильных ферм, а также повышение степени надежности и конструктивной безопасности зданий и сооружений за счет приближения решетчатых конструкций к их расчетным схемам (моделям) в виде шарнирно-стержневых систем.

Ключевые слова: легкие металлические конструкции, замкнутые гнутосварные профили, перекрестные системы, оптимизация, расход конструкционного материала, квадратные трубы, ромбические трубы.

UDC 624.072.2. Marutyan A.S. Optimization of structures made of tubular (notowanych) profiles square (rectangular) and rhombic cross sections.

The article in the general range of modern metal structures with closed bent-welded profiles (shaped tubes) of a rectangular (square) cross-section blocks allocated roofs and ceilings of cross-type farms «Pyatigorsk». Due to the small size they are conventionally classified as «pocket» and the modules are made with welded nodes. A perspective use of shaped pipes rhombic cross-sections for further modernization of farms and other cross-lattice structures. It demonstrates quite acceptable accuracy and ease of calculation rhombic cross-sections of approximate methods. Powered by two new technical solutions lattice structures that improve their technical and economic characteristics. Showed a reduction in consumption of construction material in the implementation of these solutions on the example of roof trusses, as well as increasing the reliability and structural safety of buildings and structures by bringing lattice structures for their design scheme (model) in the form of joint-rod systems.

Key words: light metal construction, closed bent-welded profiles, cross-system optimization, the consumption of the material of construction, square tube, pipe rhombic.

Динамические расчеты

И.С. ТАЛАНТОВ, инж. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ С ВЫКЛЮЧАЮЩИМИСЯ ЭЛЕМЕНТАМИ В ПРОЦЕССЕ КОЛЕБАНИЙ...39

Получены уравнения колебаний, возникающих при обрыве связи или элемента в стержневой системе, в том числе, уже совершающей колебания. Предложено моделировать потерю элемента либо скачком ускорений, либо приращением потенциальной энергии, связанными с мгновенным изменением жесткости. Приведен пример системы, в которой потеря элементов в процессе колебаний уменьшает вклад динамики в общую деформацию системы.

Ключевые слова: потеря элементов, прогрессирующее обрушение, динамика стержневых систем.

UDC 624.075:624.012.45. Talantov I.S. Dynamic analysis of systems, able to loose elements during vibration process.

The article presents the equations of vibrations emerging due to sudden element or bond loss in bar system. Such equation is also applicable for oscillating systems. It has been suggested to model element loss using acceleration's or potential energy's variation due to sudden change of system stiffness. The example of system where element loss under vibration decreases dynamic impact on overall system deformation is given. **Key words:** element loss, progressive collapse, bar system dynamics.

А.Г. ТЯПИН, д.т.н. (ОАО«Атомэнергопроект», г.Москва)

ОБОБЩЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО АСИМПТОТИЧЕСКОГО МЕТОДА НА ЗАДАЧИ С ДИНАМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ. Часть II: ПРИМЕР РАСЧЕТА НА УДАР САМОЛЕТА...47

Комбинированный асимптотический метод (КАМ), ранее разработанный для сейсмических воздействий, обобщен на случай динамических воздействий на верхнее строение в первой части настоящей публикации. В данной части публикации приводится пример расчета на удар самолета и исследуются выявленные отличия этого расчета от расчета на сейсмическое воздействие. Продемонстрированы все этапы расчета по КАМ: анализ частотного состава воздействия, накопление модального вклада в динамическую инерцию и сконденсированную к фундаменту нагрузку, определение передаточных функций, расчет ускорений жесткого фундамента во времени, построение спектров ускорений. Сравниваются два варианта выбора частоты отсечения для собственных частот сооружения на неподвижно защемленном фундаменте. Показано, что вклад высокочастотных форм в динамическую реакцию фундамента не так велик, как принято считать.

Ключевые слова: динамическое воздействие, взаимодействие сооружений с основанием, удар самолета.

UDC 539.3. Tyapin A.G. Extension of the combined asymptotic method for the problems with dynamic loads impacting the upper structure. Part II. Sample study of the aircraft impact. The combined asymptotic method (CAM) initially developed for seismic load has been extended for dynamic loads impacting the upper structure in the first part of the present paper. In this part of the paper the sample aircraft impact analysis is demonstrated. All stages of the CAM calculations are discussed: study of the frequency content of the excitation, accumulating of modal contribution both to the dynamic inertia and to the load concentrated to the rigid basement, transfer functions, time histories of the basement accelerations, response spectra. Two variants of the cutoff frequencies for the modes of the fixed-based structure are compared to each other. Contribution of the high-frequency modes to the response of the base is less than it is usually presumed. Key words: dynamic loads, soil-structure interaction, aircraft impact.

Численные методы

Ю.В. ПАНАСЕНКО, инж. АО«НИЦ«Строительство»

РАСЧЕТ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ, СООТВЕТСТВУЮЩИЕ УРОВНЮ МРЗ (МАКСИМАЛЬНОЕ РАСЧЕТНОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ)...56

Предложена методика расчета строительных объектов на сейсмические воздействия, соответствующие уровню MP3 по акселерограммам. Применение методики показано на примере расчета 30-этажного здания многофункционального центра в г. Анапа Краснодарского края, выполненного в лаборатории автоматизации исследований и проектирования сооружений (ЛАИПС) ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. Выполнен анализ природных акселерограмм для установления вида и параметров волновой модели сейсмического воздействия при расчетах на сейсмостойкость. Получены параметры, необходимые для анализа в частотной и временной областях: компоненты вектора ускорений поступательного и ротационного движений, отфильтрованные по длинам волн, коэффициенты динамичности и нормированные коэффициенты интенсивностей для поступательного и ротационного движения. Определение параметров сейсмического воздействия и анализ динамической реакции конструкций здания произведены при помощи отечественного программного обеспечения ОДИССЕЙ и STARK ES.

Ключевые слова: расчет на MP3, сейсмическое движение грунта, акселерограммы, метод конечных элементов (МКЭ).

UDC 624.048. Panasenko Yu.V. Calculation method of building sites submitted to maximum credible earthquake (mce) level.

A calculation method of building sites submitted to MCE level is given in the article. Application of the method is illustrated by an analysis of a thirty-storeyed multiuse center situated in Anapa Krasnodar Krai, which was performed by laboratory automation research and design of structures TCNIISK named after V.A. Kucherenko. The natural accelerograms analysis was done in order to establish the type and parameters of the wave seismic action model for seismic stability calculations. The parameters which are necessary for the analysis in frequency and time areas were obtained, such as the components of translational and rotational movements acceleration vector, filtered by wave lengths, the dynamic factors and the normalized ratios of the intensities for translational and rotational movement. Determination of earthquake action parameters and analysis of structures dynamic response were made using Russian software ODYSSEY and STARK ES.

Key words: calculation on MCE, seismic ground motion, accelerograms, finite element method (FEM).

В.Л. ХАРЛАНОВ, д.т.н., С.В. ХАРЛАНОВА, к.т.н. (ВолгГАСУ, г.Волгоград)

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ИНТЕГРИРОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ...62

Многие задачи строительной механики описываются обыкновенными дифференциальными уравнениями второго порядка. Сюда относятся задачи динамики сооружений, устойчивости, изгиба балок. Как правило, математические модели этих задач представляются линейными дифференциальными уравнениями. Однако во многих случаях наблюдается нелинейная зависимость между компонентами уравнения. Рассмотрен метод решения дифференциального уравнения, основанный на замене нелинейных членов интегралами от их производных.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, нелинейность, динамика, устойчивость, метод конечных элементов, численное интегрирование.

UDC 624.042.8. Harlanov V.L., Harlanova S.V. Numerical method of integration of nonlinear differential equations of problems of engineering mechanics.

Many problems of structural mechanics are described by the ordinary differential equation, the mi of the second order. This includes dynamics of structures, stability, bending of beams. As great-however, mathematical models of these problems are submitted to linear differential equations. However, in many cases there is a nonlinear dependence between the components of the equation. The method of solving differential equations, based on replacing the nonlinear terms by the integrals of their derivatives.

Key words: differential equation, nonlinearity, dynamics, stability, finite elements, numerical integration.

О.И.ПОНОМАРЕВ¹,к.т.н., А.В.ПЕСТРИЦКИЙ¹,инж., А.В.ЛОГВИНОВ²,инж. ¹АО«НИЦ«Строительство», ²ООО«ТД Браер» ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТЕН И ПЕРЕГОРОДОК ИЗ КРУПНОФОРМАТНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КАМНЕЙ...66

Приведены основные противопожарные требования к проектированию зданий и сооружений. Указаны виды предельных состояний строительных конструкций по огнестойкости – несущая способность (R), целостность (E), теплоизолирующая способность (I). Отмечены конструктивные требования для проектирования и возведения стен зданий из крупноформатных керамических камней. Приведены таблицы с указанием минимальной толщины кладки стен из крупноформатного керамического камня с пределом огнестойкости по различным критериям. Отмечается необходимость оценки огнестойкости конструкций, возводимых из крупноформатного керамического камня.

Ключевые слова: крупноформатный керамический камень, кладка, пожаробезопасность, предел и критерии огнестойкости, несущие и ненесущие конструкции, пустотность, обогреваемые и необогреваемые поверхности.

UDC 691.42:699.812.2. Ponomarev O.I., Pestritsky A.V., Logvinov A.V. Requirements for fire resistance walls and partitions in largeformat ceramic stones.

The article presents the main fire protection requirements for buildings and structures' design. The types of limit states of building structures for fire resistance are indicated - the bearing capacity (R), integrity (E) and insulating ability (I). The construction requirements for the design and erection of walls of buildings from large-format ceramic stones are given. There are tables indicating the minimum thickness of masonry walls from large-format ceramic stone with fire resistance limit in accordance to different criteria. The article underlines necessity of assessment of fire resistance level for structures constructed from large format ceramic stone.

Key words: large format ceramic stone, masonry, fire safety, limit and criteria of fire resistance, load-bearing and non-bearing structures, voidness, heated and unheated surfaces.

В помощь проектировщику

И.И.ВЕДЯКОВ¹,д.т.н.,проф., М.И.ГУКОВА¹,к.т.н., М.И.ФАРФЕЛЬ¹,к.т.н., Д.Ю.КОНЯШИН¹,инж., С.Н.ЯРОВОЙ²,к.т.н.,проф., ¹АО«НИЦ«Строительство», ²Харьковский национальный университет строительства и архитектуры СЛОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ УСИЛЕНИЯ СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ...70

Рассмотрены два объекта: стропильные фермы покрытия печного пролета мартеновского цеха Таганрогского металлургического завода и стропильные фермы покрытия отделения поддонов цеха №1 Хорошевского завода железобетонных изделий с выявленными повреждениями. Показано, что в особо сложных случаях повреждений при желании или необходимости сохранить существующие конструкции инженеры конструкторы могут найти рациональные решения, подкрепленные убедительными расчетами при условии, что выполняемые работы по предложенным способам усиления будут соответствующего качества. При таком подходе может быть существенно повышена несущая способность элементов конструкций при значительной экономии средств и материалов по сравнению с решением демонтировать и заменять поврежденные конструкции.

Ключевые слова: обследование, техническое состояние, несущие строительные конструкции, стропильные фермы, покрытия производственных зданий, усиление конструкций, несущая способность, коэффициенты использования, сечений, эпюры моментов, нормальные силы.

UDC 624.072.2.014. Vedyakov I.I., Gukova M.I, Farfel M.I., Konyashin D.Ju., Yarovoy S.N. Enhance roof trusses of structural coverage industrial buildings by using unusual methods. Survey work was conducted for the purpose of determining the technical condition of load-bearing building structures, in particular roof trusses covering industrial buildings, with Recommendations on strengthening of structures and with Conclusions about the possibility and conditions of further operation of buildings. The article considers identified damage two objects: the span trusses coating Furnace of Taganrog metallurgical plant and the trusses coating Department of the pallets of Khoroshevsky concrete products plant No. 1.It is shown that in a particularly difficult cases of damages, if you want or need to keep the existing design, engineers can find unusual solutions, with the supported by calculation and appropriate quality of work. With this method can be substantially increased load-bearing capacity of structural elements with considerable savings and materials in comparison with the solution of removing and replacing damaged structures.

Key words: The surve, the technical condition, load-bearing building construction, he roof truss columns industrial buildings, strengthening of structures, bearing capacity, usage ratios of the cross sections, plot points, normal force.

N 2 за 2016год

Расчёты на прочность

В.М. БОНДАРЕНКО¹, д.т.н., проф., А.В. БОРОВСКИХ², д.т.н., проф. ¹НИИСФ РААСН, ²МГСУ, г.Москва ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ЖЕСТКОСТИ КОНСТРУКЦИЙ В ТЕОРИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА. Часть II....2

Статья является продолжением части І, где решается задача оценки сопротивления деформированию железобетонных конструкций в анизотропной, нелинейной, неравновесной, диссипативной постановке с учетом влияния коррозионных повреждений. Уравнение силового сопротивления бетона при нагружении записывается в виде трёх слагаемых: относительной мгновенной деформации упругости, относительной деформации быстронатекающей ползучести, режимно накаливаемых относительных деформаций ползучести. Исследовано распределение сохранения исходных характеристик силового сопротивления. Во второй части исследуется железобетонный изгибаемый брус. Демонстрируются интегральные оценки. Дискретные функции жесткости и податливости для отдельных участков бруса аппроксимируются общими функциями, что дает возможность прямого применения известных способов расчета статически неопределимых систем.

Ключевые слова: железобетонный брус, коррозионные повреждения, интегральный модуль деформации сжатой зоны, функция податливости.

UDC 539.3; 624.011. Bondarenko V.M., Borovskih A.V. Integral calculations of structure stiffness in the theory of reinforced concrete. Part II. This article is a continuation of part I, where the problem of estimating the resistance to deformation of reinforced concrete structures in anisotropic, nonlinear, nonequilibrium, dissipative conditions is being solved considering the influence of corrosion damage. The equation of the power of concrete resistance at loading consists of three items: relative instant elastic deformation, relative deformation of rapid impingement creep, regime heating relative creep deformations. The distribution of retention of the original characteristics of power resistance is studied. The second part investigates reinforced concrete bent beam. The integrated assessment is demonstrated. Discrete functions of stiffness and flexibility for separate sections of the beam are approximated by common functions that enables to use directly the known methods for statically indeterminate systems.

Key words: reinforced concrete beam, corrosion damage, integral modulus of deformation of compressed zone, flexibility function.

И.И. ВЕДЯКОВ¹, д.т.н., проф., М.И. ГУКОВА¹, к.т.н., С.Н. ЯРОВОЙ², к.т.н., проф. ¹ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко (АО НИЦ «Строительство»), г. Москва, ²Харьковский национальный университет строительства и архитектуры....7

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПРИГОДНОСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЫМОВЫХ ТРУБ ПЕЧЕЙ ЦЕХА №1 ОАО «ТАГМЕТ» ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ Приведены материалы о надежности и эксплуатационной пригодности пяти металлических дымовых труб высотой 25 м секционных печей № 4 и 5 трубопрокатного цеха № 1 ОАО «Таганрогский металлургический завод» после пятидесятилетнего срока эксплуатации. Описаны дефекты и повреждения металлических и железобетонных конструкций дымовых труб, приведены данные о расчете с учетом коррозионного износа и повреждений, даны рекомендации по ремонту и выводы по пригодности к дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова: металлические трубы, металлические опоры, обследование, устойчивость, коррозионный износ, повреждения.

UDC 624.072.2.014. Vedyakov I.I., Gukova M.I., Yarovoy S.N. Reliability and fitness operational metal pipes tube furnaces tube_rolling shop Not «Tagmet».

In this article showing materials of reliability of at operation fitness five metallic smoke pipes height 25 m furnace No4 and 5 tube rolling shop No1 of OJSC «Tahanrog metallurgical plant» after 50 mountain term of operation, described defects metal and reinforced concrete structures smoke pipes, showing data at calculation with corrosion and injurious, repentance recommendations of repair and conclusions on fitness future for operation.

Key words: metal pipes, metal supports, inspection, stability, corrosion damage.

Э.Я. ЕЛЕНИЦКИЙ, к.т.н. (ООО «Глобалтэнксинжиниринг», г. Самара)

РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ СТЕНКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА...12

При помощи построенного точного аналитического решения исследуется прочность стенки вертикальных цилиндрических стальных резервуаров большого объема. Анализируется правомерность увеличения в последних редакциях российских стандартов максимально допустимого объема хранения с 50000 до 120000 м3. С помощью численных расчетов показано, что для верхних поясов применение действующих норм дает излишний запас прочности. При этом для нижнего пояса резервуаров большого объема нормативное условие прочности не выполняется. Производится коррекция расчетных соотношений, устраняющая выявленные несоответствия.

Ключевые слова: стальной резервуар, цилиндрическая оболочка ступенчато-переменной толщины, краевой эффект, нормативное условие прочности. UDC 624.074.4:539.3. Elenitsky E.Ya. Strength calculation of the shell of large vertical cylindrical steel tanks.

By means of the constructed exact analytical solution of the strength of shell of vertical cylindrical steel large tanks is investigated. Legitimacy of increase in the last editions of the Russian standards of the most admissible volume of storage from 50000 to 120000 m3 is analyzed. By means of numerical calculations it is shown that for the top courses application of existing rules gives excessive margin of safety. But for the lower course of large tanks the standard strength condition isn't satisfied. The correction of design formulas eliminating the identifiable discrepancies is made.

Key words: steel tank, cylindrical shell of step and variable thickness, boundary effect, standard strength condition.

А.А.ПОКУСАЕВ¹ асп., М.В.ШАВЫКИНА¹, к.т.н., Вл.И. КОЛЧУНОВ², д.т.н., проф. ¹Московский государственный университет путей сообщения, г.Москва,

²Национальный авиационный университет, г.Киев РАСЧЕТ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ ТРЕЩИНАМИ И ШИРИНЫ ИХ РАСКРЫТИЯ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ПРИ КРУЧЕНИИ С ИЗГИБОМ (Случай 1).....20

Рассмотрен способ расчета расстояния между пространственными трещинами и ширины их раскрытия в железобетонных конструкциях при кручении с изгибом (случай 1 – сжатая зона бетона расположена у верхней грани железобетонной конструкции). Получены аналитические зависимости для нахождения внутренних усилий, возникающих в двух блоках: отсекаемом сечением, проходящим в конце пространственной трещины; образуемым спиралеобразной трещиной и вертикальным сечением, проходящим по сжатой зоне бетона через конец фронта пространственной трещины. Проекция опасной пространственной трещины отыскивается как функция многих переменных и имеет четкую физическую интерпретацию в виде множества пространственных сечений, на равновесие которых влияют параметры, входящие в составленные уравнения. Среди этого множества сечений найдется и такое, которому будет соответствовать максимальная ширина раскрытия пространственных трещин. Проведенный анализ показывает, что для определения действительного напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций возникает необходимость в наличии полной картины трещинообразования в процессе нагружения. Рассмотрены не только различные уровни трещинообразования пространственных трещин выделен представительный объем из железобетонной конструкции в виде расчетной схемы второго и последующих уровней. Опираясь на построенную расчетную схему, получены уравнения для определения расстояния между пространственными трещинами различных видов и ширины их раскрытия.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, кручение с изгибом, сопротивление, напряженно-деформированное состояние, пространственная трещина, внутренние усилия, сечение, расстояние между трещинами, ширина раскрытия пространственных трещин.

UDC 624.012.045. Pokusaev A.A., Shavykina M.V., Kolchunov V.I. The calculation of the distance between the spatial crack and width of their disclosure in the reinforced concrete constructions at torsion with bending (Case 1)

It is considered the settlement method of calculating the distance between the spatial width of cracks and their disclosure in reinforced concrete constructions that operate on torsion with bending (case 1 – the compressed concrete area is located at the upper facet of the reinforced concrete construction). It is received the analytical dependences for finding the internal forces, appearing in two blocks: cuts off section at the end of the spatial cracks; formed by a spiral fracture and vertical cross-section passing through the compressed zone of concrete through the end of the front space of the crack. The projection of the spatial dangerous cracks sought as a function of many variables, and has a clear physical interpretation of a plurality of spatial sections, on the balance of which affect the parameters in the equation of. Among this set of cross sections and there is one that will match the maximum width of the opening spatial cracks. The analysis shows that to determine the actual stress-strain state of reinforced concrete constructions it is necessary to have a full picture of cracking during the loading. It is considered not only the different levels of spatial fracture cracks, but also the formulas are constructed for determining the distances between them. For obtaining a full picture of the development and opening of space allocated cracks representative volume of the concrete construction in the form of a design scheme of the second and subsequent levels. The equations are based on the construction calculation scheme, and considered for determining the spatial distance between the cracks of various kinds, and the width of their disclosure.

Key words: reinforced concrete constructions, torsion with bending, resistance, stress-strain state, spatial crack, internal forces, cross-section, the distance between the cracks, opening width of spatial cracks.

Линамические расчёты

Г.Г. БУЛЫЧЕВ, д.т.н., проф. Московский технологический университет МИРЭА

ДИНАМИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ МАЛОЭТАЖНЫХ СТРОЕНИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ФУНДАМЕНТОВ....30

Рассматривается процесс разрушения полых прямоугольных коробов с перегородками и вырезами, соответствующими перегородкам и оконным и дверным проемам малоэтажных сооружений, под действием треугольного импульса, имитирующего сейсмическую волну [1]. Материал коробов предполагается однородным, изотропным и упруговязкопластическим. Основание коробов покоится на сплошных фундаментах, изготовленных из материалов с другими свойствами. Контакт фундаментов с грунтом предполагается винклеровским с первым коэффициентом постели, боковые, верхняя и внутренние поверхности коробов свободны от напряжений. Боковые поверхности фундаментов также свободны от напряжений. Определяются минимальные напряжения, разрушающие здание или его фундамент, проводится анализ результатов моделирования и обсуждаются возможности дальнейшего усовершенствования модели и метода.

Ключевые слова: численное моделирование, динамика и разрушение сооружений, сейсмические нагрузки.

UDC 5.393. Bulychev G.G. Dynamic destruction of low constructions at various types of the bases

In this paper the process of destruction of hollow rectangular boxes with parting walls and excisions in walls which correspond to parting walls and windows and doors openings of low constructions, under activity an triangular impulse imitating a seismic wave is considered. The material of boxes is supposed homogeneous, isotropic and elastoviscoplastic. The base of boxes rest on the solid ground made of material with other properties. Contact of the bases to a soil is supposed as Vincler with the first coefficient of bed, lateral, upper and interior surfaces of boxes are free from stresses. Lateral areas of the bases also are free from voltages. The minimum voltages destroying a building or its base are spotted, the analysis of results of modelling is carried out and possibilities of the further betterment of a model and a method of spatial characteristics are considered.

Key words: numerical modelling, dynamics and fracture of buildings, seismic loads.

И.И. ИВАНЧЕНКО, д.т.н., проф. (МГУПС МИИТ)

СОВМЕСТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ДВУХПУТНЫХ МОСТОВ, МОДЕЛИРУЕМЫХ ТОНКОСТЕННЫМИ СТЕРЖНЯМИ, И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СОСТАВОВ НА ВСМ...36 Предлагается численный метод исследования совместных колебаний двухпутных пролетных строений мостов при их взаимодействии с высокоскоростными составами. Рассматривается поперечная и вертикальная динамика подвижного состава. Путь на пролетном строении и вне моста заменяется упруго-вязкими линейными и нелинейными элементами, каждый вагон состава моделируется механической системой с 25 степенями свободы. Предлагается методика, учитывающая, как горизонтальные и вертикальные неровности при размещении рельсового пути, так и поперечное смещение колесной пары относительно инертного рельса с учетом сил псевдоскольжения при вилянии колесных пар.

Ключевые слова: колебания двухпутных мостов, боковая динамика, скоростные составы, тонкостенные стержни с открытым и замкнутыми профилями, шаговые процедуры, силы псевдоскольжения.

UDC 624.07.534.1. Ivanchenko I.I. Joint vibrations of two-track bridges, simulated by thin-walled rods and high-speed trains

The article proposes numerical method to study joint vibrations of two-track bridge superstructures under their interaction with high-speed trains. Transverse and vertical dynamics of railway vehicles is analyzed. The railway of superstructure and out of bridge is replaced by viscoelastic linear and nonlinear elements, each wagon of the train is sim ulated by the mechanical system with 25 degrees of freedom. The article describes the method which takes into account both horizontal and vertical roughness while placing the track and transverse displacement of the wheelset in relation to inert rail with pseudo sliding forces while wheel pairs wiggling.

Key words: vibrations of double-track bridges, lateral dynamics, high-speed trains, thin-walled rods with open and closed profiles, step-by-step procedure, pseudo sliding forces.

А.Г. ТЯПИН, д.т.н. (ОАО «Атомэнергопроект», г. Москва)

ОБОБЩЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО АСИМПТОТИЧЕСКОГО МЕТОДА НА ЗАДАЧИ С ДИНАМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ. Часть III: ОЦЕНКА КОНСЕРВАТИЗМА РЭЛЕЕВСКОЙ МОДЕЛИ ДЕМПФИРОВАНИЯ ПРИ РАСЧЕТЕ НА УДАР САМОЛЕТА....44

Комбинированный асимптотический метод (КАМ), ранее разработанный для сейсмических воздействий, обобщен на случай динамических воздействий на верхнее строение в первой части настоящей публикации. Во второй части проведен расчет сооружения на удар самолета с использованием в сооружении материального демпфирования. Расчеты в частотном диапазоне позволяют воспроизводить различные методы расчета во временном диапазоне и сравнивать результаты между собой. В данной части публикации исследуется консерватизм рэлеевской модели демпфирования для сооружения. Эта модель часто используется в расчетах реакции сооружения на удар самолета в прямом времени. Как известно, рэлеевская модель занижает демпфирование по формам, собственные частоты которых лежат внутри заданного интервала частот, и завышает демпфирования по формам, собственные частоты которых лежат вне этого диапазона. Спектры ускорений на жестком фундаменте сооружения с рэлеевским демпфированием сравниваются с результатами расчета, в котором демпфирование в сооружении задано материальным.

Ключевые слова: динамическое воздействие, взаимодействие сооружений с основанием, демпфирование в сооружении по модели Рэлея.

UDC 539.3. Tyapin A.G. Extension of the combined asymptotic method for the problems with dynamic loads impacting the upper structure. Part II: Study of the conservatism of the Rayleigh damping model for the aircraft impact analysis.

The combined asymptotic method (CAM) initially developed for seismic loads has been extended for dynamic loads impacting the upper structure what the first part of this article presents. In the second part a sample aircraft impact analysis is performed for a structure with material damping. Frequency-domain analysis enables representation of various analytical procedures and comparison of the results. In this part of the paper the conservatism of the Rayleigh damping model is studied. This damping model is commonly used for the aircraft impact response analysis by the direct time integration. It is known that Rayleigh model underestimates modal damping for natural modes with frequencies inside a certain frequency interval, and overestimates modal damping for the modes with frequencies outside this interval. Response spectra for the rigid basement of the structure with Rayleigh damping are compared to those calculated for material damping in the structure.

Key words: dynamic loads, soil-structure interaction, Rayleigh model of structural damping.

Расчёты на устойчивость

В.И.ТРАВУШ¹, акад.РААСН, д.т.н.,проф., В.И.КОЛЧУНОВ², акад.РААСН, д.т.н., К.О.ДМИТРИЕВА², инж. ¹Российская академия архитектуры и строительных наук, г. Москва, ² Юго-Западный государственный университет, г.Курск

УСТОЙЧИВОСТЬ СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ОДНОВРЕМЕННОМ ПРОЯВЛЕНИИ СИЛОВОГО И СРЕДОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ...50

На основе принятой реологической модели деформирования древесины с вязкой составляющей Кельвина—Фойгта построено определяющее уравнение для расчета предельного значения критической силы для сжатого стержня, позволяющее относительно просто оценивать ресурс сопротивления таких элементов при одновременном проявлении силового сопротивления и изменения параметров атмосферного воздействия. Предложен критерий длительной устойчивости сжатого стержня из древесины при совместном проявлении двух факторов: влажности и времени нагружения. Этот критерий оценки длительной устойчивости сжатых деревянных стержней позволяет относительно просто оценивать ресурс сопротивления таких элементов при указанных воздействиях.

Ключевые слова: стержень из древесины, длительная прочность, влажность, устойчивость, критическая сила, физическая модель.

UDC 624.04.539.376 Travush V.I., Kolchunov V.I., Dmitrieva K.O. Stability of compressed rods made of wood at the simultaneous appearance of power and environmental exposures.

On the basis of the received rheological model of wood with a viscous deformation component built Kelvin-Voigt constitutive equation for calculating the limit of the critical forces for compressed stem, makes it relatively easy to assess the resistance of the resource elements, while the manifestation of the power of resistance and the impact of changes in atmospheric parameters. The criterion of long-term stability of the compressed rod of wood at a joint appearance of two factors: humidity and loading time. This measure of the long-term sustainability of compressed wooden rods makes it relatively easy to assess the resistance of the resource elements in the above actions.

Key words: rod of wood, long-term strength, moisture resistance, critical force, physical model.

Численные расчёты

В.Ю. ПОЛЯКОВ, д.т.н., проф. (МГУПС, МИИТ, г. Москва)

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С МОСТОВЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ДВИЖЕНИИ..54

На высокоскоростных магистралях обычно строится большое количество мостов, путепроводов и эстакад из-за требований к плану трассы. Полная модель системы «мост – путь – экипаж» позволяет рассчитать параметры колебаний элементов системы, таких как колеса, тележки и кузов вагона, верхнего строения пути и пролетных строений. Важно оценить факторы динамического взаимодействия между вагонами, мостовым полотном и полетными строениями до проведения полномасштабного натурного эксперимента или проектирования. Полная модель системы «мост – путь –экипаж» является основой для метода оптимального проектирования пролетных строений. Отрицательный изгибающий момент в балках во время прохождения поезда по мосту является относительно новым фактором для проектировщиков, причем традиционные методы расчета здесь не подхолят.

Ключевые слова: высокоскоростные магистрали, динамика мостов, модель.

UDC 624.04.539.3. Polyakov V.Yu. Numerical simulation of the rolling-stock and bridges interaction on high speed railroads.

Usually high-speed railways have a lot of bridges, overpasses and flyovers due to the requirements to the railway plan. The complete model of «Bridge – Track – Car» system allows estimate the parameters of elements' oscillation such as wheels, car truck and body, railroad track and bridge superstructure. It is important to estimate the factors of dynamic interaction between the cars, the railway track and the bridge superstructure before a full-scale experiment or design can be carried out. The compete model of the «Bridge – Track – Car» system is a base of the optimum design method for bridge superstructure. The negative bending moment in the beams during the train motion across the bridge is a rather new factor for designers and traditional method of design is not suites for this situation.

Key words: high-speed railway, bridge dynamics, model.

Расчёты на належности

В.А. ГРОМАЦКИЙ, к.т.н. ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко (АО НИЦ «Строительство»), г. Москва

О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ ВЕРОЯТНОСТНОГО РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ. Часть 1....61

Рассмотрены определение вероятности отказа методами численного интегрирования плотности базисного вектора по области, задаваемой функцией состояния конструкции, схемы построения плотности этой функции, а также приближенные методы, в основе которых лежит вероятностное преобразование исходного вектора в стандартный нормальный, преобразование с учетом этого функции состояния, определение характеристики (индекса) безопасности и соответствующей вероятности отказа в преобразованном пространстве. Приведены некоторые алгоритмы расчета и примеры.

Ключевые слова: вероятность отказа, случайный вектор, функция состояния, характеристика (индекс) безопасности.

UDC 624.012.2.046.69.04. Gromatsky V.A. Some methods of probability calculations Robust design (Part I).

The article gives the definition of the failure probability of using numerical integration of the base vector density for the field specified by function for state of construction, the construction schemes for the density of this function. The article also proposes the approximate methods, which are based on probabilistic transformation of the original vector in the standard normal one, transformation of the state function within it. The article identifies the characteristics (index) safety and the failure probability in the transformed space. Some algorithms for calculating and examples are shown.

Key words: failure probability, random vector, function of state, safety characteristics (index).

Р.П. МОИСЕЕНКО, д.т.н., проф. Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск

НАЧАЛЬНАЯ НАДЕЖНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ....66

Теория надежности строительных конструкций имеет единое научное обоснование, но недостаток этого обоснования состоит в том, что формулировки важнейших понятий не содержат термины строительной механики. Иногда это приводит к неточностям в расчетах. В статье дано новое определение надежности конструкций, имеющее четкий физический смысл в рамках строительной механики. На основе определения надежности дано определение начальной надежности и долговечности конструкций. Начальная надежность железобетонных элементов не всегда обеспечена комплексом коэффициентов, используемых по методу предельных состояний. В статье показано, что использование нормативных сопротивлений в расчетах начальной надежности железобетонных элементов является достаточно обоснованным. Использование средних значений сопротивлений увеличивает начальную надежность, но противоречит нормативным документам по расчету железобетонных конструкций. В связи с этим в статье отмечается единственный способ повышения надежности — увеличение соответствующих геометрических размеров. С точки зрения расчета прочности это увеличение расхода материала является излишним, но оно оправдано расчетом надежности.

Ключевые слова: начальная надежность строительных конструкций, случайные величины, среднее значение сопротивления материала, нормальный закон плотности распределения вероятностей.

UDC 624.046.5. Moiseenko R.P. Initial reliability of reinforce - concrete elements

The theory of reliability of building constructions has a single scientific ground, but the lack of this ground consists of that formulations of major concepts do not contain the terms of structural mechanics. Sometimes it results in inaccuracies in calculations. New determination of reliability of constructions, having clear physical sense within the framework of structural mechanics, is given in the article. On the basis of determination of reliability determination of initial reliability and longevity of constructions is given. Initial reliability of reinforce - concrete elements not always is provided with the complex of the coefficients used on the method of the maximum states. It is shown in the article, that the use of normative resistances in the calculations of initial reliability of reinforce - concrete elements is reasonable enough. The use of mean values of resistances increases initial reliability, but conflicts with normative documents upon settlement of reinforce - concrete constructions. In this connection the only method of increase of reliability - increase of corresponding geometrical sizes registers in the article. From the point of view of calculation of durability this increase of expense of material is superfluous, but it is justified by the calculation of reliability.

Key words: initial reliability of building constructions, casual sizes, mean value of resistance of material, normal law of closeness of probability distribution.

Д.В.КОНИН,к.т.н., В.А.АРТАМОНОВ,к.т.н., Л.С.СОШНИКОВА,инж., С.М.КОНИНА,инж., А.Р.О.ЛУРОМБИ,инж., А.С.КРЫЛОВ,инж. ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко (АО«НИЦ«Строительство») О ВНЕДРЕНИИ НОВЫХ ПРОФИЛЕРАЗМЕРОВ И СТАЛЕЙ РАЗЛИЧНОГО КЛАССА ПРОЧНОСТИ НА ПРИМЕРАХ НАИБОЛЕЕ ВОСТРЕБОВАННЫХ ЗДАНИЙ...71 Приведены результаты технико-экономического сравнения стальных каркасов основных типов зданий запроектированных с использованием двутавровых профилей существующего СТО АСЧМ 20&93 и предлагаемого сортаментов в том числе с использованием сталей высокой прочности (С390 и С440). Представлены основные параметры рассматриваемых примеров зданий и используемые при проектировании двутавровые профили. Указаны характерные области применения основных двутавровых профилей использованных при проектировании примеров зданий в зависимости от типа и профилеразмера двутавров. Представлены выводы о конструктивной и экономической обоснованности применения предлагаемого соотамента.

Ключевые слова: сортамент, колонна, балка, прокат, поперечное сечение, профилеразмер, двутавр, масса, здание, расчет, сталь, класс прочности стали. UDC 624.014. Konin D.V., Artamonov V.A., Soshnikova L.S., Konina S.M., Olurombi A.R., Krylov A.S. To the question of the introduction of new sizes and steels of different strength class on examples of the most demanded buildings.

The article presents the results of the techno – economic comparison of steel frames of the main types of buildings designed using I profiles the existing STO ASChM 20293 and proposed gages including with the use of high strength steels (C390 and C440). The main parameters of the examples of buildings and used in the design of I-shaped profiles. Are characteristic application areas of the major I-profile used in the design examples of buildings depending on the type and profilemaster I-beams. Presents findings on structural and economic feasibility of applying the proposed range.

Key words: assortment, column, beam, rolled shapes, profilemaster, cross section, I-beam, weight, building, calculation, steel, strength class steel.

Расчёты на прочность и оптимизация

А.С. ДЕХТЯРЬ, д.т.н., проф.Национальный транспортный университет, г. Киев

О ФОРМЕ ШЕДОВЫХ ПОКРЫТИЙ....2

Рассмотрены шедовые оболочки с прямоугольным опорным контуром. Такие оболочки имеют одну выпуклую сторону контура, а три других – прямолинейные, они образуют плоский опорный контур. Кинематический метод теории предельного равновесия применен для отыскания верхней оценки предельной нагрузки. Исследованы два варианта срединной поверхности для таких оболочек. Один вариант – коноид, другая оболочка имеет сложную форму 4-го порядка. Для этих оболочек обсуждаются методы построения кинематически допустимых полей скоростей перемещений. Получены новые верхние оценки предельной нагрузки. Приведены примеры и сделаны необходимые сравнения.

Ключевые слова: шедовые оболочки, прямоугольный опорный контур, предельная нагрузка, теория предельного равновесия, кинематический метод.

UDC 624.04:539.376. Dekhtyar A.S. On convex shells surface.

The convex shells with a rectangular supporting contour are considered. Such shells have one convex side of contour, and three other – rectilinear. They form a flat supporting contour. The kinematical method of limit equilibrium theory is applied to find of upper bound estimations of the limit load. Two variants of middle surface for such shells are explored. One variant is conoid; other shell has a complex 4 order forms. The methods of construction of kinematically admissible fields of displacements are discussed for such shells. New upper estimations of the limit loads are got. Examples are obtained and necessary comparisons are done.

Key words: Shed shell, rectangular support contour, limit load, limit equilibrium theory, the kinematic method.

В.Т.ЕРОФЕЕВ¹,д.т.н., проф., А.С.ТЮРЯХИН¹,к.т.н., И.В.СМИРНОВ¹,инж., И.Н.МАКСИМОВА²,к.т.н., доц., ¹Мордовский государственный университет им. Н.П.Огарева, г.Саранск, ²Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г.Пенза

ОПТИМАЛЬНЫЙ СОСТАВ КОМПОЗИТА ПО КРИТЕРИЮ ЕГО ПРОЧНОСТИ...6

На базе модели Хашина для представительной ячейки полидисперсного композита построены две двухсвязные модели этой ячейки: трехфазная структурная и двухфазная эффективная. Твердотельная фаза эффективной модели, как и фазы матрицы и наполнителя структурной модели, представлены толстостенными сферами. Шаровидная полость фазы порового включения, расположенная в центре ячейки, может быть заполнена жидкостью или газом, находящимся под действием порового давления. Для трех толстостенных сфер, применив решение задачи Ламе, записываются 2 условия совместности их деформаций и 2 условия эквивалентности двух названных моделей. Удовлетворив первым условиям, находят внутренние давления: поровое р и контактное рс (между матрицей и наполнителем). Удовлетворив вторым условиям – находят эффективные модули: объемных (К) и сдвиговых (G) деформаций композита. Тем самым, при заданном внешнем давлении q, задача по выявлению напряжено-деформированного состояния ячейки разрешается в целом. Результаты численного исследования по выявлению оптимального количественного состава матрицы и наполнителя показывают, что теоретически возможным и практически оправданным становится сам процесс подбора компонентов композита по критерию, например, какой%либо из теорий прочности. Примеры вычислений проиллюстрированы графическими зависимостями.

Ключевые слова: композит, критерий прочности, модель Хашина, толстостенные сферы.

UDC 691.342.175.2. Erofeev V.T., Turchin A.S., Smirnov I.V., Maksimova I.N. The optimal composition of the composite according to the criterion of its strength.

Based on the Khashin model, we built a three-phase structure model and a two-phase effective model for the polydisperse composite representative cell. The solid-state phase of the effective model, the matrix phase and the filler phase of the structure model are presented as thick-walled spheres. The spherical cavity of the pore inclusion phase, located in the center of the cell, can be filled with a liquid or gas, being under the influence of pore pressure. By applying a solution of Lamii problem for the three thick-walled spheres, we recorded 2deformation

the cell, can be filled with a liquid or gas, being under the influence of pore pressure. By applying a solution of Lamĭ problem for the three thick-walled spheres, we recorded 2deformation compatibility conditions and 2 conditions for the equivalence of the two mentioned models. Having satisfied the first condition, we can determine the internal pressures: pore – pand contact – pc (between the matrix and the filler). Having satisfied the second condition, we can determine the effective modules of the composite deformation: volume (K) and shear (G). Thus, when there is a given external pressure, q, the task of the cell stress-strain state identifying is allowed, as a whole. The numerical results to identify optimal quantitative composition of the matrix and the filler show that the process of components selection of the composite becomes theoretically possible and practically justified under the criterion of any strength theory. The calculation examples are illustrated with the diagrams.

Key words: composite, failure criterion model Khashin, thick-walled sphere.

М.Н. КИРСАНОВ, др.физ.мат.наук, проф. НИУ МЭИ, г. Москва

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РЕГУЛЯРНОЙ БАЛОЧНОЙ ФЕРМЫ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ ЧИСЛОМ ПАНЕЛЕЙ СО СЛОЖНОЙ РЕШЕТКОЙ....16

Предложена схема регулярной фермы на основе фермы Шухова. Методом индукции выведены формулы для прогиба середины пролета под действием равномерной и сосредоточенной нагрузки. Получено выражение для смещения подвижной опоры в зависимости от нагрузки и параметров конструкции. Найдены предельные свойства решений. На графике зависимости прогиба от высоты фермы обнаружен минимум.

Ключевые слова: плоская ферма, ферма Шухова, Maple, индукция, асимптотика, прогиб.

UDC 624.04. Kirsanov M.N. Analytical calculation of the regular girder with an arbitrary number of panels with a complex lattice.

The proposed scheme regular truss based on the Shukhov's truss. The formulas for the deflection ofmid span under the action of uniform and concentrated loads by the method of induction was found. The resulting expression for the displacement of the movable support in dependence on the load and design parameters is detected. Limiting properties are found for all solutions. The graphs of dependence of deflection of the height of the truss found out the minimum. The scheme of the spatial coverage in the form of statically determinate rectangular truss with supports at the four corners is proposed. By method of induction with use of the systems of computer mathematics Maple the analytical expression for the deflection of the truss as a function of size, load and number of panels is found. There is a minimum in the curve of deflection of the number of panels in the specified regular size lateral sides of the truss. Analysis of the solution revealed the presence of asymptotes of the curves of deflection and maximum values of the most compressed core.

Key words: flat truss, Shukhov' truss, Maple, induction, asymptotics, deflection.

С.Б. КРЫЛОВ¹, д.т.н., П.П. СМИРНОВ², инж. ¹АО«НИЦ«Строительство», ²НИУ – МГСУ, г. Москва РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ БЕТОНА И СТАЛИ В ЦЕНТРАЛЬНО И ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТЫХ ТРУБОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ....20

Рассмотрен инженерный подход по определению расчетных сопротивлений материалов для центрально и внецентренно сжатых трубобетонных конструкций, положенный в основу одного из разделов СТО АРСС «Сталежелезобетонные конструкции. Правила проектирования». Представлены основные формулы для вычисления расчетных сопротивлений материалов. Приведены результаты сравнения предложенных зависимостей с опытными данными.

Ключевые слова: трубобетонные конструкции, методы расчета, несущая способность, расчетное сопротивление бетона, металлическая оболочка.

UDC 539.376. Krylov S.B., Smirnov P.P. Resistance of concrete and steel in centrally and eccentrically compressed pipe-concrete structures.

An engineering approach is evaluated to determine resistance of materials for centrally and eccentrically compressed pipe-concrete structure as a basis for a section of Organizational Standards of the Steal Construction Development Association «Steel-concrete composite constructions. Design rules». Basic formulas are presented. The results of the comparison of the proposed dependences with the experimental data are given.

Key words: pipe-concrete, methods of design, load capacity, resistance design of concrete, steel shell.

А.С. МАРУТЯН, к.т.н., проф.Филиал Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске ОПТИМИЗАЦИЯ ПЯТИУГОЛЬНЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ТРУБ НОВОЙ МОДИФИКАЦИИ....25

Приведены некоторые результаты разработки и оптимизации пятиугольных труб для строительных металлоконструкций. Основой их формообразования служат трубчатые (гнутосварные) профили, включающие две вертикальные грани (стенки), одну горизонтальную грань (полку), а также две наклонные грани с углом 120° между ними. Критерием оптимизации является равноустойчивость относительно центральных горизонтальной и вертикальной осей сечения. Определены отношения высоты стенок к ширине полок, при которых обеспеченность равноустойчивости составляет 0,975...1,025. В рамках принятых допусков пятнугольные профили с прямым углом между наклонными гранями по геометрическим характеристикам сечения превосходят квадратные трубы, но уступают пятиугольным профилям с углом 120° между наклонными гранями. Угловые параметры соответствуют технологическим требованиям обработки металла сваркой в наиболее оптимальном режиме. Уменьшение остроты угла с 90° до 120° делает наклонные грани пятиугольного профиля пологими, а сам профиль – компактным, с более равномерным удалением периметра сечения от центра тяжести, что способствует росту несущей способности.

Ключевые слова: профильные трубы, замкнутые гнутосварные профили, оптимизация, равноустойчивость, допуски, сортамент профилей, строительные металлоконструкции. UDC 624.072.2.014. Marutyan A.S. Optimization of a pentagonal shaped tubes new modification.

Some results of development and optimization of pentagonal pipes for construction metal structures. The basis of their formation are tubular (bentwelded) profiles, comprising two vertical faces (walls), one horizontal line (shelf), and two inclined faces with an angle of 120° between them. The optimization criterion is rovnoselmash relative to the Central horizontal and vertical axes of the section. Determined the ratio of the height of the walls to the width of the shelves, in which the security is rovnoselmash 0,975...1,025. Within the accepted tolerances pentagonal profile with a right angle between the sloping faces according to the geometrical section properties square tubes are superior, but inferior to the pentagonal structures with angles of 120° between the sloping faces. The angular settings correspond to the technological requirements of metal welding in optimal conditions. Reducing the sharpness of the angle from 90° to 120° inclined faces does a pentagonal profile is flat, but the profile itself is compact, with a more uniform removal of perimeter of the cross section from the centre of gravity, which increases the bearing capacity.

Key words: shaped tube, closed bent-welded profiles, optimization, rovnoselmash, tolerances, product mix profiles, metal building.

В.Ю. ПОЛЯКОВ, д.т.н., проф. МГУПС, МИИТ, г. Москва

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ МАГИСТРАЛИ...35

На высокоскоростных магистралях из-за требований к плану трассы обычно строится большое количество мостов, путепроводов и эстакад. Полная модель системы «мост – путь – экипаж» является основой для метода оптимального проектирования пролетных строений со значительными динамическими нагрузками. Метод оптимизации позволяет изменить параметры пролетных строений для обеспечения минимальных внутренних усилий и жесткости одновременно с обеспечением безопасности. В статье сформулированы критерии качества системы и ограничения на параметры движения. Для этих целей используются стационарные управляющие функции. Эти функции являются искомыми для оптимального результата.

Ключевые слова: высокоскоростные магистрали, динамика мостов, оптимизация.

UDC 624.042.8:624.21:625.03. Polyakov V.Yu. Synthesis of bridges superstractionfor high speed railroads.

Usually high-speed railways have a lot of bridges, overpasses and flyovers due to the requirements to the railway plan. The compete model of the "Bridge-Track-Car" system is a base of the optimum design method for bridge superstructure subject to dynamic load. The optimization method enables adjustment of the parameters of bridge superstructures to obtain minimal internal efforts and rigidity simultaneously with providing safety. The article describesthe criteria of the quality of the system and limitations for motion parameters. For these purposes, the stationary control functions are used. These functions are determined to achieve optimal results

Key words: high-speed railway, bridge dynamics, optimization.

Динамические расчёты

А.Г. ТЯПИН, д.т.н. (ОАО «Атомэнергопроект», г. Москва) ОБОБЩЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО АСИМПТОТИЧЕСКОГО МЕТОДА НА ЗАДАЧИ С ДИНАМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ. Часть IV: ОЦЕНКА КОНСЕРВАТИЗМА МОДАЛЬНОГО ПОДХОДА С ЭФФЕКТИВНЫМ

МАТЕРИАЛЬНЫМ ДЕМПФИРОВАНИЕМ В ОСНОВАНИИ ПРИ РАСЧЕТЕ НА УДАР САМОЛЕТА....43

Комбинированный асимптотический метод (КАМ), ранее разработанный для сейсмических воздействий, обобщен на случай динамических воздействий на верхнее строение в первой части настоящей публикации. Во второй части проведен расчет сооружения на удар самолета с использованием в сооружении материального демпфирования. В третьей части проверялся консерватизм модели демифирования Рэлея – он оказался весьма существенным. В данной части публикации исследуется консерватизм модального подхода, в котором демпфирование в основании задается в виде некоторого эффективного материального демпфирования, усредняемого с демпфированием в сооружении. Спектры ускорений на жестком фундаменте сооружения сравниваются с результатами расчета по КАМ.

Ключевые слова: динамическое воздействие, взаимодействие сооружений с основанием, материальное демпфирование.

UDC 539.3. Tyapin A.G. Extension of the combined asymptotic method for the problems with dynamic loads impacting the upper structure. Part IV: Study of the conservatism of the modal approach using effective material soil damping for the aircraft impact analysis.

The combined asymptotic method (CAM) initially developed for seismic load has been extended for dynamic loads impacting the upper structure in the first part of the present paper. In the second part a sample aircraft impact analysis was performed for a structure with material damping. In the third part the conservatism of the Rayleigh structural damping model was checked – it proved to be substantial. In this part of the paper the conservatism of the modal approach is checked. Soil damping is represented by some effective material damping, which is averaged with structural damping. Response spectra for the rigid basement of the structure with Rayleigh damping are compared to those calculated by CAM. **Key words:** dynamic loads, soil-structure interaction, material damping.

Расчёты на надежность

В.А. ГРОМАЦКИЙ, канд. техн. наук ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (АО «НИЦ «Строительство»), г. Москва О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ ВЕРОЯТНОСТНОГО РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ. Часть 11...51

Рассматриваются приближенные методы определения вероятности отказа на основе вероятностного преобразования исходного случайного вектора в стандартный нормальный, преобразование с учетом этого функции состояния конструкции, определение характеристики безопасности вероятности отказа в преобразованном пространстве.

Ключевые слова: вероятность отказа, случайный вектор, функция состояния.

UDC 624.012.2.046.69.04. Gromatsky V.A. The several methods of probabilistic calculation of structures' reliability (Part II).

The article examines the approximate methods of determining failure probability based on probabilistic transformation of the original random vector into a standard normal one and within it transformation of the structure state function. The characteristics of safety of failure probability in the transformed space are defined. Key words: failure probability, random vector, function of state.

Численные метолы

А.В. ЕРМАКОВА, к.т.н., доц.ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет», г.Челябинск РАЗВИТИЕ ИДЕЙ А.А. ИЛЬЮШИНА В МЕТОДЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ..56

Метод дополнительных конечных элементов (МДКЭ) представляет собой вариант метода конечных элементов (МКЭ), который предназначен для расчета конструкций, имеющих несколько физически нелинейных свойств. При формировании основной разрешающей системы линейных алгебраических уравнений он подключает операции метода упругих решений не только для учета первого физически нелинейного свойства, как это было предложено А.А. Ильюшиным, но и для описания всех других физически нелинейных свойств, начиная со второго и кончая последним. Задача решается с помощью постепенного включения в итерационный процесс дополнительных конечных элементов (ДКЭ), которые изменяют свойства исходных конечных элементов (КЭ) в зависимости от конкретных физически нелинейных свойств, проявляемых этими элементами на достигнутой стадии их предельного состояния. В статье рассматриваются вопросы, связанные с особенностями использования МДКЭ и развития в нем идей метода упругих решений в приложении к МКЭ.

Ключевые слова: метод дополнительных конечных элементов, метод конечных элементов, метод упругих решений, дополнительный конечный элемент, дополнительная расчетная схема, идеальная модель разрушения.

UDC 624.04+624.07. Ermakova A.V. Development of A.A. Ilyushin's ideas in additional finite element method.

Additional Finite Element Method (AFEM) is the variant of Finite Element Method (FEM) which intends for analysis of structures with several nonlinear properties. It adds units of method of elastic decisions for formation of the main set of linear algebraic equations. A.A. Ilyushin suggested the method for allowance of the first nonlinear property, but AFEM gives the way for allowance of the rest nonlinear properties from the second to the last one. The problem solves with the help of the gradual including of additional finite elements (AFE) in iterative process. AFEs transform of initial finite elements with linear properties into the same elements with nonlinear properties depending on the reached stage of their limit state. This paper considers some problems connected with singularities of using of AFEM and its development of ideas of the method of elastic decisions for application in FEM.

Key words: additional finite element method, finite element method, method of elastic decisions, additional finite element, additional design diagram, ideal failure model.

Ю. В. КРАСНОЩЁКОВ, д.т.н., проф.Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ) КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ....63

Приведены результаты компьютерного моделирования сборного железобетонного перекрытия с ребристыми плитами, испытанного ранее. Сравниваются опытные и расчетные результаты решений задач взаимодействия плит в настиле и совместной работы настила с прогонами балочного типа. Сделаны выводы о целесообразности использования метода компьютерного моделирования для проверки результатов испытаний и совершенствования теории расчета.

Ключевые слова: совместная работа, взаимодействие элементов, железобетонные перекрытия, сборный железобетон, компьютерное моделирование, испытания конструкций.

UDC 624.073. Krasnoshchekov Yu.V. Computer simulation of experimental slabs.

The results of computer simulation of the fragment overlap with ribbed plates, previously tested. We compare the experimental and calculated by solving the problem of interaction of the plates in the stack and work together with the deck runs beam type. Conclusions about the feasibility of using computer simulation to validate the results of tests, obtained and improving the theory of calculation. Key words: collaboration, interaction of elements, concrete, precast concrete, computer modeling, testing designs.

В помощь проектировщику В.И. ОБОЗОВ 1 , д.т.н., проф., Д.А. ТЕЛЕШИНИН 2 , инж. 1 ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко (АО «НИЦ «Строительство»), 2 АО «КТБ ЖБ» ПРИМЕНЕНИЕ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ИЗ КРУПНОФОРМАТНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КАМНЕЙ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ ВЫСОТОЙ БОЛЕЕ ЧЕТЫРЕХ ЭТАЖЕЙ...69

С использованием вычислительного комплекса ЛИРА-САПР исследована предельно допустимая этажность зданий со стенами из сборных стеновых панелей, изготовленных в заводских условиях из крупноформатных керамических камней с применением полиуретанового клея в швах. В качестве критерия в исследованиях использовались расчетные значения прочности кладки на сжатие из крупноформатных керамических камней на двухкомпонентном полиуретановом клею. Построены компьютерные конечно-элементные модели запроектированных зданий и выполнены вариантные расчеты. На основе анализа результатов вариантных расчетов сформулированы выводы и рекомендации.

Ключевые слова: крупноформатные, керамические, камни, панели, здания, этажность.

UDC 623.28. Obozov V.I., Teleshinin D.A. The use of wall panels made from large-size ceramic stones for construction of apartment buildings having more than four floors.

Using computer complex «Lira-SAPR» was investigated permissible number of storeyswhith walls consist of prefabricated walls pannels, manufactured in the factory of large format ceramic stones whith the use jf polyurethane glue in the seams. As criteria were used in calculations calculated values of the straight of masonry in compression of large format ceramic stones two-component polyurethane glue. Built finite element computer models of buildings designed and performed variational calculations. Based on the analysis of the results of the variant calculations vas formulared conclusions and recommendations.

Key words: large, ceramic, stones, panels, buildinds, number of storyes.

Расчёты на прочность

М.Н. КИРСАНОВ, д.ф.-м.н., проф. НИУ МЭИ, г. Москва

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ БАЛОЧНОЙ ФЕРМЫ С РЕШЕТКОЙ ТИПА «BUTTERFLY»..2

Предлагаемая схема статически определимой плоской балочной фермы имеет горизонтальный верхний пояс и частично приподнятый нижний пояс. С одной стороны такая схема дает эксплуатационные преимущества, расширяя подферменное пространство, с другой – создает архитектурную выразительность сооружения. Получено точное выражение зависимости прогиба середины пролета фермы от числа панелей при равномерном нагружении фермы по верхнему поясу с учетом различной жесткости стержней. Расчеты усилий в стержнях выполнены методом вырезания узлов в пакете символьной математики Maple. Обобщение решения для произвольного числа панелей найдено методом индукции. Для последовательности коэффициентов параметров фермы в решении методами Марle получены и решены однородные рекуррентные уравнения с постоянными коэффициентами. Найдены некоторые асимптотики и особенности решения.

Ключевые слова: балочная ферма, прогиб, Maple, индукция, число панелей, асимптотика.

UDC 624.04. Kirsanov M.N. Analytical calculation of truss girder with the «Butterfly» lattice.

The proposed scheme of statically determinated flat girder has the horizontal upper chord and partially raised bottom chord. On the one hand, this scheme gives performance benefits expanding the space under truss, on the other - creates architectural expressiveness of the building. The exact expression of the dependence of truss span middle deflection from a number of panels is identified under uniform loading of a girder on upper chord taking into account the different stiffness of bars. Calculations of the stresses in bars are made by nodes cut in the symbolic math package Maple. Generalization of the solution for arbitrary number of panels is found by the induction method. The homogeneous recurrent equations with constant coefficients are obtained and solved for the sequence of girder parameter coefficients in Maple methods. Some asymptotics and solution peculiarities are also found. Key words: truss girder, deflection, Maple, induction, number of panels, asymptotics.

В.А. КОМАРОВ, к.т.н., О.В. БОЛДЫРЕВА, инж. Пензенский государственный университет архитектуры и строительства ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ БЕТОНА РИГЕЛЕЙ С ПОДРЕЗКОЙ МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСОВ...6

Проведен анализ существующих методов расчета сжатых полос бетона балок с подрезками. Рассмотрены нормативные методы и методы расчета, основанные на стержневых аналоговых моделях, согласно которым прочность ригеля с подрезкой определяется прочностью сжатых полос, расположенных между грузовыми и опорными площадками. Выявленная специфика напряженного состояния исследуемых ригелей согласуется с принципом моделирования сжатых полос бетона коротких балок. Анализ результатов физического и численного эксперимента позволяет усовершенствовать принятую нормативную методологию построения стержневой модели сжатой полосы ригеля, на основе новой оценки характера напряженного состояния и введения гипотез образования условных внутренних промежуточных опор. В качестве условных опор приняты узлы сопряжения продольной и поперечной замкнутой сосредоточенной арматуры, которые являются грузовыми площадками, они формируют полосы и способствуют концентрации главных сжимающих напряжений в пределах соответствующих наклонных полос бетона.

Ключевые слова: ригель с подрезкой, физические и условные грузовые площадки, сжатые наклонные полосы бетона, стержневая аналоговая модель

UDC 624.01. Komarov V.A., Boldyrev O.V. Assessment of the strength of concrete crossbars with trimming multistorey frames.

The analysis of existing methods of calculation of compressed strips of short consoles concrete beams. Regulatory methods considered and methods of calculation, based on the core analog models, according to which the strength of the short console bolt with trimming is determined by the strength of compressed strips placed between the cargo and the reference sites. The specificity of the stress state of the investigated girders is consistent with the principle of modeling compressed strips of concrete short beams. Analysis results of physical and numerical experiment allows to improve the adopted normative methodology for the rod model of a compressed strip short console boll, based on a new assessment of the nature of the stress state and the introduction of hypotheses of formation of conditioned internal intermediate supports. As the conditional supports of accepted nodes pair of longitudinal and transverse closed-centered valves, which are called contingent cargo platforms, they form a band and contribute to the concentration of the main compressive stresses within the respective inclined strips of concrete.

Key words: short console bolt (with trimming), and physical conditional of the cargo area, a short oblique stripe of concrete, the core of the analog model.

М.О. МОИСЕЕНКО, к.т.н., О.Н. ПОПОВ, к.т.н., Т.А. ТРЕПУТНЕВА, инж. ТГАСУ, Томск ИССЛЕДОВАНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОСТИ НЕСИММЕТРИЧНО НАГРУЖЕННОЙ ПЛАСТИНЧАТОLСТЕРЖНЕВОЙ СИСТЕМЫ С НАЧАЛЬНЫМ ПРОГИБОМ...10

На основании разработанного алгоритма расчета пластинчатой подкрепленной системы с учетом физической и геометрической нелинейностей проводится анализ влияния начальной погиби на напряженно-деформированное состояние несимметрично нагруженных прямоугольных пластин. Рассматривается пластина из материала Ст3 с размерами: $50 \times 100 \times 1,5$ (относительная гибкость 1,5/50 = 1/33). Пластина разделена на квадратные панели 50×50 ребром 4×6 , поставленным с эксцентриситетом. Пластина имеет симметричный начальный прогиб равный (-0,5; 0; 0,5). Кромки пластины имеют шарнирное закрепление. Нагружение проводится на первую панель равномерно распределенной нагрузкой ц. Рассматривается нагружение при котором возникают пластические деформации. Результаты расчетов показали, что пластинчатые системы с отрицательным начальным прогибом имеют больший дополнительный прогиб и напряжения, а с положительным начальным прогибом имеют меньший дополнительный прогиб и напряжения.

Ключевые слова: пластина, ребра жесткости, нелинейность, начальный прогиб.

UDC 7.04:535.4.011.22.23. Moiseenko M.O., Popov O.N., Treputneva T.A. Research on durability and rigidity taking into account nonlinearity asymmetrically loaded lamellar and rod system with the initial deflection.

On the basis of the developed algorithm of calculation of the lamellar supported system taking into account physical and geometrical nonlinear the analysis of influence of an initial deflection on the intense deformed condition of asymmetrically loaded rectangular plates is carried out. The plate from a material C_T3 with the sizes is considered: 50×100×1,5 (relative flexibility 1,5/50=1/33). The plate is divided into square panels 50×50 edge 4×6, put with shift. The plate has a symmetric initial deflection equal (-0,5;0; 0,5). Edges of a plate have the hinge fastening. On-loading will be carried spent on the first panel by the in regular intervals distributed loading q. Consider loading at which there are plastic deformations. Results of calculations have shown that lamellar systems with a negative initial deflection have a bigger additional deflection and tension, and with a positive initial deflection have a smaller additional deflection and tension. Key words: plate, edges of rigidity, nonlinearity, initial deflection.

Т.А. МУХАМЕДИЕВ, д.т.н., Д.В. КУЗЕВАНОВ, к.т.н. НИИЖБ им. А.А. Гвоздева (АО НИЦ «Строительство»), г. Москва К РАСЧЕТУ ПО ПРОЧНОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ БЕТОНА С КОМПОЗИТНОЙ ПОЛИМЕРНОЙ АРМАТУРОЙ...18

Рассмотрена методика расчета прочности по нормальным сечениям изгибаемых элементов с композитной полимерной арматурой. Приведены общие сведения о подходах к разработке расчетных методик для конструкций такого вида. Собраны и обобщены результаты экспериментальных исследований. Выборка опытных данных включает более 120 образцов. Предложены условия для корректировки расчетных зависимостей при расчете конструкций с композитной полимерной арматурой. Проанализирована точность предлагаемых расчетных зависимостей в сравнении с опытными данными.

Ключевые слова: композитная полимерная арматура, метод предельных усилий, деформационная модель, прочность изгибаемых элементов, точность расчетных моделей. UDC 624.072.2. Mukhamediev T.A., Kuzevanov D.V. Strength calculation for concrete bending structures with polymer composite reinforcement.

The article discusses the method of strength calculation for normal sections of bending elements with polymer composite reinforcement. The overview of approaches for calculation method development for structures of this type is given. The results of experimental studies are collected and summarized. The sample test data includes more than 120 samples. The terms for adjustment of the design dependences under the calculation for structures with polymer composite reinforcement are proposed. The accuracy of the proposed design dependencies comparing with the experimental data is

Key words: fiber reinforced polymer bars, internal force limit method, deformation method model, resistance for flexural elements, model uncertainties.

Е.В.ПОПОВ,инж., Т.В.ТЮРИКОВА,к.т.н.наук, Б.В.,ЛАБУДИН, д.т.н., проф., В.И.МЕЛЕХОВ, д.т.н., проф.Северный Арктический федеральный университет им.М.В.,Ломоносова О ПОВЫШЕНИИ СДВИГОУСТОЙЧИВОСТИ ПОДАТЛИВЫХ СВЯЗЕЙ СОСТАВНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА КОГТЕВЫХ ШАЙБАХ «BULLDOG»...23

Приведены результаты испытаний на сдвиг образцов соединений деревянных конструкций, соединенных когтевыми шайбами «Bulldog» и винтами применительно к изгибаемым составным конструкциям типа плит перекрытий и покрытий с ребрами из древесины и обшивками из древесно-композитных материалов (OSB, фанера). Это позволило увеличить прочность и жесткость соединений в конструкциях. Установлен пластический характер разрушения соединения, определен коэффициент надежности при пластическом разрушении, вычислена несущая способность и коэффициенты жесткости соединения. На основании выполненных экспериментальных исследований сделаны научно обоснованные выводы и рекомендации по применению соединений.

Ключевые слова: древесина, древесно-композиционные материалы, соединения, когтевая шайба, винты, прочность, деформативность, податливость, жесткость соединения. UDC 624.04.691. Popov E.V., Terekhova T.V., Labudin B.V., Melikhov V.I. On improving sdvigoustoychivosti composite wood joints, with connections claw washer «Bulldog». The results of tests on samples of the shift wooden structures of the compounds connected with screws and washers claw «Bulldog» applied to bendable composite structures such as floor slabs and coverages with ribs of wood and faces of wood-composite materials (OSB, plywood). It is possible to increase the strength and rigidity in the structures of the compounds. Installed plastic fracture behavior of the joint defined safety factor when plastic failure, calculated load carrying capacity and stiffness coefficients of joint. On the basis of the executed experimental studies made evidence-based conclusions and recommendations on the use of the compounds.

Key words: wood, wood-composite materials, compounds, claw washer, screws, strength, deformability, ductility, hardness compounds.

Нелинейные расчеты

В.М.БОНДАРЕНКО¹д.т.н.,проф.,действ.член РААСН, К.П.ПЯТИКРЕСТОВСКИЙ²,д.т.н. ¹НИИСФ РААСН,²ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко(АО«НИЦ«Строительство»), г.Москва К ВОПРОСУ О ПОЛЗУЧЕСТИ ДРЕВЕСИНЫ...29

Исследуется связь уровня нагружения с механическими характеристиками древесины (ползучести), вводится кинетическая оценка развития их длительных деформаций, предлагается алгоритминизированный аппарат определения меры ползучести для этих стадий и его использования при расчете конструкций.

Ключевые слова: древесина, ползучесть, длительные деформации, кинетическая оценка.

UDC 539.3:624.011. Bondarenko V.M., Pyatikrestovsky K.P. To the question of timber creep.

The article investigates the relationship between the loading level and the mechanical characteristics of timber (creep). The kinetic evaluation of development of their long-term deformations is introduced. The algorithmsuited device for measuring the creep level for these stages is proposed and its use in structural analysis is considered.

Key words: timber, creep, long-term deformation, kinetic evaluation.

Динамические расчеты

С.О. КУРНАВИНА, к.т.н. лоп.

МЕТОД РАСЧЕТА ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ С УЧЕТОМ ПЛОСКОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ БЕТОНА...32

Приведены основные уравнения и блок-схема метода расчета плит на динамические воздействия с учетом упругопластических диаграмм «σ−ε» арматуры и бетона. Для описания напряженно-деформированного состояния бетона используются диаграммы «σ-є» при плоском напряженном состоянии с переменными характеристиками. В процессе деформирования плиты могут изменяться как величины напряжений в ортогональных направлениях, так и соотношения между главными напряжениями в каждой точке и в каждом слое по высоте плиты. В данном методе используются уравнения теории малых упруго-пластических деформаций и кривая прочности бетона.

Ключевые слова: «σ-є» метод расчета плит, упруго-пластические деформации бетона и арматуры, плоское напряженное состояние

UDC 69.04. Kurnavina S.O. The dynamic design method of reinforced concrete slabs taking into account the plane stress state of concrete.

The main equations and the scheme of numerical the direct dynamic design method of a reinforced concrete slabs using variable elastoplastic stress-strain diagrams of concrete and reinforcement are offered. The elastoplastic stress-strain curves «σb-εb» for plane stress with variable characteristics have been used. In the process of deformation of a slab not only the values of stresses in orthogonal directions can change but also the correlation of main stresses in each point and in each fiber of a slab. The equations of the theory of small elastoplastic deformations and a strength curve of concrete are used in this method.

Key words: $(\sigma - \varepsilon)$ design method of slabs, elastoplastic deformations of concrete and reinforcement, plane stress state.

Основания и фундаменты

С.В. БОСАКОВ, д.т.н., проф. РУП «Институт БелНИИС», г. Минск ОСЕСИММЕТРИЧНЫЕ ОСАДКИ ФУНДАМЕНТА С ПОДОШВОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ФОРМЫ НА УПРУГОМ СЛОЕ....39

Рассмотрена контактная задача для осесимметрично нагруженного кольцевого штампа, лежащего на упругом слое. Расчет выполнен способом Б.Н. Жемочкина. Приводятся результаты для распределения контактных напряжений и вертикальных перемещений штампа.

Ключевые слова: контактная задача упругий слой кольневой штамп, осесимметричная задача, контактные напряжения

UDC 624.15. Bosakov S.V. Axisymmetric rainfall foundation with the sole annular shape on the elastic layer,

Key words: contact problem, the elastic layer annular die, axisymmetric problem, contact stresses.

Численные методы

Е.И. БРИТВИН, канд. физ.мат. наук ДПСК г. Днепропетровск

К РАСЧЕТУ РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СОСТАВЛЕННЫХ ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ...43

В рамках классической теории тонкостенных стержней предложен метод расчета пространственных рамных конструкций, сформированных из тонкостенных стержней, учитывающий неравенство депланаций подходящих к узлу сечений. Узел рассматривается как одноточечный конечный элемент с п депланационными степенями свободы по числу подходящих к нему стержней. Дается способ построения матрицы жесткости узла, основный на сочетании анализа конечноэлементной модели узла с последующим ее «обжатием» при помощи аналитических построений. Показано, что элементы конструкции узла исполняют роль внешних упругих депланационных связей, наложенных на узел. Дан способ нахождения значения жесткости этих связей. Продемонстрирована эффективность метода.

Ключевые слова: расчет конструкций, конечный элемент, тонкостенный стержень, депланация, бимомент. UDC 624.044. Britvin E.I. Analysis jf frame structurs formed of thinwalled bar elements.

Within the bounds of classic thin-walled bars theory the method of spatial frame structures formed from thin-walled bars analysis is proposed. The method taking into account the warping inequality of attached to node sections. The node is considered as the one-point finite element with n degrees of warping freedoms according to number of attached elements. Give the method for a node stiffness matrix constructing. The method based on a combination of finite element model analysis with followed by its «compression» thought the analytical development. It is shown that the element Britvins of the node structure act as elastic warping external constraints imposed on the node. Give a method of finding the stiffness values of these constraints. The effectiveness of the method is demonstrated.

Key words: structural analysis, finite element, thin-walled bar, warping, bimoment.

А.С. ДЕХТЯРЬ, д.т.н., проф.Национальный транспортный университет, г. Киев

К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ...55

Отыскивается наилучшая форма вертикального цилиндрического резервуара для хранения жидкости. Требуется, чтобы при заданной вместимости расход материала был бы минимальным. Для оценки несущей способности цилиндрической оболочки применен кинематический метод теории предельного равновесия в форме теории линий текучести А.Р. Ржаницына. Оценки несущей способности получены в замкнутой форме. Истинная верхняя оценка дельной нагрузки определяется на основе конкуренции трех возможных форм разрушения. Рассмотрены примеры, проведен их параметрический анализ. Даны рекомендации о назначении оптимальной форме резервуара и о выборе толщины его днища. Ключевые слова: цилиндрический резервуар, несущая способность, оптимальное проектирование.

UDK 624.04:539.376. Dekhtyar A.S. To planning of cylindrical reservoirs.

The best form of vertical cylindrical reservoir for the storage of liquid is found. It is required, that the expense of material would be minimum if a capacity is set. The kinematical method of theory of limit equilibrium in the form of of the yield-line theory by A.R. Rganitsin for estimation of load carrying capacity of cylindrical shell is applied. These estimations are got in the closed form. Real estimation of the load carrying capacity is determined on the basis of competition of three possible forms of destruction. Examples are considered, their parametrical analysis is made. Recommendations about setting to the optimum form of reservoir and about the choice of thickness of his bottom are given.

Key words: cylindrical vessel, carrying capacity, optimal design.

А.С. МАРУТЯН, к.т.н, проф. Филиал Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске ОПТИМИЗАЦИЯ ФЕРМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СО СТОЙКАМИ И ПОЛУРАСКОСАМИ В ТРЕУГОЛЬНЫХ РЕШЕТКАХ...60

Приведено новое техническое решение в виде дополнительных стоек и полураскосов в треугольных решетках для стержневых (ферменных) конструкций. Показана эффективность их применения в фермах покрытий: беспрогонных и прогонных, с параллельными поясами и треугольного очертания, с уклоном 10 % и малоуклонных, 1- и 2скатных. Повышена степень унификации стандартизированных ферм из гнутосварных профилей (профильных труб) системы «Молодечно» за счет использования в верхних поясах типоразмеров поперечных сечений, принятых для нижних поясов. По принципу соответствия минимальной массы балки минимальной площади эпюры моментов, установленному Н.С. Москалевым, дана количественная оценка сокращению расхода конструкционного материала (стали) прогонов при опирании на соединительные узлы раскосов, стоек и полураскосов с верхними поясами. Отмечена значимость уменьшения массы прогонов для несущих конструкций, рассчитанных на особые нагрузки и воздействия. Выявлена перспективность нового решения в практике строительного проектирования, включая курсовое и дипломное проектирование учебного процесса.

Ключевые слова: легкие металлические конструкции, замкнутые гнутосварные профили, стержневые системы, фермы, оптимизация, расход конструкционного материала.

UDC 624.072.2. Marutyan A.S. Optimization of truss structures with pillars and semi diagonals in triangular lattices.

The article gives the new technical solution in the form of additional pillars and semi-diagonals in triangular lattices for frame (truss) structures. The author of the article proves the efficiency of their use in trusses of different roofs: slab roofs, girder coatings, roofs with parallel chords and of triangular shape, roofs with the gradient of 10% and low-gradient, lean-to and span. The unification degree of standardized trusses of roll-formed welded sections (shaped tubes) of the «Molodechno» system is increased due to the use of typical sized cross-sections adopted for the bottom chords in the upper chords. On the basis of correspondence of beam minimum weight to the shearing force minimum area set by N.S.Moskalev the author gives the quantitative assessment of reduction in structural material (steel) consumption in girders while supporting at joints of diagonals, pillars and semi diagonals columns with upper chords. The article underlines the importance of reduction in girder weight for loadbearing structures designed for specific loads and impacts. This new solution is perspective in structural design, including design while course and thesis compilation in educational process. Key words: light metal constructions, closed roll-formed welded sections, frame system, trusses, optimization, consumption of structural material.

А.В.ПОДЗОРОВ,инж., И.В.КАРМАНОВ,инж., В.В.ЗВЕРЕВ,д.т.н.,проф., Н.Ю.ТЕЗИКОВ,к.т.н.,доц., К.Е.ЖИДКОВ,к.т.н.,доц. Липецкий государственный технических

ФОРМЫ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ УЧАСТКОВ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СТАЛЬНОГО СТЕНОВОГО ЭЛЕМЕНТА БЕСКАРКАСНОГО ЗДАНИЯ...68

Легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК) нашли широкое применение в современном строительстве. Однако до сих пор в России не приняты нормы проектирования ЛСТК, не утверждены их методики расчета, в частности, на устойчивость. Стальным тонкостенным конструкциям из оцинкованной стали присущи местная потеря устойчивости, потеря устойчивости формы поперечного сечения и общая потеря устойчивости. Наименее изученной является потеря устойчивости формы поперечного сечения. В настоящей работе исследованы формы потери устойчивости характерных участков поперечного сечения стенового элемента стального бескаркасного здания. Данный элемент представляет собой профилированный лист, в поперечном сечении которого присутствуют дополнительные элементы жесткости. Для характерных участков принималось шарнирное опирание. Формы потери устойчивости определялись в проектно-вычислительном комплексе SolidWorks линейным статическим расчетом. Показано влияние длины характерного участка и толщины используемой стали на форму потери устойчивости. Сделан вывод о допустимости применения методики редуцирования (уменьшения расчетных сечений), представленной в Еврокоде 1993-1-3.

Ключевые слова: форма потери устойчивости, стальное бескаркасное здание, местная потеря устойчивости, потеря устойчивости формы поперечного сечения, линейный статический расчет. UDC 624.014. Podzorov A.V., Karmanov I.V., Zverev V.V., Tezikov N.Y., Zhidkov K.E. The buckling forms of parts of cross section of steel wall element of frameless building.

Light steel thin-walled structures (LSTC) are widely used in modern construction. However, so far not accepted design standards LSTC in Russia, their calculation is not approved methods, particularly for stability. Steel thin-walled structures made of galvanized steel are inherent in the local buckling, distortional buckling and the overall buckling. Less studied is the loss of stability of the crosssectional shape. In the present study we investigated the buckling characteristic specific parts of the cross section of the wall element of frameless steel building. This element is a profiled sheet, in the transverse section of which contains additional stiffening elements in the form of corrugations. For the specific parts were adopted simple support. The buckling was determined in CAE-system SolidWorks for linear static analysis. Shows the influence of the length of the specific part and thickness of steel used in the form of buckling. The conclusion about the admissibility of the application of reduction techniques presented in EN 1993-1-3.

Key words: buckling, steel frameless building, local buckling, distortional buckling, linear static analysis.

Расчёты на прочность

Е.Б. КОРЕНЕВА, д.т.н., проф.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕДОВОЙ ПЛИТЫ С ПОЛЫНЬЕЙ ПРИ НЕОСЕСИММЕТРИЧНОМ ЗАГРУЖЕНИИ...2

Рассматриваются вопросы расчета ледовой плиты с полыньей, имеющей круговую форму, при действии неосесимметричных нагрузок. Изучаемая плита является бесконечной, ее толщина изменяется в окрестности отверстия. Используются аналитические методы. Применяется теория функций Бесселя.

Ключевые слова: бесконечная плита, полынья, неосесимметричные нагрузки, функции Бесселя.

UDC 624.073. Koreneva E.B. State of stress and strain of the ice slab with an opening subjected to an action of nonsymmetric loading.

Problems of the ice plate with an opening having a circular form analysis are under study. The mentioned construction is subjected to an action of nonsymmetric loading. The plate under study is infinite. Its thickness is variable in the area of an opening. Analytical methods are used. The theory of Bessel functions is applied.

Key words: infinite slab, opening, nonsymmetric loads, Bessel functions.

П.А. КОСЫХ, инж. Пермский национальный исследовательский политехнический университет ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ ХОЛОДНОКАТАНЫХ ПРОФИЛЕЙ С ПЕРФОРАЦИЕЙ «АТЛАНТ»....6

Предложена методика определения эквивалентных геометрических характеристик легкого стального тонкостенного профиля с перфорацией «АТЛАНТ». На основе предложенного подхода вычислены как изгибные, так и изгибно-крутильные характеристики исследуемого диапазона конфигураций профилей. Подтверждена гипотеза о возможности использования данных характеристик для вычисления значений критических сил потери устойчивости. Проведен сравнительный анализ с аналогичными характеристиками, соответствующими сплошному С-образному профилю.

Ключевые слова: стальной тонкостенный профиль с перфорацией, устойчивость, эквивалентные геометрические характеристики, компьютерное моделирование. UDC 624.04. Kosykh P.A. Definition of equivalent geometric characteristics of light guage steel members with perforation «ATLANT».

Approach of definition of equivalent geometric characteristics of light gauge steel members with perforation «ATLANT» is presented in the article. Both bending and lateral-torsion characteristics are calculated based on the offered scheme. Supposition about possibility of using calculated characteristics for lateral buckling force definition is confirmed. Ccomparative analysis with conventional C shaped members is executed.

Key words: light gauge steel members with perforation, buckling, equivalent geometric characteristics, computer modeling.

Т.А. МУХАМЕДИЕВ, д.т.н. НИИЖБ им. А.А. Гвоздева (АО НИЦ «Строительство»)

РАСЧЕТ ПО ПРОЧНОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ФИБРОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ ПРЕДЕЛЬНЫХ УСИЛИЙ...12

Рассмотрен расчет прочности по нормальным сечениям изгибаемых элементов из фибробетона. Предложена методика расчета по прочности элементов методом предельных усилий. Представлены правила назначения расчетных характеристик прочности фибробетона при осевом растяжении.

Ключевые слова: фибробетонные конструкции, метод предельных усилий, прочность изгибаемых элементов.

UDC 624.072.2. Mukhamediev T.A. Calculation of bending fibre-reinforced concrete structures using critical stress method.

The strength calculation on normal sections of bending elements made of fibre-reinforced concrete is considered. The methodology of the elements' strength calculating is proposed using critical stress method. The rules for indication of the strength calculation characteristics of fibre-reinforced concrete under axial tension.

Key words: fibre-reinforced concrete structures, method of critical stress, strength of bending elements.

Расчеты на устойчивость

М.Н.КИРСАНОВ, д.физ.мат.наук, проф.НИУ МЭИ, г.Москва

ОЦЕНКА ПРОГИБА И УСТОЙЧИВОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ БАЛОЧНОЙ ФЕРМЫ...19

Предложена математическая модель упругой статически определимой фермы с четырьмя опорами по углам основания. С помощью системы компьютерной математики Maple выведена формула для прогиба фермы от действия трех видов симметричной нагрузки в зависимости от размеров конструкции и числа панелей. Найдены асимптоты решения. Получены формулы для усилия в наиболее сжатом стержне для оценки устойчивости конструкции при различных видах нагружения.

Ключевые слова: пространственная ферма, устойчивость, Марle, индукция, асимптотика, прогиб.

UDC 624.31. Kirsanov M.N. Evaluation of deflectionand stability of spatial girder.

A mathematical model of an elastic statically determinate truss with four pillars at the corners of the base is obtained. Using the system Mpale the formula for deflection of a truss from the action of three types of symmetrical loads depending on the dimensions design and number of panels and the asymptotes of the solution are found out. The formulas for stress in the most compressed core are found to assessthe stability of the structure under various types of loading.

Key words: spatial truss, buckling, Maple, induction, complexity, deflection.

Нелинейные расчеты

С.В.БОСАКОВ¹,д.т.н.,проф., О.В.КОЗУНОВА²,гл.инж.проектов ¹Белорусский национальный технический университет, г.Минск, ²ОАО«Гомельский ДСК» БАЛОЧНАЯ ПЛИТА НА НЕЛИНЕЙНО-НЕОДНОРОДНОМ ОСНОВАНИИ С МЕСТНЫМ ОСЛАБЛЕНИЕМ...23

Предложен вариационно-разностный подход к расчету упругих балочных плит, расположенных на физически нелинейном неоднородном основании. Нелинейная постановка краевой задачи реализована методом упругих решений в области малых упругопластических деформаций. Численная апробация результатов расчета осуществлена с использованием программного пакета МАТНЕМАТІСА 8.0.

Ключевые слова: упругие балочные плиты, нелинейно-неоднородное основание, краевая задача, метод упругих решений, нелинейные расчеты.

UDC 624.072.21.7. Bosakov V.S., Kozunova O.V. Beam slab on nonlinear inhomogeneous base with local attenuation.

The variation-difference approach to the calculation of elastic beam slabs located on physically nonlinear inhomogeneous base is proposed. Nonlinear formulation of the boundary value problem is realized by the method of elastic solutions in the field of small elastic-plastic deformations. Numerical testing of the calculation results is performed using the software package MATHEMATICA 8.0.

Key words: elastic beam slabs, nonlinear inhomogeneous base, elastic solution, numerical method.

Динамические расчеты

Г.Г.БУЛЫЧЕВ, д.т.н., проф.Московский технологический университет МИРЭА

ДИНАМИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ КОТТЕДЖНОГО СТРОЕНИЯ...32

Рассматривается процесс разрушения коттеджа, представленного в виде трехслойного параллелепипеда (цокольный этаж, два жилых этажа и технический этаж) с вырезами, соответствующими помещениям, дверным, оконным и лючным проемам. Материал каждого слоя предполагается однородным изотропным и упруговязкопластичным. Контакт фундамента с грунтом предполагается винклеровским с первым коэффициентом постели, боковые, верхняя и внутренние поверхности строения свободны от напряжений. Рассматриваются два вида нагрузки: трапециедальный импульс, действующий на нижнюю поверхность цокольного этажа и моделирующий сейсмическую нагрузку, и прямоугольный импульс, действующий на верхнюю поверхность технического этажа. Для правильного выбора критериев разрушения первоначально проводится моделирование динамики и определяются максимальные напряжения, способные вызвать разрушение в различных характерных точках строения, и только после этого проводится моделирование разрушения. Определяются минимальные напряжения, разрушающие строение или его фундамент, проводится анализ результатов моделирования и обсуждаются возможности дальнейшего усовершенствования модели и метода.

Ключевые слова: численное моделирование, динамика и разрушение сооружений, сейсмические нагрузки.

UDC 5.393. Bulychev G.G. Dynamic destruction of the cottage.

In this article the process of destruction of the cottage presented in the form of a three-layer parallelepiped (a ground floor, two inhabited floors and a technical floor) with the holes corresponding to rooms, doors, windows and manholes is considered. The material of each layer is supposed homogeneous isotropic and elastoviscoplastic. Contact of the base with a soil is supposed as Vincler with the first coefficient of bed, lateral, upper and internal surfaces of a structure are free from stresses. Two kinds of loading are considered: an triangular impulse operating on the bottom surface of a ground floor and modelling seismic loading, and the rectangular impulse operating on the top surface of a technical floor. For a correct choice of criteria of destruction the modelling of dynamics is originally conducted and the maximum pressure, capable to cause destruction in various characteristic points of a structure, are defined and only then destruction modelling is conducted. The minimum pressure destroying a structure or its ground floor are defined, the analysis of results of modelling is carried out and possibilities of the further improvement of model and a method are discussed.

Key words: numerical modelling, dynamics and destruction of constructions, seismic loadings.

А.Г. ТЯПИН, д.т.н., проф. (ОАО «Атомэнергопроект», г. Москва)

ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ПОДУШКИ ИЗ УКРЕПЛЕННОГО ГРУНТА ПОД ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТОЙ НА СЕЙСМИЧЕСКУЮ РЕАКЦИЮ СООРУЖЕНИЯ. Часть 1: ДЕМОНСТРАЦИЯ ЭФФЕКТА...37

Одним из технических решений, применяемых при проектировании тяжелых ответственных сооружений в сейсмических районах на площадках с мягкими и средними грунтами, является устройство т.н. «грунтовой подушки» под фундаментной плитой. При этом исходный грунт в объеме «подушки» либо полностью заменяется, либо укрепляется с помощью различных технологий. Обычно главной целью такого решения служит обеспечение устойчивости основания, том числе и к разжижению при сейсмических воздействиях. Однако устройство подушки влияет и на сейсмическую реакцию сооружения. В статье рассматривается расчет ответственного сооружения на подушке с тремя вариантами глубины. Показано, что сейсмическая реакция сооружения действительно может существенно снижаться по сравнению с исходным воздействием, но лля этого исходный грунт должен быть возможно более мягким

Ключевые слова: сейсмическая реакция, взаимодействие сооружений с основанием, комбинированный асимптотический метод.

UDC 539.3. Tyapin A.G. Effect of the depth of the «pillow» of upgraded soil under the base mat on structural seismic response. Part I: Demonstration of effect.

In seismic design of the heavy structures in the soil sites they often use «soil pillows» under the base mat. Inside the volume of the «pillow» the initial soil is either removed and substituted, or upgraded by various technologies. Generally the main goal of such a design is to provide stability of soil foundation, including liquefaction during seismic events. However, this «pillow» impacts also structural seismic response. In the paper the author considers three variants of the pillow depth in seismic analysis. It is demonstrated that structural seismic response can be really decreased as compared to the initial seismic excitation, but for this effect the initial soil should be soft.

Key words: seismic response, soil-structure interaction, combined asymptotic method.

Расчеты на надежность

М.Б.КРАКОВСКИЙ, д.т.н., проф. (НПКТБ «Оптимизация», г. Москва)

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ РАСЧЕТАХ ПО НЕСКОЛЬКИМ ПРОГРАММНЫМ КОМПЛЕКСАМ...45

Реализованы требования Главгосэкспертизы и нормативных документов о необходимости использования нескольких программных комплексов при проектировании сложных объектов из железобетонных конструкций. Разработаны методика и ЭВМ-программа для автоматизированного выбора наиболее надежных решений. На конкретном числовом примере показана возможность существенного повышения надежности железобетонных конструкций при расчетах по нескольким программным комплексам.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, расчет, надежность, программные комплексы, ОМСНиПЖелезобетон, Robot Structural Analysis, SCAD, Лира, SOFISTIK, ANSYS, Midas Civil, SAP2000, CSIBridge, ETABS.

UDC 624.044. Krakovskiy M.B. Improvement in reliability of RC structures by designs with several software applicatios.

The requirements of the Expert Analysis State Central Board and of Russian National Codes for using several software applications todesign complex RC structures are implemented. Special procedures as well as software application for automatic selection of the most reliable results are developed. A specific numerical example illustrates the possibility of significant increase in RC structures reliability through design with several software applications.

Key words: RC structures, design, reliability, software applications, OM SNiP Zhelezobeton, Robot Structural Analysis, SCAD, Lira, SOFISTIK, ANSYS, Midas Civil, SAP2000, CSIBridge, ETABS.

В.С.УТКИН, д.т.н.,проф., О.Л.БОРИСОВА, инж. Вологодский государственный университет

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ЛЕНТОЧНОГО ФУНДАМЕНТА ПОД ПРОДОЛЬНОЙ СТЕНОЙ ЗДАНИЯ НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ...50

Рассмотрен метод расчета надежности индивидуального ленточного фундамента здания на стадии эксплуатации на основе теории нечетких множеств в силу ограниченной (неполной) статистической информации о контролируемых параметрах в математических моделях предельных состояний для различных критериев работоспособности фундамента. Фундамент в понятиях теории надежности представляет механическую систему, в которой каждый (условно) элемент характеризуется интервалом надежности и в целом надежность системы определяется значением надежности самого слабого элемента системы.

Ключевые слова: железобетонный фундамент, продольная стена, надежность, отказ, критерии работоспособности, возможностный метод, интервал надежности. UDC 624.151.5:642.046.5. Utkin V. S., Borisova O.L. Calculation of reliability strip foundation under the longitudinal wall of the building at the stage of operation.

The article is about method of calculation of individual tape building foundation reliability on the operational stage based on the theory of fuzzy sets on the reason of limited statistic information about controlled parameters in limit state mathematic models for different criterions of the foundation efficiency, the foundation in the concept of reliability theory is a system where every (contingently) element is characterterized with the interval of reliability and generally the reliability of the system is determined with signification of reliability of the weakest element of the system.

Key words: reinforced concrete foundation, longitudinal wall, reliability, refusal, criteria of working capacity, opportunities method, reliability interval.

Численные методы

Е.И.БРИТВИН, канд.физ.мат. наук ДПСК, г. Днепропетровск

ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИИ СДВИГА НА ИЗГИБ И КРУЧЕНИЕ ТОНКОСТЕННЫХ СТЕРЖНЕЙ...59

В работе [2] был предложен метод расчета рамных конструкций составленных их тонкостенных стержневых элементов. Суть метода состоит в том, что узел конструкции рассматривается как одноточечный конечный элемент с п дополнительными степенями свободы (по числу подходящих к узлу стержней). Центральным моментом предложенного алгоритма является построение матрицы жесткости узла, в основе которого лежит анализ конечноэлементной модели узла с последующим его «обжатием» при помощи аналитических построений. Как было показано, метод работает успешно, только в том случае, если аналитическая модель узла адекватна конечноэлементной модели. Поэтому особую актуальность для предложенного метода приобретает точность построения матрицы жесткости отдельно взятого стержня. В настоящей работе на конкретном примере показано насколько важно при построении матрицы жесткости для тонкостенных стержней учитывать влияние деформации сдвига, а также описан эффект появления депланации «без кручения» для несимметричных сечений.

Ключевые слова: тонкостенные стержни, изгиб и кручение, конечноэлементная модель, деформация сдвига, расчет рамных конструкций, матрица жесткости узла. UDC 624.044. Britvin E.I. The effect of shear deformation on bending and torsion of thin-walled bars.

The study [2] proposes the calculation method for frame structures consisting of thin-walled bar elements. The method assumes that the structural assembly is like a single point finite element with n additional degrees of freedom (n equals number of node bars). The main point of the proposed algorithm is the matrix construction for the node rigidity, based on the analysis of the finite element model of node and then its «compression» through analytical constructions. As shown, the method works successfully only if the analytical model of node is adequate to the finite element model. Therefore, the accuracy of rigidity matrix construction of every single bar is particularly important for the proposed method. The concrete example of the present work demonstrates how important it is to consider the effect of shear deformation while constructing the rigidity matrix for thin-walled beams. This work also describes the effect of warping «without torsion» for asymmetric cross-sections.

Key words: thin-walled rods, bending and torsion, finite element model, the shear deformation, the calculation of frame structures, matrix assembly rigidity.

В.И.ПРОКОПЬЕВ¹,к.т.н.,проф., М.А.САЛЬНИКОВА²,инж. ¹ФГБОУ ВПО «МГСУ»,г. Москва, ²ПАО «Красногорский завод им.С.А. Зверева», г.Красногорск АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ РАЗГРУЗКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПРЕЦИЗИОННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ...66

Предложен аналитический метод расчета параметров систем разгрузки для крупногабаритных сплошных зеркал, обладающих плоскими или сферическими рабочими поверхностями и отличающихся как наличием, так и отсутствием центрального отверстия. Подтверждение правильности расчетов, проведенных по аналитическим формулам, осуществлялось с помощью конечно-элементного моделирования работы зеркала совместно с системой разгрузки. По итогам расчетов и моделирования сделан вывод о том, что предложенный метод позволяет оценить количество разгрузки и число точек опор на каждом из них, необходимые для достижения требуемых параметров качества рабочей поверхности зеркала. Метод наиболее устойчив при применении его для плоских зеркал и зеркал с большим радиусом кривизны. Использование данного метода позволит сократить время, затрачиваемое на моделирование и расчет параметров системы разгрузки.

Ключевые слова: зеркала телескопов, крупногабаритные зеркала, пневматическая система разгрузки.

UDC 51-74 + 539.3. Prokopiev V.I, Salnikova M.A. Analytical modeling and calculation method of support system parameters of large precision space-based optical elements using a computational experiment.

This paper proposes an analytical method for calculating the parameters of support systems for bulk solid mirrors having flat or spherical working surfaces and differing by the presence or absence of the central hole. Validation of calculations carried out by analytical formulas was done by using the finite element simulation of the mirror with the support system. According to the results of calculations and simulations the proposed method allows estimating the number of support radii and points to achieve the required quality of the mirror working surface. The method is most stable when applied to flat mirrors and mirrors with large radius of curvature. The use of this method will reduce the time spent on modeling and calculation of the support system parameters.

Key words: mirror telescopes, large precision mirrors, pneumatic discharge system.

С.Ю.ТРУТАЕВ, к.т.н. (АО «ИркутскНИИхиммаш»)

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОРРЕЛЯЦИИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ЗАДАЧ...72

Приведены сведения об использовании на опасных производственных объектах идентификационных методов, позволяющих оценивать фактическое напряженнодеформированное состояние промышленного оборудования. Показана возможность использования в качестве источника данных для процедуры идентификации технологии корреляции цифровых изображений. Представлено описание модифицированного алгоритма распознавания перемещений поверхности объекта, позволяющего отказаться от необходимости нанесения на нее нерегулярной высококонтрастной «спекл»-картины.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, метод конечных элементов, метод наименьших квадратов, идентификация, корреляция, опасный производственный объект, спекл.

UDC 531/534. Trutaev S.Yu. Application of the digital images correlation technology for solving identification problems.

The article deals with data relating the usage identification methods that allow to estimate actual stress-stain state of industrial equipment at hazardous industrial facilities. It shows the opportunity of using the technology of digital images correlation as a source of data for identification procedure. The article presents the description of modified algorithm of recognition of object surface movements that allows to refuse the necessity of application irregular high-contrast «speckle» image on it.

Key words: stress-strainstate, finite-element method, least-squaresmethod, identification, correlation, hazardousindustrialfacility, speckle.

Расчёты на прочность

ДЕХТЯРЬ А.С., д.т.н., проф.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРОБЧАТЫХ БАЛОК ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ...2

Зрительные залы средней и большой вместимости обычно имеют план в виде трапеции, кругового сектора с центральным углом 90—110° в или имеют овальную форму. Перекрытия таких залов часто проектируются в виде балок коробчатого сечения. Полости балок используют для размещения светильников или устройства приточной вентиляции. Трапециевидная или секторная форма плана диктует геометрию таких балок – они должны иметь переменное сечение, сужаясь в направлении сцены (эстрады) (рис. 1). Степень сужения зависит также и от принятого количества балок в перекрытии. Кроме того. в зависимости от акустических и архитектурных требований к интерьеру зрительного зала уменьшаться от одного конца балки к другому может только ширина сечения либо ширина и высота одновременно. Ниже рассматривается задача о несущей способности коробчатых балок переменного сечения. Как обычно, для отыскания верхней границы предельной нагрузки необходимо сделать предположение о форме исчерпания несущей способности.

Ключевые слова: коробчатая балка, несущая способность, оптимальная форма.

UDC 624.04:539.376. Dekhtyar A.S. Planning of box girders with variable cross sections.

Box girders for the creating of ceiling for visual halls are often used. The form of such halls requires that beams had the variable cross sections. Narrowing of section is starting from the outward edge of hall and to his stage part. Task about load carrying capacity of box girders of variable section are considered. The kinematical method of theory of the limit equilibrium theory is applied for determination of the upper bounds of load carrying capacity Such estimations are obtained in the closed form. They are the basis of optimization task about the best geometrical parameters of beams with the fixed load carrying capacity. Examples are resulted. Necessary comparisons are done. The parametrical analysis of results received is given. Key words: box girder, load bearing capacity, optimal shape.

В.Д. ПЕТЕЛИНА, канд. физ.мат. наук, доц. МГСУ, г. Москва О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ТОЧНОСТИ СБОРКИ СЛОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ...6

Изучены вопросы прогнозирования точности сборки сложных конструкций, собираемых из стержней по заданной программе (фермы, платформы и т.п.). Приведены формулы для расчета отклонений установившейся длины (деформированного) звена, из которых собирается конструкция, от случайной длины недеформированного стержня. Получены многократные реализации процесса сборки различных конструкций на ЭВМ и из полученных данных выведены вероятностные характеристики суммарных ошибок. Предложенная методика может быть использована в строительном производстве при сборке сложных конструкций — каркасов, состоящих из отдельных звеньев, соединенных определенным образом и позволяет получить достаточно точные данные исключающие ошибки в положении строительной конструкции и ее блоков.

Ключевые слова: конструкция, прогнозирование, погрешности, статистические характеристики, стержни, деформация.

UDC 69.04. Petelina V.D. About forecasting precision assembly of complex structures.

In this paper we study questions the accuracy of the prediction of complex assembly structures assembled from rods for a given program (farms, platforms, etc.). The formulas for calculating the length of the established deviations (strain) level of which is going to design, from the random length of the undeformed rod. Obtained multiple implementation of the assembly process of different designs on the computer and the data derived from the probabilistic characteristics of the total error. The proposed method can be used in the construction industry in the assembly of complex structures, scaffolds, consisting of individual units connected in a certain manner and it provides a fairly accurate data excluding the error in the position of the building structure and its blocks. Key words: structure, forecasting, error, statistical characteristics, rods, deformation.

А.И. ПРИТЫКИН 1 ,д.т.н.,проф., К.А. ЕМЕЛЬЯНОВ 2 , г.л.инж. 1 КГТУ, БФУ, г.Калининград, 2 ООО «Строительная компания «Квадратный метр», г.Калининград ОЦЕНКА УРОВНЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ПЕРФОРИРОВАННЫХ БАЛКАХ С ШЕСТИУГОЛЬНЫМИ СКРУГЛЕННЫМИ ВЫРЕЗАМИ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ИЗГИБЕ...9

На основании анализа результатов расчета МКЭ приводится эмпирическая зависимость для оценки уровня напряжений в зонах шестиугольных вырезов со скругленными углами при наличии поперечной силы V и изгибающего момента М. Величина радиуса скругления углов принята равной 0,04 от высоты вырезов. Расчет шарнирно опертых перфорированных двутавровых балок проводился при действии одной сосредоточенной силы, приложенной посредине пролета. Предлагаемая зависимость для максимальных эквивалентных напряжений по Мизесу дифференцирует роль каждого силового фактора V и М и позволяет определять уровень напряжений в перфорированных балках в широком диапазоне параметров вырезов при разной относительной длине балок с инженерной точностью. Расчеты МКЭ показали, что при постоянной поперечной силе и линейно изменяющемся моменте эквивалентные напряжения в разных вырезах по длине балки также подчинены линейному закону. Полученная аналитическая зависимость проверена экспериментальными исследованиями на моделях стальных балок длиной 4 м.

Ключевые слова: эквивалентные напряжения по Мизесу, перфорированная балка, шестиугольные вырезы, относительная ширина перемычек, высота вырезов, эксперимент, МКЭ.

UDC 624.072.014.2. Pritykin A.I., Emelianov K.A. Estimation of the stress level in castellated beams with hexagonal fillet openings under transverse bending. In the work on base of analysis of results of calculation by FEM it is obtained approximated expressions for estimation of stress level in vicinity of hexagonal openings with fillet corners under action of transverse force V and bending moment M. Value of fillet radius was adopted equal to 0.04 of height of openings. Calculations of simply supported castellated I-beams were performed under action of one concentrated force applied in the mid-span. Suggested relation for maximum equivalent stresses on Mises differentiates the role of shear force V and bending moment M and allow determining the stress level in castellated beams in wide range of the opening parameters under different relative length of beams with engineering accuracy. Calculations show that under constant transverse force and lineal changing of bending moment the equivalent stresses near the different openings along the length of beam are also submitted to lineal law. Obtained analytical relation is also verified with experimental investigations on steel models of castellated beams with 4 meter length.

Key words: equivalent stresses on Mises, castellated beam, hexagonal openings, related width of web-posts, height of openings, experiment, FEM.

А.А.ЖУРАВЛЕВ, д.т.н., проф., Д.А.ЖУРАВЛЕВ, к.т.н., доц. Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

ПОСТРОЕНИЕ МАТРИЦ ЖЕСТКОСТЕЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МАТРИЦ ДЛЯ ЛОТКООБРАЗНОГО ЭЛЕМЕНТА ПОЛИГОНАЛЬНО-СКЛАДЧАТОГО СВОДА....16 Выполнено построение матриц жесткостей и геометрических матриц лоткообразного элемента, представляющего собой выделенную из пространственной конфигурации часть листовой конструкции полигонально складчатого свода. Проанализирована работа выделенного конструктивного элемента при осевом сжатии, на основе энергетического метода решена задача определения уровня критического напряжения, при котором наступает местная потеря устойчивости тонкостенной конструкции.

Ключевые слова: полигонально складчатый свод, лоткообразный элемент, матрица жесткостей, выпучивание пластинки, потенциальная энергия

UDC 624.04:624.07.01. Zhuravlev A.A., Zhuravlev. D.A. Deformation calculation and the local stability elements polygonal folded arch.

Generate matrix stiffness and geometric matrices trough-shaped element, which is a selection of the spatial configuration of the sheet construction polygonal folded arch. The work of a dedicated structural member under axial compression is analyzes and based on the energy method the problem of determining the level of the critical stress, which occurs when the local buckling of thin-walled structure solves

Key words: polygonal folded arch, the trough-shaped element stiffness matrix, plate buckling, the potential energy.

Теоретическая механика

Г.Т. ТАРАБРИН, д.т.н., проф. ВолгГТУ, г. Волгоград О ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОМ ИСЧИСЛЕНИИ В ПСЕВДОЕВКЛИДОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ...22

В линейном пространстве вещественных векторов сравниваются полилинейные формы, ковариантные производные, полные дифференциалы и производные по направлению, вычисленные с разными метриками – с евклидовой и с псевдоевклидовой индекса нуль. Сравниваются формулы Тейлора с разными метриками. Установлено, что полилинейные формы для разных метрик имеют разные значения, ковариантные производные имеют одинаковые значения, полные дифференциалы и производные по направлению имеют разные значения. Формула Тейлора с любым заданным наперед порядком точности в евклидовом пространстве является равенством, а в псевдоевклидовом пространстве формула Тейлора с любым порядком точности равенством не является. Сделан вывод, что в пространстве с псевдоевклидовой метрикой теряется вычислительный смысл дифференциального и интегрального исчислений, созданных в евклидовом пространстве, поставлена под сомнение возможность математического моделирования реальных физических процессов в пространстве с псевдоевклидовой метрикой.

Ключевые слова: линейные векторные пространства, формула Тейлора, псевдоевклидова метрика.

UDC 512.972. Tarabrin G.T. On the differential calculus in the pseudo-Euclidean space.

The multilinear forms, covariant derivatives, full differentials and derivatives in the direction calculated with different metrics – with Euclidean and with pseudoeuclidean of index zero – in linear space of real vectors are compared. Taylor's formulas are compared to different metrics. Is established that for different metrics different values have the multilinear forms, covariant derivatives have identical values, full differentials and derivatives in the direction have different values. Taylor's formula with any accuracy order set beforehand in Euclidean space is equality, and in pseudoeuclidean space Taylor's formula with any order of accuracy equality is not. The conclusion is drawn that in space with a pseudoeuclidean metrics the computing meaning of the differential and integrated calculations created in Euclidean space is lost.

Key words: linear vector spaces, Taylor's formula, pseudoeuclidean metrics.

С.В. БАКУШЕВ, д.т.н.,проф. Пензенский государственный университет архитектуры и строительства.

К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ УДАРНЫХ ВОЛН В СПЛОШНЫХ СРЕДАХ. Часть 1...30

Для одномерных цилиндрических волн деформаций сжатия, распространяющихся в сплошных средах, механическое поведение которых описывается как геометрически линейными, так и геометрически нелинейными математическими моделями с учетом физической нелинейности, рассматриваются условия, при которых для непрерывных краевых условий возможно образование ударной волны или волны сильного разрыва. Отмечено, что судить о возможности образования ударных цилиндрических волн внутри сплошного массива можно только после решения краевой задачи и определения явного выражения для функции радиального перемещения.

Ключевые слова: одномерная осесимметричная деформация, цилиндрические ударные волны, геометрическая и физическая нелинейность.

UDC 534.11. Bakushev S.V. ABout the question of possibility of shaping of cylindrical shock waves in continuous mediums. (Part 1).

For one-dimension cylindrical waves of compression strain, propagating in the continuous mediums, the mechanical behavior of which can be described by the geometrically linear, and also by the geometrically nonlinear mathematical models taking into account physical nonlinearity, discussed the conditions, under which the shaping of shock wave or strong shock wave for the continuous boundary conditions is possible. It is noted, that we can make any conclusions about the possibility of shaping of cylindrical shock waves inside the continuous medium only after the solving of the boundary problem and determination of the explicit expression for the radial movement function.

Key words: one-dimension axisymmetric deformation, cylindrical shock waves, geometrical and physical nonlinearity,

И.И. ИВАНЧЕНКО, д.т.н., проф. (МГУПС МИИТ)

О ВЫБОРЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПУТИ В СИСТЕМЕ «СОСТАВ — МОСТ» (К ФОРМИРОВАНИЮ НОРМ ДЛЯ ВСМ)...36

Решаются задачи о взаимодействия балочного пролетного строения моста и сосредоточенной массы при скоростном движении. Путь на мосту моделируется стержнем, связанным через упруго вязкую прослойку с пролетным строением. С целью сравнения результатов числовых экспериментов рассматривается упрощенная модель пути, применяемая для подвижной нагрузки в системах «состав – мост» для учета верхнего строения пути на мосту. Для решения задач используются шаговая процедура и метод узловых ускорений, предложенные ранее автором, для учета действия на пролетные строения подвижной инерционной нагрузки.

Ключевые слова: колебания мостов, скоростное движение грузов, шаговые процедуры, сейсмические нагрузки, верхнее строение пути.

UDC 624.07.534.1. Ivanchenko I.I. The choice of dynamic model for the track in the «train -bridge» system (the rules' development for highspeed bus).

The article solves the problem on interaction of bridge beam span and concentrated mass under high-speed operation. The track on the bridge is modelled by a rod connected with spans through viscoelastic layer. To compare the results of numeric experiments a simplified model of track applied for moving load systems «train –bridge» to account the track superstructure is described. The stepping procedure and the method of nodal accelerations previously proposed by the author is used to consider the movable inertial load effect on a superstructure.

Key words: bridge vibrations, high-speed freight traffic, stepping procedure, seismic load, track superstructure.

Ю.Т. ЧЕРНОВ, д.т.н., проф., М.В. ВОЛКОВА, к.т.н. (НИУ МГСУ, г. Москва)

К УЧЕТУ ДИССИПАТИВНЫХ СИЛ ПРИ РАСЧЕТЕ СИСТЕМ ВИБРОЗАЩИТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕДАТОЧНЫХ И ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ФУНКЦИЙ...43

Предложены методы учета диссипативных сил при расчете линейных систем с конечным числом степеней свободы с использованием передаточных и импульсных переходных функций. Представлены зависимости для определения диссипативных коэффициентов, соответствующих собственным формам колебаний, при различных диссипативных коэффициентах в элементах систем на примерах расчета поступательных колебаний систем с двумя и тремя степенями свободы и плоских колебаний массивного виблоизолированного тела.

Ключевые слова: виброизолированное оборудование, передаточная функция, импульсная переходная функция, диссипативный коэффициент.

UDC 699.842. Chernov J.T., Volkova M.V. Methods of taking into account dissipative forces for analysis of vibroinsulated systems using transfer and impulse transfer functions.

Methods of taking into account dissipative forces for analysis of linear systems with finite numbers of degrees of freedom employing transfer and impulse transfer functions are offered. Formulas for calculating dissipative coefficients corresponding to eigenforms for the case of different values of dissipative coefficients in elements of the structure are given by example of analysis of translational oscillations of systems with 2 and 3 degrees of freedom and flat oscillations of massive vibroinsulated object.

Key words: vibroinsulated equipment, transfer function, impulse transfer function, dissipative coefficient.

Сейсмические расчеты

А.Г. ТЯПИН, д.т.н., проф. (ОАО «Атомэнергопроект», г.Москва)

ВЛИЯНИЕ УКРЕПЛЕНИЯ СЛАБОГО ГРУНТА ПОД ФУНДАМЕНТОМ НА СЕЙСМИЧЕСКУЮ РЕАКЦИЮ СООРУЖЕНИЯ. Часть II: РОЛЬ КИНЕМАТИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СООРУЖЕНИЯ С ОСНОВАНИЕМ...48

При возведении ответственных сооружений на слабых грунтах приходится применять укрепление грунтов с целью контроля осадок фундаментов. Но создание укрепленной «грунтовой подушки» под фундаментом, как выясняется, иногда способно заметно снизить сейсмическую реакцию сооружения. Ранее этот эффект был продемонстрирован на конкретном примере из практики. В настоящей статье демонстрируется ведущая роль кинематического взаимодействия сооружения с основанием в рассматриваемом эффекте. Ключевые слова: фундамент, грунт, сейсмическая реакция, кинематическое взаимодействие.

UDC 539.3. Tyapin A.G. Impact of the soil upgrade on the structural seismic response. Part II: role of the kinematical soil-structure interaction.

In cases of weak soils under the base mat one has to upgrade soils in order to control settlements of the foundation. However, it turns out that the upgraded «soil pillow» under the base mat is sometimes capable of decreasing seismic response of a structure. Recently this effect has been demonstrated for a practical case. In this paper the author demonstrates crucial role of the kinematical interaction in the considered effect.

Key words: foundation, soil, seismic response, the kinematic interaction.

Деревянные конструкции

В.И.ЖАДАНОВ¹,д.т.н.,проф., М.А.АРКАЕВ¹,инж., А.Ф.РОЖКОВ², к.т.н. ¹Оренбургский государственный университет, г.Оренбург, ²Инженерно-строительный институт Сибирского федерального университета, г.Красноярск

УЧЕТ ВИТОЙ ФОРМЫ КРЕСТООБРАЗНОГО НАГЕЛЯ В РАСЧЕТЕ БАЛОЧНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ИХ УСИЛЕНИИ ПУТЕМ УВЕЛИЧЕНИЯ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ...55

Приведен алгоритм расчета балочных деревянных конструкций, усиленных путем увеличения поперечного сечения с использованием витых крестообразных нагелей. С использованием численных методов усовершенствована методика определения временного сопротивления древесины смятию в отверстии нагелями витой формы крестообразного поперечного сечения.

Ключевые слова: деревянные конструкции, усиление, увеличение поперечного сечения, витой крестообразный нагель, численные исследования.

UDC 624.011. Zhadanov V.I., Arkaev M.A., Rozhkov A.F. The accounting of cruciform dowel's twisted form in design of beam wooden constructions at their strengthening by increase of cross section.

The algorithm of design of the beam wooden constructions strengthened by increase of crosssection with use of twisted cruciform dowels is given. The tecnique of determining an ultimate crushing strength of wood in opening with use of twisted dowels of a cruciform cross section is improved by the numerical methods.

Key words: wooden constructions, strengthening, increase of cross section, twisted cruciform dowel, numerical researches.

И.В.КИСЕЛЁВ,инж., С.И.РОЩИНА,д.т.н., проф., Е.А.СМИРНОВ, к.т.н., проф. Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г.Столетовых ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА И ОСОБЕННОСТИ АРМИРОВАНИЯ ДВУСКАТНЫХ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ КЛЕЕДОЩАТЫХ БАЛОК...60

Предложен вариант эффективного армирования большепролетных клееных деревянных конструкций переменной жесткости. Рассмотрены основные расчетные предпосылки для оценки прочности и деформативности конструкций со ступенчато изменяемой жесткостью в пролете. Приведен предварительный сравнительный анализ работы конструкции, учитывающий действительную работу основного материала.

Ключевые слова: двускатная балка, клеедощатые балки, большепролетные балки, рациональное армирование, сдвиговая прочность.

UDC 624.07. Kiselyov I.V., Roshhina S.I., Smirnov E.A. The main provisions of the calculation and the peculiarities of the reinforcement of gable beams straight leegomery. The proposed option effective reinforcement of long-span glued wooden structures with variable rigidity. Describes the main design prerequisites for evaluating the strength and deformability of structures with stepped variable stiffness in the span. The following preliminary comparative analysis of the performance of the design, taking into account the actual operation of the main material. **Key words:** gable beam, leedomaine beams, long span beams, sound reinforcement, shear strength.

К.П. ПЯТИКРЕСТОВСКИЙ, д.т.н., ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко (АО «НИЦ «Строительство»), г.Москва О ПРОЕКТИРОВАНИИ РАЦИОНАЛЬНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ЦЕЛЬНОЙ ДРЕВЕСИНЫ...63

Предлагаются новые конструкции из брусьев цельной древесины, используемые в качестве ребер сводчатых и шатровых покрытий зданий инфраструктуры на осваиваемых территориях Крайнего Севера. Для создания конструкций криволинейного очертания поверхности используются многоугольные ребра, получаемые стыкованием составных прямых брусьев длиной 6 м под углом. Описываются преимущества таких конструкций: простота изготовления и сборки, прочность соединений приводятся способы образования больших пролетов путем учета совместной работы ребер с примыкающими элементами ограждения. Излагается методика расчета силового сопротивления плит в ячейках между ребрами, испытывающих сложное напряженное состояние. Используются критерии прочности Г.А. Гениева при длительном действии нагрузок.

Ключевые слова: конструкции из цельной древесины, ребра покрытий зданий, резервы экономии древесины.

UDC 624.07. Pyatikrestovsky K.P. Design of sustainable wooden constructions from whole timber.

The article proposes the new structures from bars of whole section timber, used as hips for arched and hipped roofs of buildings infrastructure on the Far North on the areas under development. To create structures of curved shape surface the polygon ribs are used. The ribs are made by matching at an angle the composite straight bars of 6 meters long. The article gives the advantages of such structures: simplicity of manufacture and assembly, joint strength. The ways of creating large spans by taking into account the collaboration of the ribs with adherent elements of enclosure are shown. The calculation method for strength resistance of cell plates between the ribs of combined stress state is described. Strength criteria of G.A. Geniev with long-term loads effect are used.

Key words: constructions from whole timber, roof hips, reserves of wood saving.

П.Н. СМИРНОВ, к.т.н. ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко (АО «НИЦ «Строительство»), г.Москва КЛЕЕВВИНЧЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ С ИМПРЕГНИРОВАНИЕМ ДРЕВЕСИНЫ...69

Приведены результаты исследований нового типа соединений деревянных конструкций на клееввинченных стержнях с импрегнированием древесины. В первой части статьи обозначены преимущества таких соединений в сравнении с традиционными клеестержневыми и винтовыми соединениями. Во второй части приведены рабочие параметры соединений и результаты их испытаний. На основании полученных результатов был сделан вывод о высокой прочности клееввинченных соединений, сопоставимой с соединениями на вклеенных стержнях и винтах. Анализ результатов исследований позволил сделать вывод о перспективности клееввинченных соединений для широкого применения в деревянных конструкциях.

Ключевые слова: соединения на винтах, винты с метрической резьбой, импрегнирование древесины клеем.

UDC 694.14. Smirnov P.N. Glue screw connections with impregnation of wood.

The article presents the results of studies on the new type connections of wooden structures with glue screw rods with wood impregnation. The first part of the article indicates the advantages of such connections comparing to traditional glued rod and screw connections. The second part describes the operating parameters of the connections and the results of their testing. It was concluded on the base of the results that the high strength of glue screw connections is comparable to the one of glued rods and screws. Analysis of the study results enables to conclude about the prospects of its wide application in wooden structures.

Key words: screw connections, metric screws, wood impregnation by glue.

Журнал «Строительная механика и расчет сооружений» 2015 год



N 1 за 2015год

Расчёты на прочность

С.В. БОСАКОВ, д.т.н., проф. (РУП «Институт БелНИИС», г. Минск)

Плоская контактная задача для полубесконечной пластинки на упругом основании...2

Комбинацией способа ортогональных многочленов и вариационного подхода получено решение контактных задач для полубесконечной пластинки на упругих полуплоскости и полосе. Распределение контактных напряжений определяется в виде ряда по полиномам Чебышева первого рода с весом, характеризующим особенность в контактных напряжениях у края пластинки. Приведен пример расчета полубесконечной пластинки на упругой полосе.

Ключевые слова: полоса, полуплоскость, контактная задача, полубесконечная пластинка, вариационный подход, способ ортогональных многочленов.

UDC 539.3. Bosakov S.V. Plane contact problem for a semiinfinite plate on an elastic foundation

Combining the method of orthogonal polynomials and the variational approach, in this paper we give a solution of contact problems for a semi-infinite plate on an elastic half-plane and strip. Contact stress distribution is sought in the form of a series of Chebyshev polynomials of the first kind with a weight characterizing feature in the contact stresses at the edge of the plate. An example of the calculation of the semi-infinite plate on an elastic band.

Key words: band, half-plane contact problem, semi-infinite plate, variational approach, the method of orthogonal polynomials.

В.С. УТКИН, д.т.н., проф. (Вологодский государственный университет)

Уточнение расчетных схем балок и рам на стадии эксплуатации и проверочный расчёт их несущей способности...6

Предложены методы уточнения расчетных схем балок и рам на стадии эксплуатации, в частности, определение угловых жесткостей опор и узловых соединений экспериментально-теоретическим методом. Рассмотрены методики расчета стержневых систем для уточненных схем работы опор и узловых соединений. Все это позволяет уточнить несущую способность балок и рам на стадии их эксплуатации.

Ключевые слова: балка, рама, стадия проектирования, расчетная схема, стадия эксплуатации, уточненная схема, эксплуатационная нагрузка, испытательная нагрузка, жесткость опор, жесткость узлов, расчеты системы.

UDC 624.04.539.519.6. Utkin. V.S. Refinement of design schemes beams and frames during the operational phaseand check calculation of bearing capacity

New methods of refinement of design schemes of beams and frames at the operational stage, in particular determination of stiffness of supports and connections by experimental-theoretical method are proposed. The techniques of calculation of rod systems for refined schemes of work supports and connections are considered. These techniques allow to refine bearing capacity of beams and frames at operational stage.

Key words: beam, frame, design stage, design schema, operational stage, refined schema, operational load, experimental force, stiffness of supports, stiffness of connections, structure analysis.

Н.А. КОШЕЛЕВА, инж., Г.Л. КОЛМОГОРОВ, д.т.н.,проф. (Пермский национальный исследовательский политехнический университет) Теория расчета гибкой ленты ВТСП методом Ритца – Тимошенко...11

Предложена методика определения деформаций в многослойной высокотемпературной сверхпроводниковой заготовке. На основании вариационного метода Ритца – Тимошенко выведены теоретические зависимости, что позволяет находить критические силы при конструировании высокотемпературных сверхпроводников. Ключевые слова: нелинейная механика гибких конструкций, вопросы прочности инженерных сооружений, высокотемпературная сверхпроводимость, упругопластическая деформация, вариационные методы, многослойная конструкция.

UDC 621.3. Kosheleva N.A., Kolmogorov G.L. The calculation theory of a flexible tape from HTS using Ritz – Timoshenko method

The paper presents the method of determining the strain in the multilayer high-temperature superconductor tape. On the basis of the variation method of Ritz-Timoshenko obtained theoretical relationships that allows us to find the critical force in the design of high-temperature superconductors, from the conditions of maintaining their strength.

Key words: nonlinear mechanics of flexible designs, questions of strength of engineering constructions, high-temperature superconductivity, elasto-plastic deformation, variation methods, multilayered design.

В.Д. ПОТАПОВ, д.т.н., проф. (Московский государственный университет путей сообщения)

Статический расчет плит, лежащих на сплошном нелокально упругом основании...15

При расчете балок и плит, лежащих на сплошном упругом основании, часто используется простейшая модель основания, предложенная Винклером. Эта гипотеза неоднократно подвергалась вполне обоснованной критике, потому что при определении реакции в рассматриваемой точке должен учитываться прогиб конструкции не только в той же точке, но и прогиб в соседних точках. С целью уточнения гипотезы Винклера многими авторами были предложены другие модели, которые позволяют в разной степени сгладить недостаток указанной модели. В настоящей статье предложен новый вариант модели сплошного нелокально упругого основания, используемого при расчете плит, опирающихся на него.

Ключевые слова: плиты, сплошное нелокально упругое основание, изгиб, колебания.

UDC 539.3. Potapov V.D. Calculation of plates, lying on continue nonlocal elastic foundation

The simplest model of an elastic foundation, proposed by Winkler, is used often for the calculation of bars and plates lying on an elastic foundation. This hypothesis was discussed critical repeatedly, because the reaction of the foundation in the considered point must take into account the deflection not only in the same point, but the deflection in points, which are near to the indicated point. Many authors offered other models, which allow to smooth out the deficiency of Winkler model. A new version of the nonlocal elastic foundation model is proposed in the present paper. This model is applied for the calculation of plates, lying on this foundation. This model allows to correct the indicated deficiency of the Winkler model.

Key words: plates, continue nonlocal elastic foundation, bend, oscillations.

ДЕХТЯРЬ А.С. д.т.н., проф. (Национальный транспортный университет, г.Киев). Несущая способность составных пологих оболочек..21

Пологие оболочки постоянной толщины имеют составную срединную поверхность. Их несущая способность исследована при шарнирном опираниии краев или защемлении и при равномерном нагружении. Кинематический метод теории предельного равновесия применен для определения верхней границы предельной нагрузки. Для описания контура сложного очертания использован метод логических R-функций. Представлены примеры расчета. Проведен анализ результатов и оценена их правдоподобность. Ключевые слова: пологие оболочки, теория предельного равновесия, предельная нагрузка.

UDC 642.04: 539.376. Dekhtyar A.S. Load carrying capacity of compound shells

The shallow shells of constant thickness with the supporting contour of complex outline have a compound middle surface. Their load carrying capacity is determined at hinge edges or clamping and at the uniform loading. The kinematics method of limit equilibrium theory is applied for determination of upper bound of the limit load. The method of the logical R1 functions is used for description of complex outline contour. Examples of computation. are presented. The analysis of results is made. Their plausibility is evaluated.

Key words: shallow shell, theory of limit equilibrium, ultimate load.

В.А. КОМАРОВ, к.т.н., доц., О.В. БОЛДЫРЕВА, ст. препод. (Пензенский государственный университет архитектуры и строительства)

Расчет и конструирование продольной и сосредоточенной поперечной арматуры консольной опоры ригеля многоэтажного железобетонного каркаса..25

Рассмотрены методы расчета и конструирования продольной и дополнительной сосредоточенной поперечной арматуры консольной опоры ригеля, рекомендованные СНиП 52.01-2003, СНиП 2.03.01-84 и на основе каркасно-стержневой модели по результатам экспериментально-теоретических исследований.

Ключевые слова: консольная опора, продольная и сосредоточенная поперечная арматура, наклонные трещины, сжатые бетонные полосы, растянутые вертикальные и горизонтальные стержни, ключевые точки, физические и условные грузовые опоры.
UDC 69.04.69.07. Comarov I.I., Boldyreva O.V. Calculation and design of longitudinal and concentrated transverse reinforcement console support rigel multistory reinforced concrete frame

Methods of calculation and design additional longitudinal and concentrated transverse reinforcement console support rigel recommended SNiP 52.0112003, SNiP 2.03.01184 and on the basis of the frame-core models based on the results of theoretical and experimental studies.

Key words: console support, longitudinal and concentrated transverse reinforcement, inclined cracks, compressed concrete strip, stretched vertical and horizontal rods, key points, physical and conventional cargo support.

Теория оптимизации

И.Н. СЕРПИК, д.т.н.,проф. К.В.МУЙМАРОВ,инж., С.Н.ШВАЧКО,к.т.н.,доц. (Брянская государственная инженерно-технологическая академия) Оптимизация железобетонных плит с использованием генетического алгоритма..30

Разрабатывается процедура оптимального синтеза железобетонных плит, изготовленных без предварительного напряжения арматуры, на основе эволюционного моделирования. Поиск осуществляется на вариантах расположения арматуры, множествах допустимых значений толщины плиты, диаметров арматурных стержней, классов бетона и арматуры. Анализ напряженно-деформированного состояния конструкции выполняется методом конечных элементов с учетом физически нелинейной работы бетона и арматуры и возможности образования трещин в растянутом бетоне.

Ключевые слова: железобетонные плиты, оптимизация, генетические алгоритмы, физическая нелинейность.

UDC 624.04. Serpik I.N. Optimization of reinforced concrete slabs with using the genetic algorithm

The procedure for optimal synthesis of reinforced concrete slabs without prestressing is developed on base of the evolutionary simulation. The search is performed on variants of reinforcement arrangement, sets of admissible values of plate thickness, rebar diameters, concrete and reinforcement classes. Analysis of the stress-strain state of the structure is performed with the use of finite element method taking into account the physically nonlinear of concrete and reinforcement and the possible of cracks formation in tension concrete.

Key words: optimization, genetic algorithms, reinforced concrete slabs, physical nonlinearity.

А.С. МАРУТЯН, к.т.н., проф. (Филиал Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске)

Управление параметрами легких металлических конструкций из перекрестных систем...36

Показано, что управление параметрами несущих конструкций зданий и сооружений является тем инструментом, при помощи которого можно улучшать их физикомеханические свойства (прочность, жесткость, устойчивость, надежность, сейсмостойкость и т.п.), а также технико-экономические характеристики (расход конструкционного материала, трудоемкость, стоимость, экологичность, транспортабельность, срочность и т.п.). Приведена методика управления напряженно-деформированным состоянием легких металлических конструкций из перекрестных систем. Ее суть заключается в переходе опорных узлов контурных ферм от шарнирных к жестким креплениям с регулируемыми реактивными (опорными) моментами за счет предварительного напряжения. Такое регулирование сопровождается весьма значительным уменьшением прогибов и существенным снижением расхода конструкционного материала.

Ключевые слова: управление, регулирование, напряженно-деформированное состояние, легкие металлические конструкции, перекрестные системы.

UDC 539.3;68.51(075.8). Marutian A.S. Manage settings for light metal structures of crosssystems

Key words: management, regulation, stress-strain state, light metal structures, cross-system.

В.Д. РАЙЗЕР, д.т.н., проф. (г. Сан-Диего, США). Оптимизация надежности конструкций с учетом фактора живучести..42

Предлагается комплексный подход к анализу надежности на основе совместного рассмотрения вероятностной оптимизации и живучести. Проблема сводится к задаче нелинейного программирования. Результаты анализируются на примере оценки надежности портальной рамы.

Ключевые слова: надежность, вероятность отказа, индекс живучести, оптимизация.

UDC 539.3. Raiser V.D. Optimization of reliability of structures based on survivability factor

A complex approach to the analysis of reliability based on joint consideration of probabilistic optimization and survivability. The problem reduces to the problem of nonlinear programming. The results are analyzed on an example of evaluating the reliability of portal frame.

Key words: reliability, failure probability, the index of vitality, optimization.

Сейсмические расчеты

А.Г. ТЯПИН, д.т.н. (ОАО«Атомэнергопроект», г.Москва)

Применение теоремы взаимности в частотном диапазоне для определения сейсмической нагрузки на жесткий фундамент в сложных грунтовых условиях. Часть II: предельные переходы и численная реализация...46

В статье обсуждаются ранее выведенные аналитические формулы для нагрузки на жесткий фундамент, неподвижно удерживаемый в грунтовом основании при распространении в нем сейсмической волны. Это обобфение ранее полученного результата на случай «сложных грунтовых условий», когда вокруг жесткого фундамента имеется область податливого «измененного грунта». Проверяются предельные переходы от «сложных» грунтовых условий к «простым» грунтовым условиям. Обсуждаются особенности численной реализации предложенных формул.

Ключевые слова: сейсмическая нагрузка, взаимодействие сооружений с основанием, теорема взаимности.

UDC 539.3. Tyapin A.G. Implementation of the reciprocity theorem in the frequency domain as a tool to derive seismic load impacting rigid basement in complex soil environment. Part II: limit cases and numerical implementation

Formulae for seismic load impacting rigid basement fixed in the soil foundation during seismic wave propagation, analytically developed in the previous paper, are further discussed. This is the extension of the previously developed analytical result for the limit case of «complex soil environment», when there is a certain volume of the «modified soil» around the basement. Limit case of «complex soil environment» is checked against «plain soil environment». Numerical implementation of the formulae is also discussed.

Key words: seismic load, soil-structure interaction, reciprocity theorem.

Динамические расчеты

Ю.Н.САМОГИН к.т.н., доц., В.П.ЧИРКОВ, д.техн.наук,проф. (Национальный исследовательский университет «МЭИ»)

Метод квазидиагонализации для расчета собственных частот и форм свободных колебаний механических систем по схемам высокой размерности..53 Предложен метод расчета собственных частот и форм колебаний из заданного частотного диапазона, основанный на декомпозиции в сочетании с конденсацией. Данный подход имеет два существенных преимущества. Во-первых, матрицы либо диагональные, либо блочно-диагональные. Во-вторых, порядок системы сокращен с N до п. Кроме того, конденсация по частотному признаку ведет к улучшению устойчивости счета, так как обусловленность матрицы Mn Kn, определяющей устойчивость, зависит от отношения высшей собственной частоты системы к низшей.

Ключевые слова: квазидиагонализация, декомпозиция, конденсация, собственная частота, погрешность, колебания, частотный диапазон.

UDC 539.3. Samogin U.N., Chirkov V.P. Quasidiagonalistic method for calculating natural frequencies and forms of free oscillations of mechanical systems upon schemes of high dimension A method of calculating natural frequencies and forms on the assumption of a predetermined frequency range based on decomposition in combination with condensation is proposed in this article. This method has two significant advantages. Firstly, the matrixes can be diagonal or block1 diagonal. Secondly, the system's order is reduced from N to n. Moreover, condensation upon a particular feature leads to the account's improved stability, as the condition of the matrix that determines the stability depends on the ratio of the highest natural frequency of the system to the lowest.

Key words: quasidiagonalization, decomposition, condensation, natural frequency, accuracy, oscillations, frequency range.

Расчеты на устойчивость

Ю.И. ДОРОГОВ, к.т.н. (Филиал МЭИ в г. Волжском). Об устойчивости горизонтального стержня, лежащего на жестком основании...58

Исследована устойчивость упругого сжимаемого горизонтального стержня, лежащего на жёстком основании и находящегося под действием собственного веса. Рассмотрен случаи частичного и полного изгиба стержня. Предварительно исследована устойчивость абсолютно-жёсткого стержня и упруго сжимаемого стержня, жесткого по отношению к деформациям изгиба. Найдено значение критической силы, при котором горизонтальный стержень теряет устойчивость.

Ключевые слова: устойчивость горизонтального стержня.

UDC 539.382.4. Dorogov Y.I. About stability of a horizontal elastic column lying on the rigid basis

The stability of a horizontal elastic column, lying on an absolutely rigid foundation and being situated under the action of gravity, is investigated. The partial bend of the column in the process of stability loss was investigated. The value of critical force at which the column loses its stability was found. **Key words:** buckling of the horizontal column.

В порядке обсуждения

В.А. ДВОРНИКОВ, ген.директор Дальневосточного проектного и конструкторско-технологического института легких конструкций Новый метод расчета на устойчивость...66

Расчет конструкций на устойчивость традиционными методами (статическим, энергетическим, динамическим) сложных систем сильно затруднен громоздкими вычислениями. Расчет многоэтажной многопролетной несимметричной рамы потребовал бы раскрытия определителя 21-го порядка и решения системы трансцендентных уравнений, содержащей несколько миллионов членов, что даже при применении ЭВМ представляет существенные трудности. В статье предложен метод расчета, позволяющий избежать указанных трудностей. Приведены примеры расчета по предлагаемому методу и сравнения их результатов с результатами, полученными традиционными методами, которые показали, что для простых систем (стержни, простые рамы) результаты совпадают. Для сложных систем (многоэтажные многопролетные рамы) результаты не совпадают, по нашему мнению, из-за упрощений, принятых при традиционном расчете.

Ключевые слова: многоэтажные многопролетные рамы, расчет на устойчивость.

UDC 624.046.3. Dvornikov V.A. The new method is based on sustainability

Key words: multi-story multi-frame, stability analysis.

Нормирование

Е.А. МОЙСЕЙЧИК, докторант (НГАСУ).

Тепловые процессы в зонах предразрушения и расчет элементов стальных конструкций на хрупкую прочность...71

Показано, что в процессе упруго-пластического деформирования материал зоны предразрушения нагревается на величину ΔT . Критические температуры стальных конструктивно-технологических форм отличаются от критических температур стали изделий на величину деформационного нагрева в зоне предразрушения.

Расчетные характеристики сопротивления стали деформированию в зонах предразрушения могут определяться с использованием полуэмпирических, аналитических и конечно-элементных моделей при решении механических или связанных задач прочности.

Ключевые слова: упруго-пластическое деформирование, критические температуры, стальные конструкции, хрупкая прочность, предразрушение.

UDC 624.014. Moyseychik E.A. Thermal processes in the areas of prefracture and calculation of steel structures on the brittle strength.

Key words: elastic-plastic deformation, the critical temperature, steel structures, fragile strength, pre-destruction.

N 2 за 2015год

Расчёты на прочность

М.Н.КИРСАНОВ, д.физ.мат.наук, проф. (НИУ МЭИ).

Аналитический расчет пространственной стержневой регулярной структуры с плоской гранью..2

Предлагается схема пространственного покрытия в виде статически определимой прямоугольной в плане фермы с опорами по четырем углам. Методом индукции с применением системы компьютерной математики Maple удается найти конечное выражение для прогиба фермы как функции размеров, нагрузки и числа панелей. Отмечается наличие минимума на кривой зависимости прогиба от числа панелей при заданных постоянных размерах боковых сторон фермы. Предельный анализ решения выявил наличие асимптот кривых прогиба и предельного значения наиболее сжатого стержня.

Ключевые слова: пространственная ферма прямоугольное покрытие. Марle индукция асимптотика прогиб.

UDC 624.04. Kirsanov, M.N. Analytical calculation of the spatial truss regular structures with a flat face

The scheme of the spatial coverage in the form of statically determinate rectangular truss with supports at the four corners is proposed. By method of induction with use of the systems of computer mathematics Maple the analytical expression for the deflection of the truss as a function of size, load and number of panels is found. There is a minimum in the curve of deflection of the number of panels in the specified regular size lateral sides of the truss. Analysis of the solution revealed the presence of asymptotes of the curves of deflection and maximum values of the most compressed core.

Key words: truss, induction, analytical solution, buckling, Maple, deflection.

В.А. КОМАРОВ, к.т.н., доц. (Пензенский государственный университет архитектуры и строительства).

Расчет наклонных сечений в подрезках консольных опор ригелей сборных многоэтажных железобетонных каркасов...6

Рассмотрены методы расчета наклонных сечений в подрезках консольных опор ригелей, рекомендованные СНиП 52.01-2003, СНиП 2.03.01-84* по результатам экспериментально-теоретических исследований.

Ключевые слова: консольная опора ригеля с подрезкой, продольная и сосредоточенная поперечная арматура, наклонные сечения, трещины, схемы разрушения. UDC 624.072.2.4. Comarov I.I. Calculation inclined sections in the console supports trimming crossbars prefabricated multistorey reinforced concrete skeletons

The methods of calculating the oblique section in trimming console support crossbars recommended 52.0122003 SNIP, SNIP 2.03.01284* on the results of experimental and theoretical studies

Key words: cantilever support with trimming, longitudinal and transverse reinforcement concentrated, oblique section, cracks, scheme destruction.

К.П. ПЯТИКРЕСТОВСКИЙ, д.т.н. (ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко,г.Москва)

Развитие методов расчета деревянных конструкций при сложных напряженных состояниях..12

Приводятся результаты исследований и предложения по расчету конструкций из клееной или цельной древесины и обшивками из анизотропных материалов, работающих в сложном напряженном состоянии, совместно с каркасом, при кратковременных и длительных нагрузках. Даются методика и пример расчета на сдвиг наиболее напряженных связей в швах примыкания оболочки к диафрагмам по теории предельного равновесия. Предлагается включить расчеты элементов конструкций работающих в сложном напряженном состоянии в последующие редакции норм проектирования.

Ключевые слова: деревянные конструкции, статическая неопределенность, нелинейные деформации, интегральный модуль, анизотропия, критерии прочности.

UDC 624.042; 539.3. Pyatikrestovsky K.P. The development of methods for the calculation of wooden structures under complex stress state (Part II)

Key words: wooden structures, static uncertainty, nonlinear deformation, integral unit, anisotropy, strength criteria.

П.Н. СМИРНОВ¹, инж., А.К. ШЕНГЕЛИЯ², к.т.н., (¹ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко, ²МГСУ)

Особенности работы нагельных соединений со стальными накладками и прокладками. Методика расчета..19

Приведен анализ работы нагельных соединений со стальными накладками и прокладками. Предложена методика расчета на основании уравнений предельного равновесия и зависимости для определения расчетных параметров соединений. На примере торцевого соединения показана возможность повышения несущей способности соединения и эффективность использования сталей повышенной прочности для нагелей.

Ключевые слова: нагельные соединения со стальными накладками и прокладками, нагели из высокопрочной стали, предел прочности на смятие нагельного гнезда, момент сопротивления нагеля изгибу.

UDC 694.14. Smirnov P.N., Shengelia A.K. Features of plated doweltype connections performance. Calculation methods

The article contains analysis of plated dowel-type connections performance. Offered are the calculation method based on ultimate equilibrium equations and relations for connections design parameters. **Key words:** plated dowel-type connections, high-strength steel dowels, embedding strength, dowel bending section modulus.

С.И. ТРУШИН, д.т.н., проф. (МГСУ, г. Москва). Прямой метод минимизации в задачах стационарной теплопроводности. Одномерная задача...25

Предлагается методика решения одномерных стационарных задач теплопроводности с граничными условиями I-го рода на основе прямого метода минимизации дискретного аналога функционала, представляющего собой квадратичную скалярную функцию векторного аргумента. Для ее построения производные, входящие в подынтегральное выражение функционала, заменяются конечными разностями, а интегрирование — суммированием. Экстремум полученной функции определяется с помощью метода сопряженных градиентов Флетчера—Ривса. Для оценки достоверности предложенной методики решен ряд тестовых задач.

Ключевые слова: стационарная задача теплопроводности, вариационное уравнение, начальные и граничные условия, функционал, уравнение теплопроводности, метод сопряженных градиентов.

UDC 519.633. Trushin S.I. A direct method of minimization in problems of stationary heat conduction. one dimensional problem

The technique of solution of stationary one-dimensional problems of heat conduction with initial and boundary conditions of the first kind based on the direct method of minimizing the discrete analogue of the functional is proposed. The discrete analogue of the functional is the quadratic scalar function of a vector argument. The derivatives included in integrand are replaced by finite differences, and the integration by summation. The extremum of the resulting function is defined by using the conjugate gradient Fletcher-Reeves method. A number of test problems are solved to assess the validity of the proposed method.

Key words: stationary problem of heat conduction, the variational equation, initial and boundary conditions, the functionality, the equation of heat conduction, method of conjugate gradients.

Численные расчети

С.К. АХМЕДИЕВ, к.т.н., М.Е. ЖАКИБЕКОВ, инж., И.Н. КУРОХТИНА, инж.,Ж.С. НУГУЖИНОВ, д.т.н. (КарГТУ,г.Караганда,Казахстан)

Численное исследование напряженно-деформированного состояния конструкций типа тонких треугольных пластин и пластин средней толщины..28 Рассмотрены пространственные конструкции в виде треугольных пластин тонкой и средней толщины с однородными и неоднородными характеристиками материалов (изотропные и ортотропные). В качестве разрешающего метода применен метод конечных разностей с использованием сетки из разносторонних треугольников. На основе численного алгоритма и авторских Фортран-программ получены ведущие параметры от поперечных и плоскостных нагрузок при различных граничных условиях (при изгибе, потере устойчивости и свободных колебаниях). Приведенные в работе результаты имеют важное научное и прикладное применение.

Ключевые слова: пластины, напряженно-деформированное состояние, толщина тонкая средняя, нагружение, изотропные, ортотропные, различие в нагружении, переменность толщины, метод конечных разностей, сетка Маркуса, частичный параметр, критический параметр, Фортран-программы, сходимость и точность результатов, интерполяция по Ричардсону.

UDC 624.07:534.1. Akhmediyev S.K., Zhakibekov M.Y., Kurokhtina I.A., Nuguzhinov Z.S. Numerical study of stressedandstrained state of thinwalled structure of triangular plate type of small and middle thickness

In the work there are considered space structures in the form of triangular plates of small and middle thickness with regular and irregular characteristics of materials (isotropic and orthotropic). As a resolving method there is used the finite-difference method using a grid of scalenous triangles. Based on the numerical algorithm and authors' Fortran-programs there were obtained the main parameters from transverse and in-plane loads with different boundary conditions (flexure, loss of stability and free oscillations). The results presented in the work are of great scientific and applied importance.

Key words: battens, stress and strain state, thin mean thickness, loading, isotropic, orthotropic, difference in loading, variability of thikness, finite-difference method, Marcus grid.

Г.Л. КОЛМОГОРОВ, д.т.н., проф., Т.Е. МЕЛЬНИКОВА, к.т.н. (Пермский национальный исследовательский политехнический университет) Применение метода Ритца – Тимошенко для расчета гибких пластин...34

Представлена методика расчета гибких пластин, основанная на вариационном (энергетическом) подходе, в частности, принципе Лагранжа и методе Ритца — Тимошенко. Описано практическое применение методики на примере анализа напряженно-деформированного состояния прямоугольной пластины, свободно опертой по периметру и находящейся под действием равномерно распределенной по поверхности нагрузки.

Ключевые слова: вариационный метод, гибкая пластина, метод Ритца – Тимошенко, напряженно-деформированное состояние.

UDC 519.3:624.07. Kolmogorov G.L., Melnikova T.E. Application of the method of RitzTimoshenko for calculating flexible plates

The method of calculating the flexible plates which based on the variational (energy) approach, in particular, on the principle of Lagrange and the method Ritz-Timoshenko, is represented. The practical application of method on the example of analyses the stress-strain state of a rectangular plate freely supported on the perimeter and under the action of load uniformly distributed over the surface, was described.

Key words: building mechanics, variational method, the flexible plate, the method of Ritz-Timoshenko, stress-strain state.

Ю.И. УСКОВ, к.т.н., проф., С.Ю. КАТЕРИНИНА, канд.техн.наук, доц., М.А. КАТЕРИНИНА, инж. (ВолгГАСУ, г.Волгоград).

Построение дискретного аналога уравнения изгиба стержня на основе модифицированного метода сплайн-аппроксимаций...39

Предложен новый подход к построению дискретного аналога основного дифференциального уравнения изгибаемого одномерного элемента – стержня – методом сплайн-аппроксимаций. Его применение позволяет уменьшить число неизвестных в каждом узле сеточной области, а введение разрывов параметров в разрешающую систему дает возможность учесть их влияние на напряженно-деформированное состояние конструкции. Данный подход имеет более общий характер по сравнению с общеизвестным методом сплайн-функций [2, 3, 4] и методом последовательных аппроксимаций Р.Ф. Габбасова [1].

Ключевые слова: дискретный аналог, изгибаемый одномерный элемент – стержень, напряженно-деформированное состояние, метод сплайн-аппроксимаций, метод последовательных аппроксимаций Р.Ф. Габбасова.

UDC 624. 073: 517.95. Uskov Y.I., Katerinina S.Y., Katerinina M.A. Construction of a discrete analogue of the equation of bending of the rod on the basis of the modified method of soline approximation

Key words: discrete analogue, bendable rod-dimensional element, the stress-strain state, the method of spline approximation method of successive approximations R.F. Gabbasova.

Сейсмические расчеты

А.Г. ТЯПИН, д.т.н. (ОАО «Атомэнергопроект», г. Москва).

Задача о комбинированной волне в расчетах динамического взаимодействия сооружений с грунтовым основанием..44

Предлагается простая вспомогательная задача, помогающая понять физический смысл ранее выведенных формул для нагрузки на жесткий фундамент, неподвижно удерживаемый в грунтовом основании при распространении в нем сейсмической волны. Эта задача, которую автор предлагает называть «задачей о комбинированной волне», позволяет получать нагрузки не только на жесткий, но и на податливый фундамент, экономя при этом на числе узлов сетки в дискретной модели.

Ключевые слова: сейсмическая нагрузка, взаимодействие сооружений с основанием, суперпозиция волновых полей.

UDC 539.3. Tyapin A.G. «Combined wave» problem in soilstructure interaction

Auxiliary problem, suggested in this paper, helps to understand physical meaning of the previously developed formulae for seismic load impacting rigid basement fixed in the soil foundation during seismic wave propagation. This problem (called the "combined wave" problem by the author) enables calculating seismic load not only for the rigid, but also for the flexible basement, saving the number of mesh points in discrete model.

Key words: seismic load, soil-structure interaction, superposition of wave fields.

<u>Резенции</u> Монография В.В. Петрова «Нелинейная инкрементальная строительная механика»..47

Н.С. БЛОХИНА, канд. техн. наук, проф., А.Г. ГАЛКИН, инж., С.В. ЩЕРБИНА, инж. (МГСУ, Москва)

Анализ напряженно-деформированного состояния плоских элементов конструкций из ортотропного нелинейно-упругого материала с применением вычислительного комплекса ANSYS..48

Рассмотрено напряженно-деформированное состояние пластины из анизотропного нелинейно-упругого материала. Исследована работа пластины с вырезом в случае плоского напряженного состояния. Расчет был выполнен при помощи программного комплекса ANSYS. Проведено сравнение полученного решения с соответствующим линейным решением.

Ключевые слова: анизотропия, физическая нелинейность, ортотропный материал, программный комплекс ANSYS.

UDC 624.012.2.04:681.3. Blokhina N.S., Galkin A.G., Scherbina S.V. Computer analysis of stressstrain state of plane structures made of orthotropic nonlinear elastic material using ANSYS. Performed the analysis of a plate made of nonlinear anisotropic elastic material in a state of stress-strain. We investigated the work of a plate with cutout in a state of plane stress. The calculations were made with ANSYS software. The result obtained was compared with the corresponding linear result.

Key words: anisotropy, physical nonlinearity, orthotropic material, ANSYS.

А.С. ДЕХТЯРЬ, д.т.н., проф. (Национальный транспортный университет, г. Киев).

Оптимальное опирание замкнутой сферической оболочки..51

Сферическая оболочка, опирающаяся на кольцо, заполнена жидкостью. Для определения верхней границы ее несущей способности применен кинематический метод теории предельного равновесия с привлечением теории линий текучести Ржаницына. Сравниваются различные возможные формы исчерпания несущей способности оболочки. Оценки, полученные в замкнутой форме, позволяют перейти к определению оптимального расположения опорного кольца. Представлены примеры.

Ключевые слова: сферическая оболочка, несущая способность, теория линий текучести Ржаницына, теория предельного равновесия, опорное кольцо.

UDC 642.04: 539.376. Dekhtyar A.S. Optimal supporting of closed spherical shell

A spherical shell supporting on a ring is filled by a liquid. The kinematical method of limit equilibrium theory is applied to determination of upper bound of load carrying capacity for such shell. The yield-lines theory of the Rzhanitsin is used. Different smash forms are compared. Estimations are received in the closed form. They allow to define the optimum location of supporting ring. Examples are presented.

Key words: spherical shell, bearing capacity, flow line Rzhanitsina theory, the theory of limit equilibrium, the support ring.

О.В. ЕМЕЛЬЯНОВ¹, к.т.н., доц., А.В. БУЛТЫКОВ¹, инж., А.Н. ШУВАЛОВ², к.т.н, доц. (¹ МГТУ, г. Магнитогорск, ² МГСУ, г. Москва) Коэффициент интенсивности напряжений элементов таврового сечения из парных равнополочных уголков с трещинами в зоне обрыва фасонки со стороны обушка..55

По результатам моделирования методом конечного элемента (МКЭ) напряженно деформированного состояния элементов из парных равнополочных уголков, соединенных в тавр, с трещинами различной длины в зоне обрыва фасонки со стороны обушка, используя метод J-интеграла, получено выражение для вычисления поправочной функции. Приведено сравнение результатов полученных разными методами.

Ключевые слова: решетчатые металлические конструкции, напряженно-деформированное состояние, трещина, коэффициент интенсивности напряжений, Јинтеграл, метод конечных элементов.

UDC 624.072.22:621.874. Emelianov O.V., Bultikov A.V., Shuvalov A.N. The stress intensity factor of Tsection of the double equal angle elements with cracks in the gusset of the plate breakage area on the tip side.

The expression has been obtained to calculate the correction function based on the results of the modeling by method of the finite element of the stress-strain behavior out of the double equal angle elements connected into T-section, with the cracks of different length in the gusset of the plate breakage area on the tip side, and by the J-integral method. The comparison of the results obtained by different methods has been tabulated here.

Key words: laced steel construction, stress-strain behavior, crack, stress intensity factor, J-integral, finite element method.

Е.А..ЛАРИОНОВ¹, д. т.н., проф., А.Е.ЛАРИОНОВ², инж. (¹МГСУ, ²Лайнсофт, г. Москва). К теории нелинейной ползучести..58

На основе концепции статистического распределения прочности звеньев (слоев, волокон), составляющих материал конструктивного элемента, выводится реологическое уравнение его механического состояния при одноосном нагружении. Это уравнение содержит нелинейно зависящую от порождающего ее напряжения деформацию ползучести. Ключевым моментом построений служит предлагаемая в работе модификация на нелинейный случай известного принципа наложения деформаций Больцмана.

Ключевые слова: ползучесть, бетон, принцип Больцмана, деформации, нелинейность.

UDC 691.328:004.12. Larionov E.A., Larionov A.E. Nonlinear creep theory

Nonlinear rheological state equations of materials are obtained on the base of the proposed modify Boltzmann principle of the fraction creep stains superposition. Boltzmann the first applied this principle when the fraction stains were independent from the value and duration of the rest stresses increments. The structural damages generate the nonlinear strains dependence on the stress increments.

Key words: creep, concrete, Boltzmann principle, deformation, non-linearity.

А.В.ТУРКОВ, д.т.н., доц., Е.В.КАРПОВА, инж. (УНПК, г.Орёл). Исследование коэффициента жесткости шва для треугольной составной изотропной пластины в зависимости от ее основной частоты колебаний при разной жесткости связей сдвига..66

Рассматривается двухслойная изотропная составная пластина на податливых связях, для которой принята теория расчета составных пластин А.Р. Ржаницына. Вычисляется коэффициент жесткости шва с помощью найденных численным методом изгибающих моментов Мх(Му). Численное исследование было проведено на треугольной двухслойной пластине при жестком и шарнирном опирании пластины по контуру. Показано, что коэффициент жесткости шва ξ зависит от основной частоты колебаний ω. Построены кривые зависимости коэффициента жесткости шва от частоты собственных колебаний конструкции при различной жесткости связей сдвига и различном их количестве в шве.

Ключевые слова: составная пластина, связи сдвига, частота колебаний, коэффициент жесткости шва.

UDC 624.072.2.011.1. Turkov A.V., Karpova E.V. Study stiffness coefficient joint compound for triangular isotropic plate depending on the fundamental frequency at different spring stiffness

The article discusses the isotropic two-layer composite plate on compliant bonds, for which the accepted theory for calculating composite plates A.R. Rzhanitsina. Stiffness coefficient is calculated using the seam found by numerical method of bending moments Mx (My). Numerical study was conducted on a triangular plate with a two-layer rigid and hinged support plate on the contour. It is shown that the stiffness coefficient ξ seam depends on the fundamental frequency of oscillation ω . Constructed curves joint stiffness from the natural frequency of the structure at different shear stiffness relations and their various amounts in the seam.

Key words: a composite plate, shift the oscillation frequency, the stiffness of the joint,

А.С.МАРУТЯН, к.т.н., проф.(Филиал Северо-Кавказского федерального университета в г.Пятигорске). Пространственное покрытие из перекрестной системы с предварительным напряжением контурных ферм..69

Приведено новое техническое решение пространственного покрытия из перекрестных систем с предварительным напряжением контурных ферм и перераспределением их реактивных (опорных) и пролетных моментов. Регулирование предварительного напряжения совмещено с монтажом несущих конструкций по методу подъема перекрытий и покрытий. Показана эффективность предварительного напряжения за счет увеличения плеча силовой пары при соответствующем размере стержневых элементов с реверсивными устройствами и трансформации их из приопорных панелей нижних поясов в подкосы контурных ферм или наклонные ветви угловых V-образных колонн.

Ключевые слова: перекрестные системы, пространственные покрытия, предварительное напряжение, монтаж методом подъема перекрытий (покрытий).

UDC 624.023.87 (088.8). Marutian A.S. Spatial coverage of crosssystem prestressed contour farms

Key words: cross-system, spatial coverage, prestressing, the installation method of lifting covers (coatings).

<u>Наши юбиляры</u> Александру Сергеевичу Городецкому — 80 лет..78

N 3 за 2015год

Расчёты на прочность

О.В. ЕМЕЛЬЯНОВ, к.т.н., проф. (ФГБОУ ВПО "Магнитогорский государственный техничексий университет им.Г.И. Носова").

К вопросу о правомерности применения концепций линейно упругой механики разрушения при прогнозировании развития усталости трещин...2 В настоящее время прогнозирование распространения усталостной трещины основано на концепции силового параметра механики разрушения - КИН, полученного

при анализе упругих напряжений в вершине у неподвижной трещины при статическом нагружении. При распространении усталостной трещины впереди её вершины постоянно формируются монотонная и циклическая рластически деформированные области. Исследование влияния пластических деформаций, протекающих в вершине усталостной трещины при нагружении и разгрузке, на величины К пах и ДК в настоящей работе было выполнено МКЭ с использованием метода пластической суперпозиции. В работе представлены результаты исследований влияния пластических деформаций, протекающих в вершине усталостной трещины, на величину коэффициента интенсивности напряжений (КИН). Установленно, что размах КИН является параметром поля, включающим эффекты схемы нагружения, формы образца, размера трещины и однозначного контроля размера циклических пластических деформаций в вершине трещины.

Ключевые слова: механика разрушения, усталостная трещина, коэффициент интенсивности напряжений, монотонная пластическая зона, циклическая пластическая зона. UDC 624.044.3. Emelyanov O.V. On the question of the legality of the use of the concepts of linear elastic fracture mechanics in predicting the development of fatigue cracks. Presently, the prediction of fatigue crack extension, based on the power parameter concept of fracture mechanics SIF obtained under the analysis of the elastic stresses in the apex at fixed crack under static loading. While thefatigue crack is being expanded in front of its top, the monotonic and cyclic plastically deformed areas are continually being formed. Theinvestigations of the plastic deformation effect proceeding in the top of the fatigue crack under loading and offlloading upon the value of K_{max} u ΔK , in the presented paper FEM has been carried out using the method of plastic superposition. The paper presents here the investigation results of the plastic deformation influence, being preceded in the fatigue crack top, upon the value of the stress intensity factor (SIF). It was established that the total amplitude of the stress intensity factor is the parameter area, which includes the loading scheme effects, sample shapes, crack size and the identical control of the cyclic plastic deformations in the crack top.

Key words: fracture mechanics, fatigue crack, stress intensity factor, monotonic plastic zone, cyclic plastic area.

М. Н. КИРСАНОВ, доктор физ.-мат. наук, проф. НИУ МЭИ

Аналитический расчет балочной фермы со сложенной решеткой...7

Предлагается схема статически определимой плоской балочной фермы с двумя неподвижными опорами. Получено точное выражение зависимости прогиба середины пролета фермы от числа панелей при равномерном нагружении фермы по верхнему поясу. Показано, что для четного числа панелей ферма кинематически изменяема. Приведена соответствующая этому случаю схема возможных скоростей. Расчеты усилий в стержнях фермы выполнены методом вырезания узлов в пакете символьной математики Maple. Найдено обобщение решения на произвольное число панелей методом индукции. Для последовательности коэффициентов решения было получено и решено рекуррентное уравнение седьмого порядка. Найдены некоторые асимптотики и особенности решения. Выявлена характерная для ферм с крестообразной решеткой скачкообразность кривой зависимости прогиба от числа панелей.

Ключевые слова: балочная ферма, прогиб, Maple, индукция, число панелей, асимптотика.

UDC 624.04. Kirsanov M.N. Analytical calculation of beamed truss with complex lattice

The scheme of statically determinate planar girder beam with two fixed supports is proposed. Obtained the exact expression of the dependence of deflection mid1span of the farm from the number of panels under uniform loading farm on the top belt. It is shown that for an even number of panels farm kinematically changing. This occasion provides relevant scheme of possible speeds of nods. The calculations of the forces of the truss in the rods produced by the method of cutting nodes in the symbolic mathematics package Maple. Found a generalization of the solution for an arbitrary number of panels by the method of induction. For the sequence of coefficients of the solution was obtained and solved the recurrent equation of the seventh order. Found some asymptotics and singularities of the solution. The curve of the deflection depending on the number of panels is typical for truss with cross1shaped lattice. **Key words:** beamed truss, deflection, Maple, induction, number of panels, asymptotics.

Р.П. МОИСЕЕНКО, д.т.н., проф. (Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск) Новый вариант расчёта долговечности конструкций...12

В существующих алгоритмах расчёта долговечности конструкций используются средние скорости изменения сопротивления и нагрузочного эффекта. Сопротивление и нагрузочный эффект зависят от нескольких случайных величин: предел текучести или предел прочности материалов, постоянные и временные нагрузки, геометрические размеры конструкции. Измерить скорость увеличения нагрузочного эффекта, как единой величины невозможно. Поэтому скорость увеличения нагрузочного эффекта определяется приблизительно. Предлагается нестандартный вариант расчёта долговечности конструкций, основанный на определении скорости изменения отдельных случайных величин (нормативных сопротивлений материала, нагрузок, геометрических характеристик). Преимущество нового варианта состоит в том, что статистическое определение скоростей изменения отдельных случайных величин является более простым по сравнению с определением интенсивности отказов или скорости изменения характеристик, зависящих от нескольких случайных величин. После определения средних скоростей изменения отдельных случайных величин, составляющих сопротивление или нагрузочный эффект, вычисляется средняя скорость изменения этих величин. Для этого используется период времени, в пределах которого сопротивление и нагрузочный эффект изменяются медленно.

Ключевые слова: долговечность строительных конструкций, скорость изменения случайных величин, отказ.

UDC 624.044:539.375. Moiseenko R.P. A new variant of calculation of durability of structures.

In existing algorithms of calculation of durability of structures are used, the average rate of change of the resistance and load effect. The resistance and load effect depends on several random variables: the yield strength or the ultimate strength of the material, permanent and temporary loads, the geometric dimensions of the structure. To measure the speed of increase of the load effect, as a single magnitude is impossible. Therefore, the rate of increase of load effect is determined approximately. Proposed non1standard variant of calculation of durability of structures, based on determining the rate of change of the individual random variables (normative resistance material, loads, geometric characteristics). The advantage of the new options is that the statistical definition of rates of change of individual random variables is simpler than determining the failure rate or the rate of change of characteristics depending on several random variables. After determining average velocity change of the individual random variables that make up the resistance or load effect is calculated the average rate of change of these quantities. To do this, use the time period within which the resistance and load effect change slowly.

Key words: durability of building structures, the rate of change of random variables, failure.

А.Н. ПАНИН, А.А. СЕМЕНОВ (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

Исследование прочности пологих оболочек из бетона на основе различных критериев прочности...17

Проведен анализ прочности некоторых вариантов оболочечных конструкций из фибробетона на основе различных критериев прочности. Рассматриваются пологие, квадратные в плане оболочки, находящиеся под действием внешней равномерно распределенной поперечной нагрузки (гладкие и подкрепленные ортогональной сеткой ребер жесткости). Математическая модель учитывает геометрическую нелинейность, поперечные сдвиги и введение ребер жесткости по методу конструктивной анизотропии с учетом их сдвиговой и крутильной жесткости. Прочность конструкций анализируется по критериям максимальных напряжений, Мизеса-Хилла, Фишера, Кулона-Мора, и Lui-Huang-Stout. Показаны графики зависимостей "нагрузка-прогиб" и значения предельных нагрузок прочности, проводится их сравнение для гладких и подкрепленных конструкций. Результаты приводятся вбезразмерных и размерных параметрах.

Ключевые слова: оболочки, прочность, критерии прочности, фибробетон, подкрепленные оболочки.

UDC 539.3, 539.4. Panin A.N., Semenov A.A. Investigation of the strength of shallow shells of fiberreinforced concrete based on various criteria strength

In this paper, an analysis of the strength of some embodiments of the fiber1reinforced concrete shell structures based on various criteria strength. Considered flat, square in plan shell under the action of external uniformly distributed transverse load (smooth and backed by an orthogonal grid ribs). The mathematical model takes into account the geometric nonlinearity, lateral shifts and the introduction of ribs on a method of structural anisotropy with regard to their shear and torsional stiffness. Structural strength is analyzed according to the criteria of maximum stress, Mises – Hill, Fischer, Coulomb – Mohr and Liu – Huang – Stout. Shows a plot of «load – deflection» and the values of ultimate loads of strength, a comparison of smooth and reinforced structures. The results are given in dimensionless and dimensional parameters.

Key words: shell, strength, strength criteria, fibrous concrete, reinforced shell.

Г.Т. ТАРАБРИН, д.т. н., проф. (ВолгГТУ, г. Волгоград)

Трансформирование пологой сферической оболочки в круглую пластину...24

Упругая пологая сферическая оболочка сжатием абсолютно жесткими штампами, перпендикулярными оси оболочки, трансформируется в круглую пластину. Рассматриваются два варианта граничных условий: края оболочки шарнирно закреплены по краю круглого отверстия в упругой бесконечной пластине и края оболочки не закреплены и свободны от внешних воздействий. Решена задача о напряженно-деформированном состоянии круглой пластины, полученной сжатием сферической оболочки штампами.

Ключевые слова: упругие пластины и оболочки.

UDC 539.3. Tarabrin G.T. Transformation of a flat spherical shell into a circular plate

The elastic construction received by pin1joint fastening of a flat shell in the form of a spherical segment to a round aperture in an infinite plate is exposed to transformation into a plate by axisymmetric compression of the shell by absolutely rigid stamps. Within the framework of hypotheses about geometrical and physical linearity in quadratures the problem of the theory of elasticity about stress 1 strain condition of the construction is solved. On the basis of calculations examples the estimation of applicability limits of the solution algorithm and adequacy of calculations results to a practical reality is given.

Key words: elastic plates and shells, strength calculations.

Динамические расчёты

КОРОЧКИН А.В., к.т.н. ,доц, кафедры «Изыскания и проектирования дорог» (МАДИ, зам.ген.директора по проектированию автодорог ОАО«Гипротрансмост», г.Москва) Определение напряжений и деформаций жёсткой дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием...30

В статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению деформаций и напряжений от воздействия транспортных средств на дорожную одежду. Указана методика проведения численных и натурных экспериментов. Приведён принцип построения системы для оценки нагруженного состояния дорожной конструкции. Представлен также анализ формирования напряжённо – деформированного состояния в жёсткой дорожной одежде с асфальтобетонным покрытием. Определена величина динамического разрушающего воздействия на дорожную конструкцию. Получены качественные закономерности взаимодействия транспортного средства с дорожной конструкцией.

Ключевые слова: асфальтобетон, цементобетон, прочность, напряжение, прогиб.

UDC 625.73: 531.3. Korochkin A.V. Determination of stresses and strains of hard road pavement with asphalt concrete surface

The article presents the results of theoretical and experimental studies on determination of strains and stresses from impact of vehicles on road pavement. The methodology of carrying out numerical and field experiments is specified. The system building principle for estimating a loaded condition of road structure is given. The analysis of stress1strain formation inhard road pavement with asphalt surfacing is also presented. The value of dynamic destructive effect on road structure is indicated. The qualitative regularities of the interaction between a vehicle and a road design are defined.

Key words: asphalt concrete, cement concrete, strength, stress, deflection.

Расчёты на устойчивость

Ю.И. ДОРОГОВ, к.т. н. (филиал "МЭИ (НИУ)" в г. Волжском).

Устройчивость стержня, вдавливаемого в жёсткий шпур с упругим дном...34

Исследуется устойчивость стержня, вдавливаемого в шпур. Шпур имеет абсолютно жёсткие стенки и упругое днище, моделируемое пружиной. Предполагается, что трение между стержнем и поверхностью шпура отсутствует. Исследуется устойчивость стержня при различных условиях закрепления непогружённого конца стержня. Определены условия, при которых стержень не теряет устойчивости и полностью погружается в шпур, оставаясь прямолинейным. Найдено значение критической силы, при которой вдавливаемый стержень теряет устойчивость прямолинейной формы. Это значение зависит не только от длины и изгибной жёсткости поперечного сечения стержня, но и от жёсткости днища шпура. Установлено, что стержень, потерявший устойчивость, восстанавливает прямолинейную форму, по мере увеличения нагрузки. Выражение критической силы инвариантно по отношению к различным условиям закрепления стержня.

Ключевые слова: устойчивость стержня, шпур, формула Кардано, восстановление формы.

UDC 539.384. Dorogov Y.I. Stability of the column pressed into the rigid blasthole with the elastic bottom

Stability of the column pressed into the blasthole with absolutely rigid walls and an elastic bottom is investigated. The cross1 section of the column shape and the same size as the cross1 section of the blasthole. The gap between a column and a surface of the blasthole is absent. Various conditions of fixing for not shipped end of a column are considered.

 $\textbf{Key words:} \ \text{buckling of the column, blasthole, the Cardano formula, reshaping.}$

Численные расчёть

В.Б. ЗЫЛЕВ, д.т.н., Н.А.ГРИГОРЬЕВ, к.т.н. ПГУПС (МИИТ). Китайский волчок как тест для контактных динамических задач...42

Излагается численный алгоритм формирования контактных сил при взаимодействии упругих тел. По точкам взаимодействия могут появляться как нормальные, так и касательные усилия, подчиняющиеся закону Кулона. Существенную роль в модели играют фиктивные жесткости, при помощи которых корректируются контактные силы на каждом шаге интегрирования. Модель приспособлена к явной схеме интегрирования уравнений движения. Как тестовый пример рассматривается задача о движении китайского волчка на поверхности с трением. Используется собственная компьютерная программа. В численных решениях удается получить эффект переворачивания волчка и его вращение на ножке в течение нескольких секунд. Компьютерная модель волчка содержит 222 узла с сосредоточенными массами, соединенных упруго растяжимыми стержнями.

Ключевые слова: упругие тела, контактные силы, численный алгоритм, большие перемещения, явная схема интегрирования уравнений движения, экстраполяция по Адамсу, китайский волчок.

UDC 624.04:004. Zylev V.B., Grigoriev N.A. Chinese spinning top as a test for dynamic contact problems

Outlines a numerical algorithm of formation of the contact forces in the interaction of elastic bodies. In points of interaction can appear both normal and tangential forces, obeying the Coulomb law. Significant role in the model play the fictitious rigidity by which the adjusted contact force at each integration step. The model is adapted to the explicit integration scheme of the equations of motion. As a test example we consider the problem of the motion of the Chinese spinning top on a surface with friction. We use our own computer program. In numerical solutions it is possible to obtain the effect of turning the spinning top and its rotation on the leg for a few seconds. A computer model of the spinning top contains the 222 nodes with lumped masses connected by elastic tensile rods.

Key words: elastic body contact force, numerical algorithm, large displacement, explicit integration scheme of the equations of motion, extrapolation Adams, Chinese spinning top.

И.И. ИВАНЧЕНКО, д.т.н., проф. (МГУПС МИИТ)

Действие подвижных инерционных нагрузок на тонкостенные стержни, моделирующие двухпутные строения мостов на ВСМ...47

В статье предлагается численный метод исследования колебаний двухпутных пролетных строений мостов, моделируемых тонкостенными стержнями с открытыми или замкнутыми (с ответвлениями) профилями, при их взаимодействии с высокоскоростными составами. Для решения задачи используется шаговая процедура и метод узловых ускорений для учета действия на пролетные строения подвижной инерционной нагрузки. Пролетное строение рассматривается как суперэлемент при тригонометрической аппроксимации смещений. Рассматривается вертикальная динамика подвижного состава. Путь на пролетном строении заменяется упруго-вязкими элементами, каждый вагон составов моделируется механической системой с 10 степенями свободы.

Ключевые слова: колебания двухпутных мостов, подвижная нагрузка, скоростные составы, тонкостенные стержни с открытым и замкнутыми профилями, шаговые процедуры, динамические коэффициенты.

UDC 624.07.534.1. Ivanchenko I.I. Action mobile inertial loads on thinwalled, doubletrack structure modeling bridges SCM

The article proposes numerical method for investigation of double1 track bridge fluctuations, modeled by thin1walled bars profiles with open and closed (branching) profiles under their interaction with high1speed trains. To solve the problem we use the step procedure and the nodal acceleration method to account the effect of movable inertial load to superstructure. Superstructure is considered as a super element under trigonometrical approximation of displacements. Vertical dynamics of rolling stock is reviewed. A path on superstructure is replaced by elastic1viscous elements, each wagon of train is simulated by mechanical system with 10 degrees of freedom.

Key words: double1 track bridge fluctuations, movable load, high1 speed trains, thin1 walled bars with open and closed profiles, step procedures, dynamic coefficients.

А.В. ИГНАТЬЕВ к.т.н., доцент (Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет)

Метод конечных элементов в форме классического смешанного метода (особенности и возможности применения)...55

Рассмотрены особенности и возможности применения развиваемого автором метода конечных элементов в форме классического смешанного метода, существенно отличающегося от известных смешанных форм МКЭ. Показываются и доказываются существующие проблемы и недостатки как в теории, так и в практике применения МКЭ в традиционной форме (в перемещениях): проблемы учета смещений конечного элемента как жесткого целого, наличия жестких или очень податливых вставок, «запирания», сгущения сетки для повышения точности решения и др., и одновременно описываются пути решения этих проблем на основе разрабатываемого автором МКЭ в форме классического смешенного метода. Преимущества последнего позволяют в дальнейшем использовать его при верификации результатов расчета с применением как известных, так и предлагаемых новых комплексов.

Ключевые слова: метод конечных элементов, классический смешанный метод, матрица откликов.

UDC 624.04: 519.6. Ignatyev A.V. Finite element method in the form of classic mixed method (features and possibilities of application)

The article presents the features and possibilities of application of finite element method in the form of classical mixed method developed by the author which significantly differs from the well1known mixed variants of finite element method. The existing problems and shortcomings in the theory and in practice of FEM application in itstraditional form (displacements) are shown and proved: the problems of registration offinite element displacements as a rigid integer, the problems of presence of hard or very pliable inserts, «locking», thickening mesh to improve accuracy of a solution, etc., and simultaneously the solutions to these problems are given on the basis of finite element method in the form of classical mixed method developed by the author. The advantages of the latter allow for its further use in calculation results verification applying both known and proposed new complexes.

Key words: Finite Element Method, classical mixed method, response matrix.

С.И.ТРУШИН, д.т. н., проф. (МГСУ, г.Москва). Прямой метод минимизации в задачах стационарной теплопроводности. Двумерная задача...60

Предлагается методика решения двумерных стационарных задач теплопроводности с граничными условиями I-го рода на основе прямого метода минимизации дискретного аналога функционала, представляющего собой квадратичную скалярную функцию векторного аргумента. Для ее построения производные, входящие в подынтегральное выражение функционала, заменяются конечными разностями, а интегрирование - суммированием. Экстремум полученной функции определяется с помощью метода сопряженных градиентов Флетчера-Ривса с использованием одномерного поиска по алгоритму Дэвиса-Свенна-Кэмпи. Для оценки достоверности предложенной методики решены две тестовые задачи. Данный алгоритм позволяет найти минимум квадратичной функции за количество шагов равное размерности задачи. Он не требует вычислять матрицу вторых производных, создавать большой по объему массив для ее хранения и решать систему линейных алгебраических уравнений.

Ключевые слова: стационарная задача теплопроводности, вариационное уравнение, начальные и граничные условия, функционал, уравнение теплопроводности, метод сопряженных градиентов.

UDC 519.633. Trushin S.I. A Direct method of minimization in problems of stationary heat conduction. Twodimensional problem

The technique of solution of stationary two l dimensional problems of heat conduction with initial and boundary conditions of the first kind based on the direct method of minimizing the discrete analogue of the functional is proposed. The discrete analogue of the functional is the quadratic scalar function of a vector argument. The derivatives included in integrand are replaced by finite differences, and the integration by summation. The extremum of the resulting function is defined by using the conjugate gradient Fletcher – Reeves method and one l dimensional search Davies – Swann – Campey process. The two test problems are solved to assess the validity of the proposed method. This algorithm allows to find the minimum of a quadratic function in the number of steps equal to the dimension of the problem. It does not require to compute the matrix of second derivatives, to create a large l dimension array for store and solve the system of linear algebraic equations.

Key words: stationary problem of heat conduction, the variational equation, initial and boundary conditions, the functionality, the equation of heat conduction, method of conjugate gradients.

Экспериментальные исследования

М.И.ГУКОВА, к.т.н., М.И.ФАРФЕЛЬ,к.т.н., С.В.ГУРОВ,инж., С.В.ИВАЩЕНКО,инж., Д.Ю.КОНЯШИН,инж., (ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко АО"НИЦ"Строительство") Испытание натурных узлов конструкции увеличения козырька покрытия БСА «ЛУЖНИКИ»...63

На натурных образцах узлов новой конструкции козырька, увеличивающего покрытие при реконструкции к Чемпионату Мира по футболу в 2018 г. Большой спортивной арены «Лужники», исследована несущая способность верхних поясов консольной части при различных способах прикрепления их к узлам, опирающимся на существующие конструкции радиальных балок. Испытания проводились на двух типах узлов соединения верхнего пояса консольной части к конструкциям существующего покрытия. Первый тип представля первоначальное решение узла на фасонке. Второй тип — это принятое проекте решение, в котором верхний пояс врезан в опорную вертикальную пластину. Испытания показали особенности действительной работы двух типов соединений. По результатам испытаний натурных узлов выдано заключение о работоспособности и рациональности принятых конструктивных решений проекта.

Ключевые слова: реконструкция, козырёк, консольная система, внутренний контур покрытия, монтаж, сварка, сварочные швы, натурные образцы, фасонки, узлы конструкций, несущая способность.

UDC 624.072.2.014. Gukova M.I., Farfel M.I., Gurov S.V., Ivashchenko S.V., Konyashin D.Yu. Testing fullscale structural assemblies increasing visor covering of GSA «Luzhniki» By full Iscale samples of assemblies of the visor new structure, which increases covering of Grand sport arena «Luzhniki» under its reconstruction for the World football Championship in 2018, load Ibearing capacity of cantilever top chords was investigated under different ways of attaching them to assemblies based on the existing constructions of radial beams. The tests were conducted on two types of assemblies connecting cantilever top chord to structures of the existing coating. The first type was represented by the initial decision for assembly on gusset plate. The second type was adopted under the project, where top chord was embedded in the vertical support plate. Tests have shown the peculiarities of the actual work of two assembly types. According to the full1scale assemblies' test results the conclusion on efficiency and rationality of the adopted design decisions of the project was issued.

Key words: reconstruction, visor, cantilever system, internal circuit of coating, assembling, welding, welds, full1scale samples, gusset plate, structural assembly, load1bearing capacity.

В помощь проектировщику

А.С.МАРУТЯН, к.т.н., проф. (Северо-Кавказский федеральный университет, филиал в г.Пятигорске)

Несущие конструкции из двойных систем перекресных ферм и балок...70

Приведена компоновка каркасов зданий и сооружений с пространственными покрытиями из перекрестных конструкций. Показаны рациональность, эффективность и универсальность их технического решения применительно к перекрестным системам двух и трех направлений, с использованием железобетонных и металлических конструкций. Представлена стальная перекрестная конструкция в виде балок составного сечения из пятиугольных труб или сквозных балок (безраскосных ферм) из пятиугольных и квадратных труб. Сквозные балки при диагональном расположении перекрестной конструкции по расходу материала более предпочтительны. Описаны модули размерами в плане 112×112 м из двойных систем перекрестных стальных ферм и балок со светопрозрачным кровельным ограждением, представляющие собой две половины трансформируемого покрытия спортивно-концертного комплекса.

Ключевые слова: перекрестные конструкции, перекрестные фермы, перекрестные балки, модули, трансформируемое пространственное покрытие.

UDC 624.074:69.024.4. Marutyan A.S. Supporting structure in binary systems cross farm and beams

Shows the layout of the building frames and structures with spatial coatings of cross structures. Showing rationality, efficiency and flexibility of their technical solutions in relation to cross1 systems of two or three directions, with the use of reinforced concrete and steel structures. Presented steel cross design in the form of composite beams section of pentagonal through pipes or beams of pentagonal and square tubes. Transverse beam in the diagonal disposition structure according to a cross1flow of material more preferred. Describes the size of the modules in terms of m 112×112 binaries steel trusses and cross beams with translucent roof railing, which are the two halves of the convertible cover sports and concert complex.

Key words: cross designs, cross1farm, cross beams, modules, transformable spatial coverage.

N 4 за 2015год

Расчёты на прочность

В.С. ГАРИПОВ, к.т.н., доц., С.Н. ГОРЕЛОВ, к.т.н., доц., П.И. ВЕККЕР, инж., К.С. НИКИТЕНКО, инж. (ОГУ) АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ И КАНАТОВ НАВЕСНОГО САМОПОДЪЕМНОГО КРАНА..4

В связи с увеличением грузового момента навесного самоподъемного поворотного крана и, как следствие, изменением размеров металлоконструкций и диаметров несущих стальных канатов, необходим поверочный расчет. Из-за невозможности полностью автоматизировать расчет при проектировании подобных сооружений, возникает необходимость предварительного аналитического расчета усилий или последующего, после автоматизированного расчета, а также подбора канатов согласно действующим нормативно-техническим документам, по существующим методикам. Так же возникают трудности передачи усилий канатов через шкивы, при этом расчет необходимо проводить предварительно аналитически, а также приходится моделировать замену обоймы крана. С помощью систем автоматизированного проектирования (далее САПР) проводится проверка на прочность и жесткость металлоконструкций, подбираются по результатам расчета усилий диаметры канатов. Усилия в канатах рассчитываются автоматизированно и аналитическим способом, используя теорию расчета гибких нитей. Приводится сравнительный анализ результатов расчета различными способами, а также отмечаются недостатки САПР при проектировании подобных сооружений. Полученные результаты будут полезны разработчикам САПР, инженерам-проектировщикам, занятым расчетом и проектированием подобных сооружений, а так же экспертам в области промышленной безопасности опасных производственных объектов на которых используются подъемные сооружения.

Ключевые слова: навесной самоподъемный поворотный кран, расчет, напряженно-деформированное состояние, гибкие нити.

UDC 624.014:624.074. Garipov V.S., Gorelov S.N., Vekker P.I., Nikitenko K.S. Analysis of stress-strain state of metal structures and rope attachment selfe-evating crane due to an increase in its load moment.

With the increase of load moment mounted slewing self-climbing crane and, as a consequence, a change in the size of metal and the diameter of bearing steel ropes needed checking calculation. Because of the inability to fully automate the design of such facilities is necessary to pre-analytical calculation of effort or follow-up, after the automated calculation and selection of ropes according to the current normative-technical documents, according to the existing methods. The same difficulties arise tension ropes through pulleys, and the calculation necessary to conduct pre-analytical, but also have to model the replacement of the cage of the crane. Using computer-aided design (hereinafter CAD) is checked on the strength and stiffness of metal, are selected based on the calculation results of the efforts of the diameters of the ropes. Efforts are calculated in the ropes and automated analytical way, using the theory of calculation of flexible filaments. The comparative analysis of the calculation results in a variety of ways, as well as the shortcomings of CAD in the design of such facilities. The results will be useful to developers of CAD, design engineers engaged in the calculation and design of such facilities, as well as experts in the field of examination of industrial safety of hazardous production facilities where lifting facilities are used.

Key words: mounted slewing self-climbing crane, calculation, simulation, stress-strain state, flexible strands.

В.А. КОМАРОВ, к.т.н., доц., Н.Н. ЛАСЬКОВ, д.т.н. (Пензенский государственный университет архитектуры и строительства) ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ СИЛ ПРИ РАСЧЕТЕ НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ В ПОДРЕЗКАХ КОНСОЛЬНЫХ ОПОР РИГЕЛЕЙ МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСОВ...12

Дан анализ методов расчета наклонных сечений в подрезках консольных опор ригелей с учетом влияния продольных растягивающих и сжимающих сил, рекомендованных СНиП 52.012003, СНиП 2.03.01(84* в сопоставлении с данными экспериментальных исследований. Приведена программа физического эксперимента, описание и анализ полученных результатов при изменении схемы приложения вертикальной нагрузки и значений продольных сил, установлены изменения усилий образования и развития трещин, разрушающих нагрузок, а так же схем разрушений. При действии сжимающих продольных сил экспериментально получен новый вид разрушения сжатой полосы бетона консольной опоры – срез (сдвиг) по трещинам вдоль выделенной сжатой полосы. Даны рекомендации по расчету наклонных сечений консольных опор с учетом продольных сил по нормативным методикам, и предложения дополнять их расчетом прочности сжатой полосы бетона консольной опоры

Ключевые слова: консольная опора ригеля (с подрезкой), продольные растягивающие и сжимающие силы, наклонные сечения, сжатая полоса бетона, трещины, схемы разрушения. UDC 692.522.3:608.2. Komarov V.A., Lasko N.N. Influence of longitudinal forces in the calculation inclined sections in the console supports trimming crossbars multistory carcases.

The analysis methods for calculating the inclined sections in the console supports trimming crossbars with the influence of the longitudinal tensile and compressive forces recommended SNIP 52.01-2003, SNIP 2.03.01-84* in comparison with the data of experimental studies. Shows program of physical experiments, description and analysis of the results when you change the application schema of the vertical load and the values of the longitudinal forces, established changeseffort formation and development of cracks, failure loads, as well as schemes of destruction. When compressive longitudinal forces experimentally obtained a new kind of destruction compressed strip concrete cantilevered support - cut (shear) cracks along the discharge of the compressed strip. Recommendations are given for the calculation of oblique section of console supports taking into account the longitudinal forces on regulatory procedures and proposals complement calculating compressive strength of the concrete strip cantilever support.

Key words: cantilever support bolts (with trimming), the longitudinal tensile and compressive forces, oblique section, compress the concrete, cracks, circuit destruction.

Сюй Юнь¹, инж., А.Г. ЧЕРНЫХ², акад. РАЕН, д.т.н., проф., В.Н. ГЛУХИХ¹, д.т.н., доц. (¹Санкт-Петербургский ГАСУ, ²Санкт-Петербургская ГХПА им.А.Л.Штиглица) МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОДНОСРЕЗНОГО ШУРУПА НА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ НАКЛАДКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЛАСТИНЫ...17

Исследуется распределение напряжения смятия древесины в гнезде под шурупы. Разработана математическая модель для аналитического расчета несущей способности односрезного шурупа на металлической накладке без укрепления и с металлической зубчатой пластиной. Экспериментальные исследования обоснованы методикой испытаний и расчета соединений в деревянных элементах из поперечно(клееной древесины и бруса из клееного шпона в соответствии с СНиП 64.13330.2011 и отечественных материалов. Обоснованность научных положений, рекомендаций и достоверность результатов исследований достигаются применением общепризнанных гипотез и положений теории строительной механики и сопротивления материалов, а также статистической обработкой полученных экспериментальных данных и установленных аналитических зависимостей. Полученными результатами аналитического алгоритма показана удовлетворительная сходимость с экспериментальными данными.

Ключевые слова: шуруп, металлическая накладка, металлическая зубчатая пластина.

UDC 694. 141. 4: 694. 146. Xu Yun, Chernykh A.G., Glukhikh V.N. Modeling and calculation of the shear bearing capacity of screw on the metal plate with nail plate.

The distribution of the wooden crushing stress in the nest under screws is considered in this paper. A mathematical model for the analytical calculation of the shear bearing capacity of the screw on the metal plate without reinforced and with nail plate, which is based on the test procedures and calculation of joints in wooden elements from the cross-laminated wood and laminated veneer lumber in accordance with SNIP 64.13330.2011 and domestic materials. The validity of scientific statements, recommendations, and the accuracy of the research results are achieved using generally accepted hypotheses and assumptions of structural mechanics of materials, as well as on the basis of statistical processing of the experimental data and analytical dependences. The results obtained analytical algorithm shows satisfactory agreement with experimental data.

Key words: screw, metal plate, nail plate.

Е.М. ТУПИКОВА, инж. (Российский университет дружбы народов, г. Москва) ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ И УСИЛИЙ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПАНДУСАХ В ФОРМЕ КОСОГО ГЕЛИКОИДА...24

Рассмотрены вопросы расчета на прочность железобетонных пандусов, представляющих собой тонкие упругие оболочки в форме косого геликоида. Автором использован не применявшийся в более ранних работах вариант параметрического задания срединной поверхности, и получены выражения квадратичных форм в неортогональной несопряженной системе координат. Для анализа напряженно(деформированного состояния конструкции выведена система разрешающих уравнений в перемещениях, в соответствии с моментной теорией тонких упругих оболочек для случая пологих оболочек. Рассматривается двумерная задача для осесимметричной нагрузки. Получены графики перемещений и усилий для защемленной с двух сторон оболочки, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой. Проведена серия расчетов по данному методу для геликоидов с разными углами наклона образующих и сравнение результатов с расчетами по методу конечных элементов

Ключевые слова: косой геликоид, винтообразные железобетонные конструкции, пандусы, техническая теория пологих оболочек.

UDC 624.042:519.62: 539.3. Tupikova E.M. Calculation of displacements and forces in reinforced concrete ramps in the form of skew helicoid.

The article discusses the problems of the analysis of structural ramps, which have a form of oblique helicoidal shells. The original variant of parametric representanion of middle surface is applied, and the expressions of quadratic forms for non-conjugate non-ortogonal coordinate system are obtained. The system of resolving equations in deformations is got, by bending theory of thin elastic shellsfor the case of shallow shells. The two-dimensional problem is analyzed for axisymmetric loading. The graphics of deformations and strains, calculated by means of semi-analytical method are represented it the article. The series of stress-strain analysis for shells with variable angles of surface generators have been done, and the results are compared to the results obtained by finite-element method.

Key words: oblique helicoid, structural ramps, helicoidal reinforced concrete constructions, technical theory of shallow shells.

В.Б. ГРИНЕВ, д.т.н., проф., Ю.Н. ЯРОВОЙ, к.т.н. проф., В.А. ЛЕВАДА, инж. (Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Украина) К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЖЕСТКОСТЕЙ ОПОР МАЧТОВЫХ СИСТЕМ В ДЕФОРМИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ...29

В связи с активным развитием мобильной связи, возникла необходимость установки большого количества башенных и мачтовых сооружений для размещения антенного оборудования. Как правило, сооружения устанавливаются в условиях сложившейся плотной застройки, действующих предприятий, на покрытиях эксплуатируемых зданий и сооружений. Мачты на оттяжках являются одними из самых востребованных сооружений для размещения антенного оборудования. Их расчетными моделями являются стержни на нелинейных опорах. Нелинейность определяется сложным характером деформирования узлов крепления вант. Определение жесткостей вантовых опор в деформированном состоянии дают важные исходные данные для уточненного расчета устойчивости и собственных колебаний.

Ключевые слова: гибкая нить, оттяжка, мачтовая система, сквозные стержневые системы, упруго(податливая опора, жесткость, прочность, устойчивость. UDC 624.01. Grinyov V.B., Levada V.A., Yarovoi J.N. Development of the calculation method of stiffness of mast systems supports in deformed condition. In connection with active development of mobile communication, there became a necessity of installing multitude of tower and mast construction for placing of antenna equipment. Usually, buildings are set in the conditions of compact planning, operating manufactures, on the roof of buildings and constructions. Guyed masts one of the most claimed construction for placing of antenna equipment. Their simulation models are nonlinear rods supports. Non-linearity is defined by a complex character of deformation of attachment points of the guys. Definition viciousness cable-stayed poles in deformed state provide important baseline data for calculation of the adjusted stability and oscillations.

Key words: ideal cable, guy, mast system, through bar structures, elastic yielding support, stiffness, stability. А.Е. СВЯТОШЕНКО, к.т.н. (ГАУ НО «Управление госэкспертизы», г. Нижний Новгород)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ БАЛОК ДВУТАВРОВОГО ПОСТОЯННОГО СЕЧЕНИЯ С ДВУМЯ ОСЯМИ СИММЕТРИИ ...35 Разработана инженерная методика расчета на устойчивость балок двутаврового постоянного сечения с двумя осями симметрии, изгибаемых в плоскости наибольшей жесткости. Получены формулы для расчета предельного изгибающего момента Mult, при котором балка переходит в изменяемую систему, получая существенные приращения бокового смещения и углов закручивания. Исходная модель однопролетной балки включает в себя: наличие геометрических несовершенств (начальной погиби); билинейную диаграмму работы стали; наличие закреплений от депланации опорных сечений; погонную и сосредоточенную нагрузку на верхнем поясе балки. Выполнено сопоставление Mult, определяемого по формуле (1), нормам СНиП [1], DIN [4]с численными расчетами методом конечного элемента МКЭ. Формулы таблицы 1 предлагается использовать для совершенствования норм [3], а также для выполнения проверочных расчетов по

Ключевые слова: предельный изгибающий момент, плоская форма изгиба, устойчивость изгибаемых элементов, однопролетные балки, двутавровые балки, совершенствование методов расчета.

UDC 624.014.2. Svyatoshenko A.E. The improvement of design method to check stability of I-beams with constant section and two symmetrical axes.

The engineering method has been upgraded to check stability of I1beam with constant section and two symmetrical axes bended in the plane with bigger stiffness. There are new formulas for ultimate bending moment Mult in the method, which makes from I-beam flexi system and gives to the beam big lateral increments and rotated angles. The initial model of the one span beam includes geometric imperfections (initial deflections), bilinear steel diagram, the support from the warping of the edge sections, point and line load to the upper beam flange. The comparison of has done between formula's method (1), Code (SNiP) [1], DIN [4] from one side and numerical Final element method FE from the other side. The formulas from the table 1 are offered to use for The Code improvement [3], and also for the design check via the Code [4].

Key words: ultimate bending moment, plane banding form, stability of the bending elements, one span beams, I-beams, improvement of the stability design method.

Г.Г. БУЛЫЧЕВ, д.т.н., проф. (МГТУ, МИРЭА, г. Москва)

ДИНАМИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ МАЛОЭТАЖНЫХ СТРОЕНИЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СЕЙСМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ...40

Рассматривается процесс разрушения полых прямоугольных коробов с перегородками и вырезами, соответствующими перегородкам и оконным и дверным проемам малоэтажных сооружений, под действием трапецеидального импульса, имитирующего сейсмическую волну [1]. Материал коробов предполагается однородным, изотропным и упруговязкопластическим. Основание коробов предполагается винклеровским с первым коэффициентом постели, боковые, верхняя и внутренние поверхности коробов свободны от напряжений. Определяются минимальные разрушающие напряжения, исследуется характер взаимодействия подошвы оснований сооружений с грунтом, проводится анализ результатов моделирования и обсуждаются возможности усовершенствования модели при условии использования метода пространственных характеристик.

Ключевые слова: численное моделирование, динамика и разрушение сооружений, сейсмические нагрузки.

UDC 5.393. Bulychev G.G. Dynamic destruction of low constructions under the influence of an seismic loading.

In this paper the process of destruction of hollow rectangular boxes with parting walls and excisions in walls which correspond to parting walls and windows and doors openings of low constructions, under activity an trapezoidal impulse imitating a seismic wave is considered. The material of boxes is supposed homogeneous, isotropic and elastoviscoplastic. The house footing is supposed as Vincler with the first coefficient of bed. Lateral, upper and interior surfaces of boxes are free from stresses. Minimum breaking stresses are spotted, character of interaction of the building's base surface with a soil is explored, the analysis of results of modelling is carried out and possibilities of betterment of a model under condition of use of a method of spatial characteristics are considered

Key words: numerical modelling, dynamics and fracture of buildings, seismic loads.

Б.Г. КЕГЛИН, д.т.н., проф., Е.С. ЦУКАНОВА, инж. (Брянский государственный технический университет) ДИНАМИЧЕСКИЙ КОНЕЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ В СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ...45

Для решения задач динамики стержневых систем предложен конечный элемент, в котором используются базисные функции, представляющие собой точные колебательные формы элементов конструкции. Для свободных и вынужденных колебаний стержневых систем проведено сопоставление решений при использовании динамического и традиционного конечных элементов.

Ключевые слова: метод конечных элементов, матрица жесткости, матрица масс, стержень, деформации, свободные и вынужденные колебания. UDC 531/534. Keglin B.G., Tsukanova E.S. Dynamic finite element in structural mechanics

For dynamic analysis of frame structures, the finite element with base functions representing the exact vibration modes of structural elements is suggested. For free and forced vibrations of frame structures the comparison of the solutions obtained by using the dynamic and traditional finite elements is performed.

Key words: finite element method, stiffness matrix, mass matrix, bar, deformations, free and forced vibrations.

А.Г. ТЯПИН, д.т.н. (ОАО «Атомэнергопроект», г. Москва)

КРИТИЧЕСКИЕ ЧАСТОТЫ ГРУНТОВОГО ПОДВЕСА ДЛЯ ЖЕСТКИХ ФУНДАМЕНТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ОДНОРОДНОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА...54

Линейные задачи динамики считаются давно и хорошо изученными. Однако ряд вопросов, связанных с демпфированием в неоднородных системах, по-прежнему создает сложности для практических расчетов. Автор вводит понятие «критической частоты» для подвеса, состоящего из параллельно установленных пружины и вязкого демпфера. Демпфирование одномассового осциллятора в долях критического демпфирования оказывается равно собственной частоте недемпфированного осциллятора в долях указанной критической частоты. Автор применяет введенное понятие к грунтовому подвесу в платформенной модели системы «сооружениеоснование» для однородного основании и жесткого фундамента поверхностного заложения. В статье приведены формулы для оценки вклада вязких «грунтовых» демпферов в коэффициенты модального демпфирование в модели с материальным демпфированием в сооружении и вязким демпфированием в «грунтовом подвесе» (на самом деле, в этом случае вязкое демпфирование моделирует волновое демпфирование в полубесконечном по геометрии основании).

Ключевые слова: взаимодействие сооружений с основанием, однородное основание, жесткий фундамент поверхностного заложения.

UDC 539.3. A.G. Tyapin. Critical frequencies of the soil support for rigid base mats resting on the surface of homogeneous halfspace.

Linear dynamic problems are considered to be thoroughly studied. However, number of issues referring to the damping in the non-homogeneous systems, still arise difficulties in practical analysis. The author introduces «critical frequency» for support composed by parallel spring and viscous damper. Damping of SDOF oscillator as a share of critical damping appears to be equal to the natural frequency of the undamped oscillator as a share of this «critical frequency». This concept is then applied to the soil support in the platform model of the soil-structure with rigid base mat, resting on the surface of homogeneous half-space. Formula for the impact of the soil dampers on the modal damping coefficients are developed for the case of material damping in the structure and viscous damping in the «soil support». In fact, viscous «soil» dampers model wave damping in the half-infinite soil foundation.

Key words: soil-structure interaction, homogeneous soil foundation, rigid surface basement.

Ю.Т. ЧЕРНОВ¹, д.т.н., проф., М.В. ОСИПОВА², к.т.н. (¹МГСИ, ²ООО«Новый Мир», г. Москва) ОБЩИЙ СЛУЧАЙ ПЛОСКИХ КОЛЕБАНИЙ МАССИВНЫХ ТЕЛ НА УПРУГИХ ОПОРАХ...58

Рассмотрен метод расчета плоских колебаний массивных виброизолированных тел как системы с тремя степенями свободы на произвольные воздействия с использованием передаточных и импульсных переходных функций. Получены необходимые расчетные формулы. Приведены результаты расчета виброизолированного вентилятора, проанализировано влияние смещения вертикальной составляющей реакции основания относительно плоскости, проходящей через центр масс жесткого тела, на уровни колебаний объекта.

Ключевые слова: виброизоляция, импульсная переходная функция, передаточная функция, массивное виброизолированное тело, интеграл Дюамеля, произвольные нагрузки, переходные режимы.

UDC 539.3. Chernov Y.T., Osipov M.V. General case plane vibrations of massive bodies on elastic supports.

Flat vibrations of massive vibration insulated objects as systems with three degrees of freedom under transient loads are analyzed employing frequency response and impulse response functions. Method of analysis is described. All design formulas are obtained. The results of analysis of vibration insulated exhauster are presented. Effect of variation of displacement of bearings reaction vertical component against vertical plane passing through center of mass of rigid object on peak values of object displacement is shown.

Key words: vibration insulation, impulse response function, frequency response function, massive vibration insulated object, transient loads, transient modes.

Ю.В. КЛОЧКОВ, д.т.н., проф., А.П. НИКОЛАЕВ, д.т.н., проф., Т.Р. ИЩАНОВ, инж. (Волгоградский государственный аграрный университет) О СПОСОБАХ АППРОКСИМАЦИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В МКЭ ПРИ РАСЧЕТЕ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ЦИЛИНДРОВ...64

Выполнен сравнительный анализ скалярной и векторной аппроксимаций полей перемещений на примере конечно(элементного расчета эллиптического цилиндра при использовании теории тонких оболочек В.В Новожилова. В качестве элемента дискретизации используется четырехугольный криволинейный конечный элемент в виде фрагмента срединной поверхности эллиптического цилиндра с восемнадцатью степенями свободы в узле. На численных примерах показано, что векторная аппроксимация, являясь инвариантной, обладает принципиальными преимуществами по сравнению со скалярной (неинвариантной) аппроксимацией при расчете произвольных оболочек.

Ключевые слова: векторная аппроксимация, скалярная аппроксимация, конечный элемент, эллиптический цилиндр.

UDC 539.3. Klochkov Y.V., Nikolaev A.P., Ishchanov T.R. On the methods of approximation of displacements in the calculation of the FEM elliptic cylinders. In this paper, the algorithm of comparative analysis of scalar and vector approximations of displacement fields by the example of the finite element calculation of the elliptical cylinder by using the theory of thin shells V.V.Novozhilov. As the bin applicable curvilinear quadrilateral finite element as a fragment of the middle surface of an elliptical cylinder with eighteen degrees of freedom at the node. On numerical examples prove that the vector approximation has fundamental advantages over the scalar approximation in the calculation of arbitrary shells.

Key words: vector approximation, the scalar approximation, finite element, elliptic cylinder.

С.Ф. КУЗНЕЦОВ¹, к.т.н., К.И. ОСТРОВСКИЙ², инж. (¹Национальный исследовательский университет «МЭИ», ²ЗАО «НИЦ СтаДиО», г. Москва) ИТЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ФИЗИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМЫ БАЛКА – УПРУГОЕ ОСНОВАНИЕ...71

Представлена формулировка обратной физически нелинейной задачи об определении напряженно(деформированного состояния и внешних нагрузок для системы балка – упругое основание. Предложена двухшаговая итерационная процедура численного решения на основе дискретной совокупности данных о перемещениях оси балки. Исследуется влияние на точность решения объема и погрешности входной информации.

Ключевые слова: конструкция, упругое основание, упругопластическое деформирование, нелинейная обратная задача, погрешность данных, регуляризация. UDC 624.04:517.972.7. Kuznetsov S.F., Ostrovskii K.I. The iterative method for solving physically nonlinear inverse problem for system beam – elastic foundation. The formulation of the physically nonlinear inverse problem of stress-strain state and external loads determination for system beam – elastic foundation is proposed. Two-step iterative numerical solution procedure using discrete beam deflections data has been developed. The influence of the input data amount and error on the accuracy of solution is studied.

Key words: construction, elastic foundation, elastic-plastic behavior, nonlinear inverse problem, error in the data, regularization.

Расчёты на прочность

И.Ю. БЕЛУЦКИЙ, д.т.н., В.Г. ЯЦУРА, инж. (Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск)

ОТРАЖЕНИЕ КОНЦЕПЦИЙ И.М. РАБИНОВИЧА В ХАРАКТЕРИСТИКЕ РАБОТЫ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ КАК СОСТАВНЫХ С АНТАГОНИСТИЧЕСКИМИ СВЯЗЯМИ..2

Рассмотрены некоторые вопросы, связанные работой сталежелезобетонных мостов. Обсуждается характер работы их связующих элементов и возникающих сдвиговых деформаций соединения плиты и балки. Предложенная модель учета сдвиговых соединений позволяет совершенствовать конструктивную часть, внести определенность в количественные показатели жесткости, обоснованно реализовать дифференцированный учет сдвиговой жесткости соединения. Во второй части статьи рассмотрены вопросы, посвященные моделированию одностороннего характера работы плиты и балки, приведена математическая модель, описывающая систему с односторонними связями, дана классификация односторонних связей и даны методы решения задачи расчета систем с односторонними связями как задачи о дополнительности

Ключевые слова: сталежелезобетонный мост, сдвиговые деформации плиты и балки, система с односторонними связями, классификация односторонних связей, методы решения задач с односторонними связями.

UDC 624.074.1:681.3. Belutsky I.Y., Yatsura V.G. Reflection of Rabinovich M.M. concepts in the characterization of operation of steel reinforced concrete span structures as composite beams with antagonistic connections.

The article deals with some issues related with the operation of steel reinforced concrete bridges. We discuss the mechanisms of functioning of connecting elements and the resulting shear deformation of plate and beam connections. The proposed accounting model of shear connections allows improving the design, as well as more exact determining the stiffness values and more reasonable implementation of the differentiated accounting of the shear stiffness of the connection. The second part of the article presents mathematical accounting model describing the system with unilateral connections of plate and beam, their classification and calculation methods as one of the complementarity problems.

Key words: steel reinforced concrete bridges, shear deformation of plate and beam, system with unilateral connections, classification of unilateral connections, methods of solving problems with unilateral connections.

А.С. ДЕХТЯРЬ, д.т.н., проф. (Национальный транспортный университет, г. Киев, Украина) БАЛКИ И ПЛАСТИНЫ НА СПЛОШНОМ ЖЕСТКОПЛАСТИЧЕСКОМ ОСНОВАНИИ..9

Исследована несущая способность балок и пластин, выполненных из идеального жесткопластического материала и покоящихся на сплошном жесткопластическом основании. Для отыскания верхней границы предельных нагрузок применен кинематический метод теории предельного равновесия. Установлена возможность появления новых форм исчерпания несущей способности. Показано, что при прочих равных условиях величина разрушающейся области тем меньше, чем больше коэффициент постели. Представлены примеры и приведены сравнения с ранее известными оценками.

Ключевые слова: балки, пластины, жесткопластическое основание, предельные состояния, новые формы исчерпания несущей способности.

UDK 624.04:539.376. Dekhtyar A.S. Beams and plates on continuous rigid-plastic foundation.

Load carrying capacity of beams and plates made on ideal rigid-plastic material and reposing on continuous rigid-plastic foundation is investigated. The kinematical method of theory of limit equilibrium is applied for upper bounds of the limit load calculation. Possibility of existence of new forms of exhausting of load carrying capacity is set. It is shown that the size of smashing structure parts depends upon the coefficient of bed value. The examples of presented. Comparisons are made with the estimations were previously known.

Key words: strength, beams, plates, rigid-plastic material, the theory of limit equilibrium.

А.С. ДОРОГАН, к.т.н. (Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск)

МНОГОПРОЛЕТНЫЕ РАСПОРНЫЕ ВИСЯЧИЕ МОСТЫ...15

Многопролетные висячие мосты применяют для пересечения глубоких морских проливов. Их пролеты имеют максимально возможную длину; являются сложными и не изученными конструкциями. В них проявляется эффект продольного кабельного демпфирования. Рассмотрены четыре схемы многопролетных висячих мостов: однопоясная; предложенная автором двухпоясная; двухпоясная с х-образным профилем кабелей; классическая однопоясная. Показана их конфигурация. Выполнен статический расчет для автомобильной нагрузки А-14. Для этого использовалась универсальная программа «Интэл», основанная на методе граничных интегральных уравнений (МГИУ) в одномерной постановке. Приведены эпюры изгибающего момента и прогиба балки всех схем. Наиболее эффективной оказалась предложенная автором схема. Приведены рациональные схемы их монтажа. Рекомендуются для строительства мостового перехода в Китае.

Ключевые слова: многопролетные висячие мосты, МГИУ.

UDC 624.04: 624.5. Dorogan A.S. Earth-anchored multi-span suspension bridges.

Multi-span suspension bridges are applied to crossing of deep sea passages. Their spans have the greatest possible length. They are the difficult and have not studied designs. The effect of the longitudinal cable damper is shown. Four schemes of multispan flying bridges are considered: the one-level; the two-level offered by the author; two-level with x- shape of cables; the classical one-level. Their configurations are given. Static calculation is executed for automobile load A-14. The universal program "Intel" was used for this purpose and based on a method of boundary integral equations (BEM) in one-dimensional order. Diagrammes a moment of flexion and a deflection of a girder of all schemes are resulted. The scheme offered by the author has appeared the most effective. The rational mounting schemes of their installation are resulted. They are recommended for building of bridge crossing in China.

Key words: earth-anchored, multi-span suspension bridges, BEM.

М.Н. КИРСАНОВ, д.физ.мат.наук, проф. (НИУ МЭИ, г. Москва)

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ БАЛОЧНОЙ ФЕРМЫ С УВЕЛИЧЕННЫМ ПОДФЕРМЕННЫМ ПРОСТРАНСТВОМ...21

Рассмотрен вариант балочной фермы с треугольной решеткой, в которой установлены дополнительные шпренгельные элементы, обеспечивающие подъем нижнего пояса. Расчеты усилий в стержнях выполнены методом вырезания узлов в пакете символьной математики Maple. Методом индукции по числу панелей выводятся аналитические выражения для прогиба фермы и горизонтального смещения подвижной опоры от действия нагрузки, равномерно распределенной по узлам верхнего пояса. Найдены последовательности коэффициентов в формуле для прогиба, для которых выведены рекуррентные уравнения. Для фиксированного веса конструкции из условия увеличения жесткости разыскивается оптимальное сочетание сечений стержней верхнего пояса, решетки и нижнего пояса. Найдены асимптотические особенности решения. В области оптимального решения выявлена слабая зависимость прогиба от коэффициента перераспределения сечений, что позволяет делать вывод о возможности конструирования фермы из стержней одинакового сечения.

Ключевые слова: ферма, прогиб, Maple, индукция, число панелей, асимптотика, подъем нижнего пояса.

UDC 624.04. Kirsanov M.N. Analytical Calculation Of The Beamed Truss With Increased Undertruss Space.

Considered braced girders with a triangular lattice, in which there are additional truss elements which lift the lower belt. Estimates the member forces produced by the method of cutting nodes in the symbolic mathematics package Maple. By induction on the number of panels derived analytical expressions for the deflection of the truss and horizontal displacement of the movable support from the action of the load, uniformly distributed over the nodes of the upper chord. For the sequence of coefficients is obtained and solved recurrent equations. At the conditions on constant weight the case of increase the rigidity is searched for the optimal combination of cross-sections of the rods of the upper chord, webs and lower chord. The asymptotic particular solutions are found. In the field of optimal solutions revealed a weak dependence of the deflection coefficient of the redistribution section that allows to make a conclusion about the possibility of constructing a truss from rods of the same cross section.

Key words: beamed truss, deflection, Maple, induction, number of panels, asymptotics.

А.А. ПОКУСАЕВ 1 ,инж., М.В. ШАВЫКИНА 1 ,к.т.н., доц., Вл.И. КОЛЧУНОВ 2 , д.т.н., проф. 1 (МГУПС (МИИТ)), 2 (НАУ,г. Киев, Украина) ВТОРАЯ СТАДИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ КРУЧЕНИИ С ИЗГИБОМ (СЛУЧАЙ 1)...26

Рассмотрен способ расчета сопротивления железобетонных конструкций при совместном действии изгибающего момента, крутящего момента и поперечной силы для второй стадии напряженно-деформированного состояния (случай 1 — при появлении пространственных трещин первого типа на нижней грани конструкции). Приведены предпосылки, положенные в основу предлагаемого способа расчета. Рассмотрены схемы расположения сжатой зоны, возникающие в пространственном сечении железобетонной конструкции при действии изгиба с кручением. Показаны аналитические зависимости для нахождения внутренних усилий, возникающих в двух блоках: 1 — отсекаемый сечением, проходящим в конце пространственной трещины; 2 — образуемый спиралеобразной трещиной и вертикальным сечением, проходящим по сжатой зоне бетона через конец фронта пространственной трещины.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, кручение с изгибом, сопротивление, напряженно-деформированное состояние, пространственная трещина, внутренние усилия, сечение, предпосылки расчета.

UDC 624.012.045. Pokusaev A.A., Shawykina M.V., Kolchunov VI.I.

The second stage stress-strain state of reinforced concrete constructions under torsion with bending (first case).

It is reviewed the method for calculating the resistance of reinforced concrete constructions under the combined action of bending moment, torque and shear force for the second stage of the stress-strain state (first case – the appearance of the first type of spatial cracks on the bottom of the construction). It is given the premise underlying the proposed method of calculation. It is considered arrangements of the compressed zone, resulting in a spatial section of concrete construction under the action of bending and torsion. The analytical dependences are shown for finding the internal forces arising in two blocks: the cross-section cuts at the end of the spatial cracks; formed by a spiral fracture and vertical cross-section passing through the compressed zone of concrete through the end of the front spatial crack.

Key words: reinforced concrete construction, torsion with bending, resistance, stress-strain state, spatial crack, internal forces, cross-section, prerequisites of calculation.

С.В. БАКУШЕВ, д.т.н., проф. (Пензенский государственный университет архитектуры и строительства)

К ВОПРОСУ О СРЕДНЕКВАДРАТИЧНОМ ОТКЛОНЕНИИ ФУНКЦИЙ НА МНОЖЕСТВЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ТОЧЕК В НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ...32

Рассматриваются вопросы построения физических зависимостей и оценки достоверности принятых для описания напряженно-деформированного состояния в геометрически и физически нелинейной теории упругости математических моделей. Для такой оценки выполняется сравнение диаграмм объемного и сдвигового деформирования, построенных для геометрически линейной и геометрически нелинейной модели теории упругости, приводящей к необходимости введения понятия о среднеквадратичном отклонении функций на множестве параметрических точек. В качестве примера рассматривается осе- и центрально симметричное деформирование сплошной среды.

Ключевые слова: нелинейная теория упругости, замыкающие уравнения, осесимметричное и центрально-симметричное деформирование.

UDC 539.313. Bakushev S.V. The question of standard function deviation on the set of parametric points in nonlinear theory of elasticity.

The subject under consideration is the construction of physical relation and evaluation of reliability of mathematical models adopted to describe the stress-stain states in geometrically and physically non-linear elastic theory. For such an assessment comparison is carried out which is a chart comparison of volume and shear deformation built for geometrically linear and geometrically non-linear models of the elasticity theory leading to the need for the introduction the standard function deviation concept on the set of parametric points. The example here is axially and centrally symmetric deformation of the continuum.

Key words: non-linear theory of elasticity, closing equation, axially and centrally symmetric deformation.

В.С. УТКИН, д.т.н., проф., С.А. СОЛОВЬЕВ, инж. (Вологодский государственный университет) РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПО КРИТЕРИЮ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ СВИДЕТЕЛЬСТВ ДЕМПСТЕРА – ШЕФЕРА...38

Обсуждается проблема оценки несущей способности несущего элемента с помощью оценки его предельной нагрузки, заданной в интервальной форме, установленной в результате испытаний и теоретической обработки результатов с использованием теории свидетельств Демпстера-Шефера. Также рассматривается метод расчета надежности несущего элемента по критерию прочности при интервальной статистической информации о предельной нагрузке (мере несущей способности) и эксплуатационной нагрузке в виде интервалов или дискретной сосредоточенной силы. Работа посвящена оценке безопасности несущих элементов на сталии эксплуатании.

Ключевые слова: несущая способность, предельная нагрузка, интервалы нагрузки, критерий прочности, балка, надежность.

UDC 624.046.5. Utkin V.S., Solovyev S.A. Calculation of reliability of elements of constructions by criterion of the load-carrying ability using evidence theory.

The problem of a estimation load-carrying ability of the load-carrying member by the estimation of its ultimate load, defined in interval form, established from tests and theoretical processing of results with evidence theory is discussing. Also the method of calculation of reliability of the load-carrying member by criterion of durability, with interval statistical information on an ultimate load (a measure of the load-carrying ability) and operating load in the form of interval or discrete point load is described. Paper is devoted to an assessment of safety of the load-carrying members at an operation stage.

Key words: load-carrying ability, ultimate load, intervals of loads, criterion of durability, beam, reliability.

Д.В. ЕРМАКОВА, к.т.н. (ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет», г. Челябинск) ФОРМИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ТРЕУГОЛЬНЫХ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОГО РАСЧЕТА БАЛОКГСТЕНОК ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЯМ...45 Вопросы, связанные с описанием общей последовательности формирования свойств треугольных дополнительных конечных элементов балок-стенок, возникают при применении метода дополнительных конечных элементов (МДКЭ) для нелинейного расчета по предельным состояниям плоско напряженных железобетонных конструкций. МДКЭ является вариантом метода конечных элементов (МКЭ), предназначенным для реализации нелинейного расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям. Задача решается с помощью включения в итерационный процесс дополнительных конечных элементов (ДКЭ), которые изменяют свойства исходных КЭ в зависимости от достигнутой ими стадии предельного состояния. В статье рассматривается пример постепенного введения ряда треугольных бетонных ДКЭ балки-стенки и их влияние на поведение исходного треугольного бетонного КЭ в зависимости от вида и стадии его предельного сжатия или растяжения.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, метод дополнительных конечных элементов, дополнительный конечный элемент, предельное состояние. UDC 624.04+624.07. Ermakova A.V. Formation of the properties ot triangular additional finite element for nonlinear analysis of deep beems at limit states. Some problems of description of main sequence of formation of the properties of triangular additional finite elements of deep beams appear in nonlinear analysis at limit states of plane reinforced concrete structures when the additional finite element method (AFEM) is used. AFEM is a variant of the Finite Element Method (FEM) destined for nonlinear analysis of reinforced concrete structures at limit states. The problem is solved by introduction in iteration process additional finite elements (AFE), where each AFE changes the properties of initial element according to the reached step of its limit state. This paper considers the example of step-by-step including some triangular concrete AFE of deep beam and their action to behavior of initial concrete FE depended on type and step its limit compression or tension.

Key words: reinforced concrete structures, additional finite element method, additional finite element, limit state.

Приведены особенности строительства жилых зданий со стальным каркасом. Дан анализ эффективности современных сортаментов для изгибаемых элементов (балок). Предложены практические рекомендации по созданию нового сортамента и совершенствованию существующих для изгибаемых элементов

Ключевые слова: сортамент, балка, прокат, строительная высота, перекрытие, профилеразмер.

UDC 624.014. Vedyakov I.I., Konin D.V., Artamonov V.A., Olurombi A.R. Proposals for the creation of a new mix of flexible elements for the mass construction of residential buildings with steel frame.

The article presents the features of construction of residential buildings with steel frame. Presents the analysis of efficiency of modern assortments for bending elements (beams). Practical recommendations for the creation of new products and improving existing ones for bending elements are given.

Key words: assortment, beam, rolled shapes, building height, floor slab, profilemaster.

И.В.КАРМАНОВ, инж., В.В.ЗВЕРЕВ, д.т.н., проф., К.Е.ЖИДКОВ,к.т.н.,доц., А.В.ПОДЗОРОВ,инж. (Липецкий государственный технический университет) КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ БЕСКАРКАСНЫХ АРОЧНЫХ ЗДАНИЙ. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ...58

Определены конструктивные решения современных бескаркасных арочных зданий на основе тонколистового проката и перспективы их дальнейшего развития; выявлены их достоинства и недостатки. Приведен опыт применения стальных арочных зданий на основе холоднокатаных стальных листов. Дана общая характеристика арочных зданий и сооружений из корытообразных элементов и из профилированных листов с двойным гофрированием. Проанализированы преимущества и недостатки двух типов данных конструктивных решений. Показаны перспективы их дальнейшего развития. Описаны экспериментальные исследования, проведенные авторами.

Ключевые слова: бескаркасное арочное здание, стальной элемент с двойным гофрированием, форма сечения.

UDC 692.4. Karmanov I.V., Zverev V.V., Zhidkov K.E., Podzorov A.V. Constructive solutions arch buildings.current state and prospects of development.

The paper presents the historical analysis of the formscross-sectional shape of arch buildings, the basictypes of bearing elements and their features. The experience of the use of steel arch buildings on the basis of cold rolled sheet is described. Also the general characteristic of the trough-shaped arch buildings and buildings elements of the profiled sheets with double corrugation is given. Besides, the advantages and disadvantages of the two types of design solutions are analyzed. The prospects for their further development are shown. More than that, a brief description of the experimental studies conducted by the authors is given.

Key words: arch buildings steel memberwith doublecorrugation, cross-sectional shape.

А.С. МАРУТЯН, к.т.н., проф. (Филиал Северо-Кавказского федерального университета в г. Пятигорске)

СТАЛЬНЫЕ РЕШЕТЧАТЫЕ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КВАДРАТНЫХ ТРУБ С ВЕРХНИМИ ПОЯСАМИ, УСИЛЕННЫМИ ШВЕЛЛЕРАМИ, И ИХ РАСЧЕТ...62

Приведено новое техническое решение стальных решетчатых конструкций (ферм и прогонов) из квадратных труб с верхними поясами, усиленными швеллерами. Показаны варианты компоновки верхних поясных элементов применительно к беспрогонным покрытиям с использованием настилов из профилированных листов. Представлены расчетные выкладки для определения минимальных высот и расхода конструкционного материала таких ферм и решетчатых прогонов. В результате сравнения известных конструктивных решений с предложенными выявлена рациональность последних, а также перспективность применения их в практике строительства.

Ключевые слова: решетчатые конструкции, квадратные трубы, бесфасоночные узлы, беспрогонные покрытия, перекрестные системы.

UDC 624.014. Marutian A.S. Steel lattice structures of square tubes with upper belts reinforced channels, and their calculation.

Powered by a new technical solution steel lattice structures (trusses and purlins) of square tubes with upper belts reinforced beam channels. Show embodiments of the upper belt arrangement of elements as applied to coatings using besprogonnym of profiled decking sheets. We present the design calculations to determine a minimum height and flow of the material of construction trusses and lattice girders. The comparison with the known constructive solutions proposed last detected rationality, as well as the prospects of their application in practice of construction. Key words: lattice design, square tube, besfasonochnye nodes besprogonnye coverage, cross-system.

А.А. ГАСИЕВ, инж. (Центр исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко)

Проанализированы результаты экспериментальных исследований прочности кирпичных простенков, усиленных холстами из углеволокнистой ткани, на действие статической сдвигающей нагрузки (эффект перекоса), моделирующей сейсмическое воздействие на каменные конструкции при землетрясениях. Изложена методика проведения испытаний. В эксперименте рассмотрены варианты усиления кирпичных простенков холстами из углеволокнистой ткани с одно- и двухсторонним расположением элементов усиления. Дано сравнение с результатами испытаний на перекос неусиленных кирпичных простенков. Описана технология крепления холстов к кирпичной кладке. Отмечено, что двухстороннее усиление кирпичных простенков холстами из углеволокна позволяет повысить прочность кладки при перекосе в 1,9 раза по сравнению с неусиленной конструкцией. Выявлена особенность работы кладки, усиленной внешним армированием на основе холстов из углеволокна, при действии в плоскости конструкции статической сдвигающей нагрузки. Установлен характер деформирования и механизм разрушения каменных стен, усиленных углеволокном. Разработана инженерная методика расчета усиления каменных конструкций на основе применения холстов из углеволокна при различных характере и направлении приложения нагрузки. Предложенная эмпирическая формула учитывает эффект повышения прочности кладки при сдвиге в зависимости от трех факторов: прочности кладки и подготовительного слоя, на который наклеивается холст из углеволокна, и непосредственно прочности холстов из углеволокнистой ткани. Отмечается хорошее совпадение результатов расчета по предложенной формуле с ланными эксперимента

Ключевые слова: углеволокнистая ткань, усилие сдвига, кирпичные простенки, усиление, методика расчета.

UDC 692.231.2. Gasiev A.A. Research brick piers, reinforced web of carbon fiber fabrics at nagruzge type seismic.

We have analysed the results of experimental investigations of strength of the brick piers, reinforced by the sheets from carbon-fibre fabric against activity of static shearing load, simulating seismic load on masonry construction in case of earthquakes. Test technology has been provided. The experiment shows the options for reinforcing the brick piers (brick partitions) by the sheets from carbon-fibre fabric with one or two-sided position of reinforcement elements. There has been provided a comparison with the results of test for misalignment of unreinforced brick piers. There has been described technology of fastening of the sheets to the brickwork. It has been noted that double-sided reinforcing of the brick piers by the sheets from carbon-fibre fabric enables to increase strength of brickwork under deviation of 1.9 times compared with unreinforced structure. We have discovered peculiarity of brickwork strengthened by external reinforcement based on the sheets from carbon-fibre. There has been observed behaviour of deformation and fracture of the brick walls, reinforced by carbon-fibre. We have developed engineering methods of calculation for reinforcing of the masonry structures based on using of the sheets from carbon-fibre and load direction. Offered empirical formula takes into consideration load increase of brickwork under shearing based on 3 factors: strength of brickwork and preparatory layer, on which there is glued a sheet from carbon-fibre, and strength of the sheets from carbon-fibre fabric. There is a considerable coincidence between the results of calculation based on proposed formula and the results of experiment.

Key words: carbon-fibre fabric, shearing load, brick piers (partitions), deviation (misalignment), reinforcement.

N 6 за 2015гол

Расчёты на прочность

А.Ю. ЕРШОВА, к.т.н., доц., М.И. МАРТИРОСОВ, к.т.н., доц. (Московский авиационный институт)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННЫХ КОМПОЗИТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ, СЖАТИЕ И ИЗГИБ...2
Представлено экспериментальное изучение механических свойств одного из видов зернистых полимерных композиционных материалов на полиэфирной основе — литьевого искусственного камня. Данный композит широко применяется в различных отраслях промышленности и строительства, в машиностроении, при реализации некоторых перспективных нанотехнологий. В настоящее время данный материал используется в авиации и космонавтике, как легкий и нерадиоактивный отделочный материал. По результатам машинных испытаний с использованием современного измерительного оборудования и тензометрических методов измерения деформаций впервые определены упругие характеристики исследуемого материала при растяжении и сжатии. С использованием методов податливости и К-тарировки получены экспериментальные значения характеристик вязкости разрушения исследуемого материала. Проведено сопоставление механических характеристик, полученных при различных видах испытаний, сопоставление результатов испытаний исследуемого литьевого искусственного камня с подобными характеристиками натурального камня.

Ключевые слова: экспериментальные исследования, упругие характеристики материала, полимерные композиционные материалы, зернистые композиты, литьевой искусственный камень. UDC 539.3. Yershova A.U., Martirosov M.I. Determination of the mechanical properties of particulate-reinforced composites the results of tensile tests, compression and bending
The article presents an experimental study of the mechanical properties of one type of granular polymer composites polyester-based molding artificial stone. This compound is widely used in various industries and construction, in engineering, in the implementation of some promising nanotechnologies. Currently this material is used in aviation and aerospace, as nonradioactive and light finishing material. According to the results of engine tests using modern instrumentation and strain measurement methods of deformations for the first time the elastic characteristics of the material in tension and compression. Using the methods of compliance and calibration of the experimental values of characteristics of fracture toughness of the material tested. A comparison of the mechanical characteristics obtained for different types of tests, comparison of test results of the investigated molding artificial stone with similar characteristics of natural stone.

Key words: experimental studies, elastic properties, polymeric composites, granular composites, injection artificial stone.

В.В. КАТЮШИН, к.т.н. (Научно-исследовательская и проектно-строительная фирма УНИКОН, г. Кемерово) о коэффициентах продольного изгиба при центральном и внецентренном сжатии в области малых эксцентриситетов (по снип п-23-81* и сп 16.13330.2011)...7 Рассмотрены вопросы расчета на устойчивость стальных стержней при центральном и внецентренном сжатии с разными формами сечений по СП 16.13330.2011 и СНиП II-23-81*. Выявлено, что в области малых эксцентриситетов коэффициенты внецентренного сжатия существенно, до 30 %, превышают коэффициенты центрального сжатия и увеличиваются с ростом гибкости (увеличение от 3—4 % до 25—30 %). Этот факт свидетельствует о том, что, согласно действующим нормам, несущая способность центрально сжатых стержней фиктивно «повышается» при приложении к ним небольших моментов, что противоречит физическому смыслу. Рассмотрение стержней с различной формой сечения показало, что в области малых эксцентриситетов влияние формы сечений в ряде случаев различно для центрально- и внецентренно сжатых элементов, что также противоречит физическому смыслу. Данное положение приводит к опасным ситуациям в виде мнимого «повышения» несущей способности сжатых стержней при приложении к ним моментов или изменения формы сечения. Сделаны предложения по корректировке

Ключевые слова: продольная устойчивость центрально и внецентренно сжатых стержней, коэффициенты продольной устойчивости, нормы проектирования стальных конструкций. UDC 624.0722. Katyushin V.V. On the coefficients of buckling at the central and eccentric compression at low eccentricities (SNIP II-23-81* and SP 16.13330.2011) Calculation questions on stability of cores are considered at the central and non-central compression with various forms of sections on norms (SNiP-II-23-81 and SP 16.13330.2011). It is revealed that coefficients of non-central compression in the field of small эксцентриситетов significantly exceed coefficients of the central compression that leads to dangerous situations in the form of «increase» of bearing ability of the squeezed cores at the annex of the moments to them. Offers on correction of norms are made.

Key words: longitudinal stability of central and eccentrically compressed bars, the coefficients of longitudinal stability, structural steel design codes.

А.П. ЛОКТИОНОВ, д.т.н., проф. (Юго-Западный государственный университет, г. Курск)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНУТРЕННИХ СИЛОВЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ИЗГИБЕ ТРУБЧАТОГО ЭЛЕМЕНТА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ...10 Получено решение задачи экспериментально-расчетного определения внутренних силовых факторов при поперечном изгибе трубчатого элемента с учетом различных теорий поперечного изгиба и применения навесного измерителя. Для инженерного расчета получены формулы зависимости показания измерительного прибора от силовых факторов.

Ключевые слова: силовой элемент, поперечный изгиб, теория упругости, перемещение, измеритель.

UDC 69.04. Loktionov A.P. The definition of the internal power factors at sideways bending of the tubular element with the use of experimental and calculation method.

The solution of the problem of experimental and calculated determination of the internal power factors at sideways bending of the tubular element, taking into account the various theories of lateral bending and the application of attachment of the measurer. For engineering calculation formulas were obtained depending indications measuring device from of the internal power factors.

Key words: supporting element, sideways bending, elasticity theory, relocation, measurer.

А.И.ПРИТЫКИН, д.т.н., А.С..ЛАВРОВА, инж. (Калининградский государственный технический университет, Балтийский федеральный университет им.Иммануила Канта, г. Калининград)

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПРОГИБОВ ПЕРФОРИРОВАННЫХ БАЛОК...17

Наиболее распространенными в строительной практике являются балки с шестиугольными и круглыми вырезами, поэтому в данной работе проведен сравнительный анализ результатов расчета деформаций двутавровых перфорированных балок именно с такими вырезами. Вычисления производились по формуле, предложенной А.И. Притыкиным, основанной на теории составных стержней, и по методике с использованием схемы безраскосной фермы Виренделя, широко распространенной на Западе. В качестве критерия достоверности приняты результаты расчета балок методом конечных элементов. На основании полученных результатов сделан вывод о приемлемости теории составных стержней для вычисления прогибов балок не только для классической перфорации с высотой шестиугольных вырезов равной 0,667H и шириной перемычки равной стороне выреза, но и при любой относительной ширине перемычек в диапазоне 0,3≤c /1a≤. При этом погрешность расчета не превышает 4 %. Расчетная схема Виренделя дает большую погрешность и практически неприменима для оценки прогибов перфорированных балок с узкими перемычками.

Ключевые слова: прогиб, перфорированная двутавровая балка, шестиугольные вырезы, круглые вырезы, теория составных стержней, расчетная схема Виренделя, МКЭ.

UDC 624.072.014.2. Pritykin A.I., Lavrova A.S. Native and foreign approaches to prediction of the perforated beams deflections.

In structural practice the castellated beams and beams with circular openings are being extensively used in structural applications. That is why in the work it was performed the compared analysis of results of calculation of the perforated beams deflections with such openings. Calculations were performed on A.I. Pritykin formula based on the theory of composite bars and with the method based on scheme of Vierendeel truss without a diagonal braces widespread in abroad. As the criteria of truth it was taken results of calculation of perforated beams with the finite element method. On base of obtained results it was concluded the theory of composite bars is quite applicable to prediction of deflections of the perforated beams not only for classic perforation with height of openings 0.667 H, when width of web-post is equal to side of opening but for any relative width of web-posts in rate. Error of calculation in this case does not exceed 4 %. Calculation according to Vierendeel scheme lead to bigger errors and such formula is not suitable for prediction of the perforated beams deflections with narrow web-posts.

Key words: deflection, perforated I-beam, hexagonal and circular openings, theory of composite bars, scheme of Vierendeel, FEM.

А.В.ПОДЗОРОВ,инж., В.В.ЗВЕРЕВ,д.т.н.,проф., Н.Ю.ТЕЗИКОВ, к.т.н.,доц., К.Е.ЖИДКОВ, к.т.н.,доц., И.В.КАРМАНОВ, инж. (Липецкий государственный технический университет) РЕДУЦИРОВАНИЕ ПЛОЩАДИ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ТОНКОСТЕННОГО СТАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ПРИ ЦЕНТРАЛЬНОМ СЖАТИИ...24

Легкие стальные тонкостенные конструкции нашли свою нишу на отечественном рынке металлоконструкций. Их несомненным достоинством является их малый вес, однако, в России неприняты нормы их проектирования, а действующий СП 16.13330.2011 не учитывает необходимость редуцирования (уменьшения) их поперечного сечения. В данной работе приведены результаты численных исследований методом конечных элементов напряженно-деформированного состояния Побразного стального тонкостенного профиля. Представлено его редуцирование по нормам проектирования Европейского союза EN 1993-1-5 и американским нормам AISI300-2007. Представлены теоретические основы методики редуцирования, основанной на учете изменения несущей способности профиля. Полученные результаты сопоставлены между собой, и сделан вывод о редуцировании поперечного сечения. Для рассматриваемого профиля определена эффективная (расчетная) площадь поперечного сечения, учитывающая возможность потери местной устойчивости. Ключевые слова: редуцирование, метод конечных элементов, эффективная площадь, численное исследование, местная потеря устойчивости, деформирование, нелинейный анализ, несущая способность, эффективная ширина, начальное несовершенство.

UDC 624.014. Podzorov A.V., Zverev V.V., Tezikov N.Y., Zhidkov K.E., Karmanov I.V. Reducing the cross sectional area of thinwalled steel sections under central compression.

Light steel thin-walled structures have found their niche in the domestic market of steel structures. Their undoubted advantage is their low weight, however, Russia has not accepted the norms of designing and operating the joint venture 16.13330.2011 not take into account the need for reduction (reduction) of their cross-section. This paper presents the results of numerical studies of the finite element method of stress-strain state of the U-shaped steel thin-walled profile. Presented by reducing its design standards of the European Union EN 1993-1-5 and American standards AISI S100-2007. The theoretical bases of the methods of reduction, based on the accounting change the bearing capacity of the profile. The results are compared with each other, and concluded that reducing the cross-section. For the reporting profile to determine the effective (calculated) cross-sectional area, taking into account the possibility of loss of local stability.

Key words: reducing, finite element method, the effective area, numerical study, local buckling, deformation, nonlinear analysis, bearing capacity, the effective width, initial imperfection.

М.П.СОН¹,к.т.н.,лоц., Д.В.КОНИН²,к.т.н.(Пермский национальный исследовательский политехнический университет, ² ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко - АО«НИЦ«Строительство»), г. Москва) ФЛАНЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ БАЛОК С КОЛОННАМИ В СТАЛЬНЫХ КАРКАСАХ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ...29

Рассмотрены основные достоинства и недостатки фланцевых соединений балок с колоннами, описана их работа, показаны различия к подходам расчета и проектирования отечественных и мировых норм. Российский прокат имеет большую номенклатуру по высоте и ширине сечения, что значительно усложняет стыковку элементов. Также стенки отечественных двутавров, как правило, имеют минимальную толщину. Для обоснования возможности введения в РФ практики применения фланцевых соединений в узлах сопряжения «балка – колонна», следует провести всесторонние исследования, включающие: испытания моделей узлов, численные эксперименты для различных конфигураций узлов, анализ отечественного и зарубежного опыта применения фланцев. Использование резервов несущей способности конструкций с учетом развития пластических деформаций (аналогично Европейским нормам) существенно снижает металлоемкость узлов и упрощает конструирование. В то же время пластические деформации не учитываются в российской практике расчетов и проектирования фланцевых узлов.

Ключевые слова: фланец, узел, колонна, балка, соединение, металлокаркас.

UDC 624.04; 624.014. Son M.P., Konin D.V. Flange connections of beams to columns in steel frames in residential and public buildings.

Today, in developed countries, the proportion of steel frames for buildings of residential or public use comparable or higher than the share of construction in reinforced concrete. In practice, the construction of frames in the joints of mating bearing elements are widely used flange connection. The article describes the main advantages and disadvantages of flange connections of beams to columns, described their work, shows the differences to the approaches of analysis and design of domestic and international norms. The Russian metal rolling has a large range of height and width of the cross section, which greatly complicates the joining of elements. Also the walls of the domestic I-beams typically have a minimum thickness. To substantiate the possibility of the introduction in Russia of the practice of application of flange connections in the interface nodes of the «beam-column», should conduct a comprehensive study, including: testing models of nodes, numerical experiments for different configurations of nodes, the analysis of domestic and foreign experience in the use of flanges. The use of the reserves of carrying capacity in the admission of development of plastic deformations (similar to European standards) significantly reduces the metal content of the nodes and simplifies its design. At the same time, the presence of plastic deformations is contrary to the existing practice for design and calculation of flanged hubs.

Key words: flange, node, column, beam, joint, metal frame.

Распёты на устойнивости

Г.М. УЛИТИН, д.т.н., проф., С.Н. ЦАРЕНКО, к.т.н., доц. (Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)
УСТОЙЧИВОСТЬ УПРУГОГО ВЕСОМОГО СТЕРЖНЯ ПЕРЕМЕННОЙ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ, МОДЕЛИРУЮЩЕГО КОНСТРУКЦИИ БАШЕННОГО ТИПА...36

Исследована задача устойчивости стержня переменной изгибной жесткости, который моделирует конструкции решетчатых башен. В качестве математической модели используется дифференциальное уравнение продольного изгиба стержня, решение которого находится в аналитическом виде с использованием функций Бесселя и Ломмеля. В представленной модели учитывается одновременное действие сосредоточенных и распределенных продольных нагрузок. Полученное решение позволяет рассматривать схемы с произвольными граничными условиями закрепления. В качестве примера составлено уравнение для нахождения критических нагрузок в консольном стержне. Проведен анализ влияния геометрии конструкции на относительные величины критических нагрузок. Для предельных значений параметра относительного поперечного размера сделано сравнение с известными результатами исследований. Для инженерных расчетов предложены аппроксимирующие зависимости определения величин критического веса и критической силы при произвольном соотношении поперечных поперечных расчетов предложены аппроксимирующие зависимости определения величин критического веса и критической силы при произвольном соотношении поперечных расчетов предложены аппроксимирующие зависимости определения величин критического веса и критической силы при произвольном соотношении поперечных расчетов предложены аппроксимирующие зависимости определения критического веса и критической силы при произвольном соотношении поперечных расчетов предложены аппроксимирующие зависимости определения критического веса и критической силы при произвольном соотношении поперечных расчетов предложены при произвольными поперечных расчетов предложены при произвольном соотношении поперечных расчетов предложены при произвольном соотношении поперечных расчетов предложены при произвольном соотношении поперечных расчетов предложены предложены при произвольном соотношении поперечных расчетов предложения предложения предложения предложения предложения предложения предложения предлежения предложения предложения предложения предложения предложе

размеров оснований конструкции.

. Ключевые слова: решетчатая башня, стержень переменной жесткости, весомый стержень, устойчивость.

UDC 539.3:624.04. Ulitin G.M., Tsarenko S.N. Stability of variable stiffness elastic rod, which simulates a lattice towers.

The problem of stability of lattice towers is investigated in the article on the basis of the mathematical model of the bending of the variable stiffness weighty rod. Equation was obtained for finding of elastic buckling in a cantilever column. The approximate equation proposed for define the critical weight and the critical force for different dimension ratios ends of rod. **Key words:** lattice tower, variable stiffness rod, weighty rod, buckling.

Динамические расчёты

Г.Г. БУЛЫЧЕВ, д.физ.мат.наук, проф. (МГТУ МИРЭА, г. Москва)

ДИНАМИКА ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ И ГРУНТОВ...41

Численный метод пространственных характеристик используется для моделирования динамики пористых материалов и грунтов. Алгоритмы метода модернизируются таким образом, что позволяют рассматривать волновые процессы в полуограниченных телах при различных способах нагружения, как на границе тела, так и внутри пор. Поры могут быть пустыми, заполненными газом или заполненными и жидкостью и газом. Каркас предполагается состоящим из линейно упругого материала, для жидкости, содержащейся в порах, предполагаются вес и условия прилипания к стенкам пор. Весом газа, заполняющего поры пренебрегают. Рассматриваются волновые процессы в каркасе и их связь с наполнением пор. Показано, что в случае заполнения пор жидкостью возможны колебательные процессы, которые могут быть затухающими, стационарными и нарастающими. Объяснены причины таких колебаний. Приближенно рассчитана скорость второй продольной волны, возникающей из-за наличия жидкости в порах. Обсуждены возможности дальнейшего развития метода пространственных характеристик к задачам этого класса.

Ключевые слова: пористые материалы и грунты, линейно упругий материал, колебательные процессы, метод пространственных характеристик, динамические расчеты.

UDC 5.393. Bulychev G.G. Dynamics of cellular materials and soils.

In this article the numerical method of spatial characteristics developed by the author is used for modelling of dynamics of cellular materials and soils. Algorithms of a method are modernised in such a manner that allow to view wave processes in semirestricted areas at various manners of a loading, both on skew field boundary, and in pores. Pores can be empty, filled with gas or filled both a fluid and gas. The skeleton is supposed consisting of linearly elastic material, for a fluid containing in pores are guessed weight and adhesion requirements to walls of pores. Weight of the gas filling pores is neglected. Wave processes in a skeleton and their connection with filling of pores are considered. It is shown that in case of filling of pores with a fluid the vibrational processes are possible. They can be damped out, stationary and amplified. The reasons of such oscillations are explained. Velocity of the second longitudinal wave arising because of presence of a fluid in pores is approximately calculated. Possibilities of the further development of a method of spatial characteristics to problems of this class are considered.

Key words: porous materials and soils, linearly elastic material, oscillatory processes, the method of spatial characteristics, dynamic calculations.

А.Г. ТЯПИН, д.т.н. (ОАО «Атомэнергопроект», г. Москва)

ОБОБЩЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО АСИМПТОТИЧЕСКОГО МЕТОДА НА ЗАДАЧИ С ДИНАМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ. Часть 1: УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЖЕСТКОГО ФУНДАМЕНТА....45

Наряду с сейсмическим воздействием в атомной энергетике рассматриваются и другие динамические воздействия на сооружения. Автор обобщает комбинированный асимптотический метод (КАМ), ранее разработанный для сейсмических воздействий, на случай динамических воздействий на верхнее строение. КАМ показал свою эффективность в расчете на сейсмические воздействия с учетом взаимодействия сооружений с основанием. Его главной идеей является конденсация динамических жесткостей и нагрузок к жесткой поверхности контакта фундамента с основанием. Уравнения движения решаются в частотном диапазоне, потом определяется движение контактной поверхности во времени. После этого можно либо рассчитывать отдельно сооружение на жестком фундаменте с заданным кинематическим воздействием (это т.н. «первая опция» КАМ), либо переходить к платформенной модели системы «сооружение-основание», подбирая воздействие на платформе специально так, чтобы жесткая контактная поверхность двигалась заданным образом (это т.н. «вторая опция» КАМ). В первой части публикации автор выводит уравнения движения жесткой контактной поверхности сооружения с основанием в частотном диапазоне для случаев материального и рэлеевского демпфирования в сооружении.

Ключевые слова: динамическое воздействие, взаимодействие сооружений с основанием, удар самолета.

UDC 539.3. Tyapin A.G. Extension of the combined asymptotic method for the problems with dynamic loads impacting the upper structure. Part I: Equations of motion for rigid basement Beside seismic loads some other dynamic loads impacting structures are considered in nuclear industry. The author is extending the combined asymptotic method (CAM) previously developed for seismic loads for dynamic loads impacting the upper structure. CAM has proved to be effective in seismic analyses considering soil1structure interaction (SSI). The key idea of CAM is a condensation of dynamic stiffness and loads to the rigid surface of soil-structure contact. Equations of motion are solved in the frequency domain; then time histories of base response are calculated. After that one either calculates structural response to the kinematical excitation set up at the rigid base (this is the socalled «first option of CAM»), or develops a platform model of the soil-structure system, tuning the platform kinematical excitation so as to provide given base response (this is the socalled «second option of CAM»). In the first part of the paper the author develops the equation of motion for rigid soil-structure contact surface for the cases of material structural damping and Rayleigh structural damping.

Key words: dynamic loads, soil-structure interaction, aircraft impact.

Численные методы

А.С. ГОРОДЕЦКИЙ, д.т.н., проф. (ООО «ЛИРА-САПР», г. Киев, Украина)

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СУПЕРЭЛЕМЕНТОВ ПРИ РЕШЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ....51

Рассматривается общая схема решения задачи строительной механики на основе метода суперэлементнов. Представлены примеры демонстрирующие преимущества СЭ: моделирование здания из блоков; проблема с локализованной зоной нелинейности; моделирование матрицы жесткости стержня с учетом физической нелинейности; моделирование матрицы жесткости сваи с учетом взаимодействия с грунтовым массивом.

Ключевые слова: метод суперэлементов, проблема большеразмерной задачи, матрица жесткости, физическая нелинейность. UDC 624.012.2.04:681.3. Gorodetsky A.S. Application of superelements for solving different problems of structural mechanics.

There is observed the general scheme of structural mechanics problem solution on the basis of superelement method. There are represented examples with consideration of MC 7 advantages: large1scale problem of the building made of blocks; problems with localized area of nonlinearity; modeling of bar stiffness matrix tacking into account of physical nonlinearity; modeling of pile stiffness matrix tacking into account interaction with subgrade.

Key words: superelement method, large-scale problem, stiffness matrix, physical nonlinearity.

Основания и фундаменты

А.И. ДЬЯКОВ, инж. (Академия строительства и архитектуры Крымского федерального университета им.В.И. Вернадского, г. Симферополь)

УЧЕТ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАЛЬНЫХ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПОД ПОДОШВОЙ ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИХ ФУНДАМЕНТОВ ПРИ МАЛОЦИКЛОВЫХ НАГРУЗКАХ В РАСЧЕТЕ НА ПРОДАВЛИВАНИЕ....57

Рассмотрены вопросы трансформации эпюры нормальных контактных напряжений под подошвой отдельно стоящих фундаментов при малоцикловых нагружениях. Приведены результаты экспериментальных и теоретических исследований. Предложена методика определения нормальных контактных напряжений и расчета фундаментов на продавливание с учетом истории нагружений.

Ключевые слова: столбчатые фундаменты, малоцикличные нагрузки, продавливание, нормальные контактные напряжения.

UDC 624.151.5. Dyakov A.I. Accounting for the redistribution of normal contact stresses under the sole detached foundations in the low-cycle loads per punching.

The problem softrans formation diagrams of normal contact stresses under the sole pier foundation under cyclic loading. The results of experimental and theoretical studies. The method of determining the contact stresses in view of the loading history of the foundation and calculation of foundations punching.

Key words: pier foundation, cyclic loading, punching, normal contact stresses.

Расчёты на налёжность

В.С. УТКИН, д.т.н., проф., С.А. СОЛОВЬЕВ, инж., А.А. КАБЕРОВА, инж. (Вологодский государственный университет)

ЗНАЧЕНИЕ УРОВНЯ СРЕЗА (РИСКА) ПРИ РАСЧЕТЕ НАДЕЖНОСТИ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЗМОЖНОСТНЫМ МЕТОДОМ...63

В последние годы в Российской Федерации появились новые нормативные документы, содержащие требования к количественной оценке механической (конструкционной) безопасности. Одним из основных показателей механической безопасности несущих элементов конструкций является надежность. При оценке надежности возможностными методами приходится задаваться уровнем среза (риска), что вносит неопределенность в расчет надежности. В данной статье предлагается подход к определению значения уровня среза (риска) при оценке надежности однотипных несущих элементов строительных конструкций возможностными методами. На примерах показано существенное влияние уровня среза (риска) на результат расчета надежности. Приведены численные примеры на новый поход к определению уровня среза (риска) при оценке надежности однотипных несущих элементов строительных конструкций возможностным методом.

Ключевые слова: надежность, уровень риска, теория возможностей, безопасность, несущий элемент.

UDC 69.04. Utkin V.S., Solovyov S.A. The value of the cutoff level (risk) in the calculation of reliability of bearing elements by possibilistic method

In recent years in the Russian Federation were developed new regulations containing requirements for the quantification of mechanical (structural) safety. One of the main parameter of mechanical safety of bearing structural components is reliability. In reliability calculating by possibilistic methods have to set the cutoff (risk) level, which introduces an uncertainty in the reliability calculation. This article proposes an approach of determining the significance level cutoff (risk) in calculation of reliability of the same-type load-bearing elements of building construction by possibilistic methods. The results show a significant influence of the cutoff (risk) level on the result of the reliability calculation. Numerical examples for a new approach to the determination of the cutoff (risk) level when assessing the reliability of the same-type load-bearing elements of building construction by possibilistic method were shown.

Key words: reliability; cutoff (risk) level; theory of possibility; safety; load-bearing element.

Экспериментальные исследования

М.А. ЛИПЛЕНКО¹, инж., Ю.С. КУНИН¹, к.т.н., проф., М.В. ВОЛОДИН², инж. (¹НИУ-МГСУ, г.Москва, ²ООО «Линдаб Билдингс», г.Ярославль)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОФИЛИРОВАННОГО НАСТИЛА НОВОГО ТИПА...67

Рассмотрены результаты и методика экспериментальных исследований профилированного настила нового типа. Испытания проводились при однопролетной и двухпролетной схеме опирания образцов. Нагрузка на образцы создавалась тарированными грузами и гидравлическим домкратом. В ходе эксперимента измерялись прогибы и опорные реакции. Испытания проводились с целью определения несущей способности профиля при различных схемах нагружения и определения его жесткостных характеристик. Выполнено сравнение результатов, полученных из экспериментов с теоретическими результатами, рассчитанными по различным методикам зарубежных нормативных стандартов AISI и Eurocode.

Ключевые слова: профилированный настил, холодногнутый профиль, местная потеря устойчивости.

UDC 624.014. Liplenko M.A., Kunin Y.S., Volodin M.V. **Experimental research of new type of profiled sheeting.**

The paper presents a methodology and results of an experimental study of a new type of profiled sheeting. Single and double spans static schemes were studied. Loads were applied with calibrated dumbbells and a hydraulic jack. During the tests, deflections and support reactions were measured. The aim of the experimental study was to determine the load bearing capacity of the profile for different static schemes as well as the stiffness. The test results were compared with the calculations results done in accordance with AISI and Eurocode design specifications. Key words: profiled sheeting, cold-formed profiles, local buckling.

Журнал «Строительная механика и расчет сооружений» 2014 год.



N 1 за 2014год

Расчёты на прочность

Т.И.БАРАНОВА, д.т.н., проф., В.А.КОМАРОВ, к.т.н.(Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г.Пенза).

Каркасно-стержневая модель консольной опоры железобетонного ригеля .. 2

Рассмотрена каркасно-стержневая модель консольной опоры ригеля многоэтажного здания для расчета прочности по сжатым наклонным полосам бетона, а также вертикальным и горизонтальным растянутым арматурным поясам.

Ключевые слова: консольная опора, сжатые бетонные полосы, растянутые вертикальные и горизонтальные стержни, ключевые точки, физические и условные грузовые опоры. UDC 69.04, 69.07. Baranova T.I., Komarov V.A. Frame-rod model of the cantilever support concrete bolts

We consider the frame-rod model of the cantilever support bolt-rise buildings for the strength calculation for compressed oblique strip of concrete, as well as vertical and horizontal reinforcing stretched belts.

Key words: lug support, compressed concrete strips stretched vertical and horizontal bars, the physical and contingent cargo support.

С.В.БОСАКОВ, д.т.н., проф. (РУП «Институт БелНИИС», г.Минск).

Неосесимметричный изгиб круглой и кольцквой пластинок на основании Винклера ..4

Опубликованный ранее подход по расчету стержней и плит на упругом основании обобщен на случай действия произвольной внешней нагрузки на круглую и кольцевую пластинки, лежащие на упругом основании Винклера. Приведены примеры расчетов и рассмотрены частные случаи изгиба круглой и кольцевой пластинок на упругом основании Винклера под действием сосредоточенных нагрузок. Полученные выражения могут быть использованы для определения осадок пластинок от любой системы внешних сил.

Ключевые слова: пластина, неосесимметричный изгиб, упругое основание Винклера, осадки.

UDC 624.13. Bosakov S.V. The nonaxisymmetric bending circular and annular plates on Vincler foundation

The author presents generalized approach for bars and plates calculation that was published earlier. Generalization was made in case of influence of arbitrary external load on circle and ring plates which are located on Vincler foundation. The paper presents calculation examples and considers particular cases of bending of circle and ring plates which are located on Vincler foundation under the influence of concentrated loads. Obtained formulas can be used for determination of plates yielding under influence of any external forces system.

Key words: plate, nonaxisymmetric bending, elastic Vincler foundation, displacements.

Е.Ю.ДАВЫДОВ, д.т.н. (Белорусский национальный технический университет, г.Минск).

... Результаты исследований поверхностей отрицательной кривизны при их трансформировании в плоскост

Приводятся результаты экспериментальных и теоретических исследований напряженного состояния панелей оболочек в форме гиперболического параболоида при их трансформации в плоскость. Особенностью исследуемых форм является использование в качестве пролетной конструкции стальных профилированных настилов, обладающих резкой конструктивной анизотропией.

Ключевые слова: панель оболочка, трансформирование, усилие, исследование.

UDC 624.014:624.073.8:624.074.4. Davydov E.Yu. Research results of surfaces with negative curvature during its transformation to the plane

In this article we provide the results of experimental and theoretical researches of strained condition of panels-envelopments in the form of hyperbolic paraboloid during its transformation to the plane. The main feature of the investigated forms is a use of steel profiled decks with considerable constructive anisotropy as a span construction.

Key words: panel-envelopment, transformation, tension, research.

Вл.И. КОЛЧУНОВ¹,д.т.н.,проф., И.А.ЯКОВЕНКО¹,к.т.н., Н.В.КЛЮЕВА², д.т.н.,проф. (¹Национальный авиационный университет, г.Киев,Украина, ²Юго-Западный государственный университет, г.Курск)

К построению расчетной модели ширины раскрытия наклонных трещин в составных железобетонных конструкциях ..13

Рассмотрено построение расчетной модели ширины раскрытия наклонных трещин в составных железобетонных конструкциях при нарушении гипотезы сплошности и отказе от упрощенных подходов, так, как этого требуют измеряемые в опытах с помощью микроскопа параметры. Предложены рабочие предпосылки и расчетная модель для определения ширины раскрытия наклонных трещин, которая базируется на расчетных схемах первого и второго уровней.

Ключевые слова: наклонные трещины, ширина раскрытия, деформации удлинения бетона, железобетонные составные конструкции.

UDC 624.012.045. Kolchunov VI.I., Yakovenko I.A., Klueva N.V. To construct the calculation model of inclined cracks width in composite concrete constructions

It is considered the calculation model opening width of inclined cracks in composite reinforced concrete construction in violation of the hypothesis of continuity and rejection of simplified approaches, as required by the measured in experiments with a microscope settings. It is proposed working assumptions and calculation model for determining the width of inclined crack, which is based on the calculation scheme of the first and second levels.

Key words: inclined crack, opening width, elongation deformation of concrete, reinforced concrete composite constructions.

В.И.КОРОБКО, д.т.н., проф., А.А.АКТУГАНОВ, инж. (ФГБОУ ВПО Госуниверситет – УНПК, г.Орёл).

Применение метода интерполяции по коэффициенту формы к расчету пластинок на упругом основании ..18

Рассматривается возможность определения жесткостной характеристики (максимального прогиба) пластинок, лежащих на упругом основании, с помощью метода интерполяции по коэффициенту формы. Исследуемые пластинки нагружены равномерно распределенной по всей площади нагрузкой и имеют однородные граничные условия (либо шарнирное опирание по контуру, либо жесткое защемление). Перспективность развития данного направления исследований подтверждается примером расчета.

Ключевые слова: пластинки. граничные условия, упругое основание, коэффициент постели, максимальный прогиб, коэффициент формы пластинки, метол интерполяции по коэффициенту формы UDC 624.04. Korobko V.I., Aktuganov A.A. Application of interpolation technique by shape factor for calculation of plates on elastic foundation

Authors consider possibility of determination of plates rigid characteristic (maximum bending) with usage of interpolation technique by shape factor. Plates are located on elastic foundation. Key words: plates, boundary conditions, elastic foundation, coefficient of soil reaction, maximum bending, shape factor of plate, interpolation technique by shape factor.

Р.П.МОИСЕЕНКО, д.т.н.,проф. (Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск)

Исследование экстремальных свойств площади сечения арматуры изгибаемого железобетонного элемента с двойным армированием ..25

Проведено исследование на экстремум площади сечения арматуры изгибаемого железобетонного элемента с двойным армированием. Получена новая формула для определения относительной высоты сжатой зоны бетона. Эта формула значительно упрощает расчёт прочности изгибаемых железобетонных элементов. Отпадает необходимость повторных уточняющих расчётов при определении площади сечения растянутой и сжатой арматуры.

Ключевые слова: железобетон, изгибаемый элемент, двойное армирование, площадь сечения арматуры.

UDC 624.012(075) Moiseenko R.P. Extreme properties of reinforced cut square of bended reinforced concrete element with double armouring

The research on extreme value of reinforcement cut square of bended reinforced concrete element with double armouring is performed. The new formula is obtained to define the relative height of concrete compressive zone. The formula simplifies calculation process of robustness of bended reinforced concrete elements. It reduced the need for re!calculation while defining cut square of tension and compressed reinforcement.

Key words: steel concrete, curve element, double armature, armature cut square.

И.И.ОВЧИННИКОВ, к.т.н., доц. (Саратовский государственный технический университет им.Ю.А.Гагарина) Модифицированная модель деформирования и разрушения материала, подвергающегося облучению ..29

Показано, что эта модель свободна от недостатков, присущих пятипараметрической модели, и позволяет корректно описывать не только ползучесть, но и длительную прочность и длительную пластичность материала. Показано, что эта модель свободна от недостатков, присущих пятипараметрической модели, и позволяет корректно описывать не только ползучесть, но и длительную прочность и длительную пластичность материала. Приводится методика идентификации модели по экспериментальным данным и результаты идентификации для необлученного и облученного материала. Путем сопоставления с экспериментом показывается большая эффективность модифицированной модели, хотя для ее идентификации не требуется увеличивать количество экспериментальных данных, Ключевые слова: модели деформирования, радиационное облучение, ползучесть, накопление повреждений, идентификация моделей.

UDC 539.4. Ovchinnikov I.I. A modified model of deformation and fracture of the material was irradiated in a uniaxial stress state

The modified model of creep and accumulation of damages of a material in the conditions of the radiation exposure, including seven parameters are considered. It is shown that this model is free from the shortcomings inherent in five!parametrical model, and allows to describe correctly not only creep, but also long durability and long plasticity of a material. The technique of identification of model on experimental data and results of identification for the unirradiated and irradiated material is given.

Key words: deformation models, radiation exposure, creep, accumulation of damages, identification of models.

А.А.ПОКРОВСКИЙ, д.т.н., проф. (ПГУАС, г.Пенза)

Применение метода перемещений с разделением их на «жесткие» и «деформационные» в расчетах конструкций ..36

Рассматривается расчет шарнирно опертой балки и клина в плоской задаче теории упругости методом перемещений по версии автора, изложенной в [1],где приведен расчет шарнирной фермы. На тестовых примерах показано различие расчетных схем и способов получения разрешающих уравнений двух версий метода перемещений. Версия автора ближе соответствует действительной работе конструкций, а методика расчета не сложней традиционной. Результаты расчетов по обеим версиям метода перемещений совпадают.

Ключевые слова: метод перемещений, разделение перемещений на «жесткие» и «деформационные».

UDC 624.04: 539: 519.6. Pokrovsky A.A. Deflections method usage for structures calculation with deflections differentiation on «rigid» deflections and «deformation» deflections

The paper considers calculation of hinged beam and wedge for plane problem of elasticity theory by deflections method according to author's version stated in [1] where hinged truss calculation is presented. Difference between design models and methods for obtaining of resolvent equations of two versions of deflections method was shown on test examples. The author's version is closer satisfied to structure work and calculation method is not more complex than traditional one. Calculation results of both versions of deflections method are similar.

Key words: deflections method, differentiation on «rigid» deflections and «deformation» deflections.

Динамические расчеты

Г.Г.БУЛЫЧЕВ, д.т.н., проф. (МГТУ, МИРЭА, г.Москва).

Моделирование динамики разрушения мостовых конструкций ..39

Моделируется процесс разрушения мостовых конструкций с различным количеством опор или точек подкрепления, под действием нагрузок, приложенных к несущей поверхности моста. Определяются минимальные нагрузки, при которых происходит разрушение моста.

Ключевые слова: численное молелирование линамика разрушение

UDC 5.393. Bulychev G.G. Simulation of dynamics destruction of bridge constructions

Process of destruction of bridge constructions with various quantity of supports or reinforcement points, under the influence of the loadings applied to the bearing surface of the bridge is simulated. The minimum loadings at which there is a bridge destruction are defined.

Keywords: simulation, dynamics, destruction.

В.А.КОТЛЯРЕВСКИЙ, д.т.н., проф. (Научно-образовательный центр исследования экстремальных ситуаций МГТУ им.Н.Э.Баумана) Коррекция динамических испытаний конструкций на моделях при наличии масштабных эффектов...43

Приведены методические подходы к моделированию испытаний на взрывные нагрузки железобетонных конструкций в целях коррекции масштабных эффектов, проявляющихся при пластических деформациях арматуры. Анализ выполнен на примере взрывного нагружения балочной плиты с привлечением программных средств расчета конструкций, армированных сталями, чувствительными к скорости деформации. Расчетный алгоритм реализован в инвариантном виде с искомыми функциями, представляющими функции динамичности, экстремумы которых - коэффициенты динамичности. Представлен методический подход и программные средства динамики конструкций, позволяющие прогнозировать прочность проектируемых и модернизируемых объектов испытаниями на маломасштабных моделях коррекцией посредством компенсации отклонений от подобия.

Ключевые слова: динамика сооружений, физическое моделирование, прогнозирование прочности.

UDC 69.059.22. Kotlyarevsky V.A. Correction of structures dynamic tests on models under influence of scale effects

The paper presents technical approaches for simulation of tests of reinforced concrete structures under influence of blast loads for purpose of correction of scale effects which appear under armature plastic deformation. The author carried out analysis on the example of blast load of beam slab with usage of soft instruments of calculation of structures which are reinforced by steels and sensitive to deformation rate. **Key words:** structural dynamics, physical simulation, durability prognostication.

Сейсмические расчеты

В.В.БЕЗДЕЛЕВ, к.т.н., С.Ю.ТРУТАЕВ, к.т.н. (ОАО «Иркутский Промстройпроект»)

Расчетно-экспериментальный метод оценки напряженно-деформированного состояния конструкций зданий при землетрясениях ..49

Рассмотрен метод оценки динамического напряженно деформированного состояния конструктивных элементов зданий при землетрясениях, на основе аппроксимации поля фактических перемещений здания собственными формами его колебаний. Рассмотрен пример определения напряжений и деформаций конструкций 9 этажного жилого дома 135 серии при шестибалльном землетрясении.

Ключевые слова: конструктивные элементы зданий, анализ напряженно деформированного состояния, землетрясение.

UDC 624.03. Bezdelev V.V., Trutaev S.Yu. The stressstrain experimental analysis for structures evaluated during earthquakes

This paperreviews the method ofdynamicstress-strain state evaluation for structural units of buildingsduring earthquakes, based on actual industrial unitsdisplacementtaking into accountitsown forms of vibrations. The article presents an example of stressesand deformations determination for 9-storey apartment building of 135 series during earthquake of 6. **Key words:** structural units of buildings, stress-strain analysis, earthquake.

Расчеты на надежность

В.А.ГРОМАЦКИЙ, к.т.н. (ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко).

О расчете и оценке надежности конструкций с учетом априорной информации. Часть И ..53

Рассмотрены вопросы оценки показателей надежности для определительных испытаний. На основе интервального оценивания показателя надежности приведены формулы для определения параметров планов контрольных испытаний конструкций, проводимых на стенде и в эксплуатации. Изложение иллюстрируется примерами.

Ключевые слова: интервальное оценивание показателей надежности, план испытаний.

UDC 624.012.2.046.69.04. Gromatsky V.A. Calculation and estimation of structures reliability taking into account prior information. Part II

Estimation problems of reliability indexes for determinative tests are considered. The author gives formulas, based on interval estimation of reliability indexes, for determination of parameters of structures check test plans that are carried out on stand and during operation. Description is illustrated by examples.

Key words: interval estimation of reliability indexes, test plan.

Численные расчеты

А.И.ШЕИН, д.т.н.,проф., Д.А.ШМЕЛЕВ, инж. (ПГУАС, г.Пенза)

Оценка эффективности активного жидкостного гасителя колебаний высотных сооружений при нестационарных воздействиях ..59

Рассмотрен активный жидкостный гаситель как средство для гашения колебаний конструкций в условиях нестационарных (сейсмических) воздействий. Приведено его сравнение с пассивным трехмассовым динамическим гасителем колебаний. По результатам сравнения сделаны выводы об эффективности рассмотренных гасителей колебаний. Ключевые слова: активное гашение колебаний, жидкостный гаситель, пассивное гашение колебаний, динамический гаситель, сейсмические колебания.

UDC 624.041:539.3:534.1:532.5. Shein A.I., Shmelev D.A. **Performance evaluation of active liquid vibration damper highrise buildings at the non-stationary impacts**Active fluid damper are considered, as a device for damping of vibrations of constructions in the conditions of non-stationary (seismic) impacts. Comparing it with passive three-mass dynamic damper is given. Conclusions about the effectiveness of the considered damper according to the analysis are adduced.

Key words: Active vibration damping, liquid damper, passive vibration damping, dynamic damper, seismic vibrations.

В помощь проектировщику

А.С.МАРУТЯН, к.т.н., проф., М.Б.ГРИГОРЬЯН, канд.пед.наук, доц., С.А.Г.ЛУХОВ, инж. (СевероКавказский федеральный университет, филиал в г. Пятигорске). Пространственные решетчатые несущие конструкции (модули типа «Пятигорск»-2) ..64

Приведено новое техническое решение пространственных решетчатых несущих конструкций в виде легких металлоконструкций зданий и сооружений из ортогональных систем перекрестных ферм модулей (блоков) покрытий (перекрытий) типа «Пятигорск». Показана их отличительная особенность в компоновке узлов пересечения с монтажными окнами и сварными вставками прямоугольной формы для сжатых поясов и клиновидной формы для растянутых, что позволило сократить количество зон монтажной сварки более чем вдвое. Результаты испытаний на разрыв опытных образцов сварных стыков и их статистическая обработка подтвердили необходимый и достаточный запас несущей способности, а также наглядно показали практичность такой компоновки, что предопределило эффективность и рациональность применения модернизированного модуля типа «Пятигорск» 2.

Ключевые слова: легкие металлические конструкции, перекрестные системы, замкнутые гнутосварные профили, перекрестные стальные фермы, модуль типа «Пятигорск» 2, блок(секция), покрытия(перекрытия), реконструкция, этажность, сейсмостойкость.

UDC 692.48:725.4.002.237. Marutya A.S., Grigor'yan M.B., Gluhov S.A. Space cancelled bearing structures (modulus of Pyatigorsk-2)

Authors give new technical solution for space cancelled bearing structures presented in a form of lightweight metalwares of buildings and constructs made from orthogonal systems of crossed farms of coverings modulus of Pyatigorsk type.

Key words: lightweight metal constructions, crossed systems, closed bent-welded profiles, crossed steel farms, renovation, seismic stability.

К.К.НЕЖДАНОВ, д.т.н., проф., засл. изобретатель РФ, Л.А.ЖЕЛЕЗНЯКОВ,инж., И.Н.ГАРЬКИН,инж. (ПГУАС, г. Пенза) Эффективный способ проката уголкового профиля ..71

Предлагается эффективный способ проката уголкового профиля, которые впоследствии могут быть использованы для изготовления сборных балок для перекрытия больших пролетов (железнодорожные мосты), высоко ресурсных подкрановых балок, решетчатых ферм, колонн, арок, радио и телевизионных башен.

Ключевые слова: уголковый профиль, оптимизация сечения, выносливость, снижение материалоемкости, повышение жесткости при изгибе, значительный экономический эффект.

UDC 624.014. Nezhdanov K.K., Zhelezniakov L.A. Effective way to rolling angle bar

An effective way of rolling angle bar, which can later be used for the manufacture of precast beams to bridge large spans (rail bridges), high resource crane girders, trusses, columns, arches, radio and television towers.

Key words: Angled profile optimization section, endurance, reduction of material, increased flexural stiffness, a significant economic effect

N 2 за 2014год

Расчеты на прочность

С.В. БАКУШЕВ, д.т.н.,проф. (Пензенский государственный университет архитектуры и строительства)

Плоская деформация физически нелинейной теории упругости – решение в напряжениях ..2

Рассматривается задача построения физически нелинейного аналога бигармонического уравнения для случая плоской деформации сплошной среды, механическое поведение которой описывается произвольными перекрестными зависимостями между первыми инвариантами тензоров и вторыми инвариантами девиаторов напряжений и деформаций. Показано, что функция напряжений в виде полинома второго порядка будет удовлетворять физически нелинейному аналогу бигармонического уравнения, если коэффициенты функции напряжений не являются независимыми.

Ключевые слова: физическая нелинейность, плоская задача, функция напряжений.

UDC 539.313. Bakushev S.V. Plain deformation of physically nonlinear theory of elasticity – solution in stresses

The task of making physically non linear analog of bi harmonic equation for the case plain deformation of continuum, mechanical behavior of which is described by arbitrary cross dependencies between the first tensor invariants and second invariants of deviators of stresses and strains. It is shown that the function of stress in form of polynomial of second order will satisfy physically non linear analog of bi harmonic equation if stress function coefficients are not independent.

Key words: physical non linearity, plain task, thestress function.

Ю.В.ВИШНЯКОВ, к.т.н., Р.О.ОВЧАРЕНКО, инж. И.А.РЫТОВА, инж. (ООО«СКИФ», г.Москва)

Раскрытие деформационных швов в стенах зданий из силикатного кирпича ..10

Приведены результаты расчета ширины раскрытия деформационных швов в стенах из силикатного кирпича в различных климатических зонах и сравнение их с такими же в стенах из керамического кирпича.

Ключевые слова: стена, кирпич, температура, деформационный шов.

UDC 624.041.539.4. Vishnyakov Yu.V., Ovcharenko R.O., Rytova I.A. Opening of control joints in buildings walls made of calcium-silicate brick

The paper presents calculation results of width of opening of control joints in walls made of calcium silicate brick for various climatic zones. Results are compared with ones for walls made of ceramic brick.

Key words: wall, brick, temperature, control joint.

В.Р.ГРОСМАН, инж. (МГСУ-НИУ, г.Москва).

Неосесимметричные задачи статики и колебаний круглых ортотропных и изотропных пластин ..14

В статье получены точные аналитические решения задач расчета круглых ортотропных и изотропных пластин, лежащих на упругом основании, свойства которого описываются моделью Винклера, при действии на них циклически-симметричных нагрузок, изменяющихся по закону q₀ sin mθ или q₀ cos mθ (m=2,3,...). Изучаются также вопросы собственных колебаний круглых ортотропных и изотропных пластин с m ≥ 2 узловыми диаметрами. Для получения решений используется уравнение Нильсена. Результаты представлены в функциях Бесселя. Установлено, что при некоторых значениях параметров цилиндрических функций найденные решения распадаются на элементарные.

Ключевые слова: круглые ортотропные и изотропные пластины, упругое основание, модель Винклера, узловые диаметры, функции Бесселя. UDC 624.073. Grosman V.R. Nonsymmetric problems of statics and vibration of circular orthotropic and isotropic plates

The paper gives exact analytical solutions for problem of analysis of circular orthotropic and isotropic plates, resting on Winkler's elastic foundation and subjected to an action of cyclic – symmetric loads, varying according to the laws $q0sinm\theta$ or $q0cosm\theta$ (m = 2,3,...). The problems of circular orthotropic and isotropic plates natural vibrations with m \geq 2 nodal diameters. For receiving of solutions. Nielsen's equation is used. The obtained results are given in Bessel functions. It was determined that for certain values of cylindrical functions parameters the solutions are decomposed in elementary ones.

Key words: circularorthotropic and isotropic plates, elastic foundation, Winkler's model, nodal diameters, the Bessel functions.

П.П.ГАЙДЖУРОВ, д.т.н.,проф., Г.М. КРАВЧЕНКО, к.т.н., доц., Н.А.САВЕЛЬЕВА, инж. (Ростовский государственный строительный университет)

.. Конечно-элементное моделирование упругопластического изгиба стальных балок с использованием стержневых конечных элементов

Разработана методика численного расчета несущей способности стальных балок с учетом физической нелинейности материала с использованием стержневых конечных элементов двух типов – обычных двухузловых, воспринимающих только линейно-упругие деформации и коротких стержней вставок с послойным вычислением деформации в сочетании с процедурой проверки на пластический отклик материала. Результаты вычислительных экспериментов сравнивались с аналитическими решениями и данными, полученными с помощью комплекса ANSYS с применением двухузлового элемента BEAM23. Получено удовлетворительное совпадение результатов по предельной нагрузке. Ключевые слова: метод конечных элементов, изгиб балок, теория малых упругопластических деформаций, верификация программного обеспечения.

UDC 539.3. Guyjourov P.P., Kraychenko G.M., Saveleya N.A. Finite element modelling of elastoplastic bending of teel beams using rod finite elements

There has been developed a method for numerical calculations of bearing capacity of steel beams taking into account physical nonlinearity of a material using rod finite elements of two types - common two nodal elements perceiving only linear elastic deformations, and short core inserts with layer specific calculation of deformations and short rod inserts with layerwise calculation of deformations combined with verification procedure for plastic response of the material. The results of numerical experiments were compared with analytical solutions and data obtained using ANSYS using two nodal element BEAM23. A satisfactory agreement of the results for limit load was shown.

Key words: finite elements method, bending beam, theory of low elastoplastic deformations, software verification.

А.С.ДЕХТЯРЬ, д.т.н.,проф. (Национальный транспортный университет, г.Киев)

Жесткопластическое деформирование пологой оболочки ..23

Для выпуклых пологих оболочек с трансляционной срединной поверхностью рассмотрен процесс жесткопластического деформирования после достижения предельного состояния. Показано, что в соответствии с предположением А.Р. Ржаницына на деформационных кривых обнаруживается точка минимума, за которой возможно упрочнение. Приведены примеры. Обсуждаются различия в деформировании оболочек из равносопротивляющегося и из «знакочувствительного» материала в зависимости от способа закрепления контура.

Ключевые слова: пологая оболочка, жесткопластические деформирование, упрочнение.

UDC 642.04: 539.376. Dekhtyar A.S. Rigid plastic deformation of shallow shell

An object of investigation are shallow thin shells of constant thickness. Material of shells - ideal rigid plastic with the same and with different yield limits in tension and in compression. The process of deformation of such shells after achievement of limit equilibrium is considered. It is shown that the point of minimum can be found on deformation curves in accordance with former A.R. Rhzanitsyn supposition Examples are presented. Influencing of fixing of contour are discussed.

Key words: shallow shell Rigid -plastic deformation.

Динамические расчеты

М.В.СУХОТЕРИН, д.т.н., доц. (ГУМРФ им.адмирала С.О.Макарова, г.Санкт-Петербург)

Собственные колебания прямоугольной консольной пластины .. 26

Предложен точный аналитический способ решения задачи, сводящий проблему к бесконечной системе линейных алгебраических уравнений относительно коэффициентов двух гиперболо-тригонометрических рядов и вспомогательной функции. Бесконечная система преобразована к одной последовательности коэффициентов, которая является однородной и решается итерационным методом численно. В качестве примера найдены первые три собственные частоты квадратной пластины при симметричных колебаниях относительно оси, перпендикулярной заделке, и получены графически соответствующие формы. Обсуждается вопрос о резонансных частотах.

Ключевые слова: прямоугольная консольная пластина, собственные частоты колебаний.

UDC 539.3:624.044.2. Sukhoterin M.V. The natural oscillation of rectangular cantilever plate

Proposed an exact analytical method of solving the problem, which reduces the problem to the infinite system of linear algebraic equations for the coefficients of two hyperbolic trigonometric series and support function. Infinite system is converted to a sequence of coefficients, which is uniform and is solved by an iterative method for numerically. As an example, to found the first three eigenfrequency of a square plate with symmetric oscillations relative to the axis perpendicular sealing, and obtained graphically the appropriate forms. We discuss the question of resonant frequencies. Key words: rectangular cantilever plate, natural frequencies.

Расчеты на устойчивость

Ю.И.ДОРОГОВ, к.т.н. (Филиал МЭИ (НИУ) в г.Волжском)

Потеря устойчивости горизонтального стержня с грузом и упругой опорой по середине ..31

Исследуется потеря устойчивости упругого горизонтального стержня с упругой опорой и грузом посредине. Стержень шарнирно закреплен на концах. Задача решается в линеаризованной постановке, когда в дифференциальном уравнении изгиба кривизна оси стержня заменяется второй производной от функции прогиба. Известно, что решение краевой задачи для линейного дифференциального уравнения продольного изгиба получается определенным лишь до неизвестного коэффициента, который не может быть определен из граничных условий. Это делает невозможным учет потенциальной энергии, как самого стержня, так и груза с опорой. Для определения неизвестного множителя применяется дополнительное изопериметрическое условие, выражающее постоянство длины оси стержня при изгибе.

Ключевые слова: устойчивость горизонтального стержня, изопериметрическое условие, упругая опора, потеря устойчивости.

UDC 539.384.4. Dorogov Yu.I. Stability loss of horizontal bar with load and elastic support in the centre

The author researches stability loss of elastic horizontal bar with elastic support and load in the centre. The bar is hingedly supported at ends. The problem is solved for linearized definition when curvature of shaft axle is replaced by second derivative of bending function for differential equation of bending.

Key words: stability of horizontal bar, isoperimetric conditions, elastic support, stability loss.

В.А.КОТЛЯРЕВСКИЙ, д.т.н.,проф. (НОЦ ИЭС МГТУ, г.Москва)

Расчет надежности сейсмостойкости сооружений ..40

Изложены методы и алгоритмы определения надежности сейсмостойкости сооружений с использованием для воздействий и напряжений одномерной нормальной функции. Для упругопластических систем полагается наличие допустимого диапазона пластических деформаций и применена простая подгонка к нормальному распределению. Для упруго-хрупких систем и невозможности назначения допустимого диапазона повреждений применен метод статистического моделирования действием генерированным ансамблем синтезированных акселерограмм. Надежность сейсмостойкости оценивается по границам перекрытия функций плотностей распределений напряжений в сооружении и параметра прочности материала. Даны примеры расчета надежности сейсмостойкости к 7-балльным воздействиям металлической и железобетонной высоких промышленных дымовых труб.

Ключевые слова: надежность сейсмостойкости, одномерная нормальная функция.

UDC 699.841. Kotlyarevsky V.A. Reliability calculation of construction seismic stability

Methods and algorithms of definition of reliability of seismic stability of structures with the use of impacts and stresses the univariate normal function. For elastic plastic systems relies presence of the valid range of plastic deformations and applied a simple adjustment to the normal distribution. For elastic fragile systems and inability destination acceptable range of damage was applied the method of statistical modeling action generated ensemble synthesized accelerograms. Reliability of seismic stability is assessed on the limits of the overlapping functions of the densities of distributions stresses in the structure and strength parameters of the material. Examples of calculation are given reliability of seismic resistance to 7 ballroom effects of metal and reinforced concrete of high industrial chimneys. Key words: reliability of seismic stability, univariate normal function.

А.В.ФИЛИМОНОВ, научный сотрудник (ФГБУН Институт автоматизации проектирования РАН, г. Москва)

Учет ненайденных форм собственных колебаний при расчете реакции зданий и сооружений на сейсмические воздействия ..46

Разработана методика приближенного учета ненайденных или отброшенных форм собственных колебаний, которую можно использовать при расчете реакции сооружений на сейсмические воздействия как линейно-спектральным методом, так и при разложении по формам собственных колебаний во временной области без модификации используемых алгоритмов. Методика реализована автором в программном комплексе STARK ES и доступна для массового применения. Приведены примеры расчетов для тестовых моделей и моделей реальных строительных объектов.

Ключевые слова: сейсмический анализ, формы и частоты собственных колебаний, обобщенная проблема собственных значений, линейно-спектральный метод, расчет во временной

UDC 51 74. Filimonov A.V. Accounting of missing forms of selfoscillations for calculation of buildings and structures reaction under effects of earthquake

Key words: seismic analysis, forms and frequencies of self oscillations, generalized problem of eigenvalue, linear and spectral method, calculation in temporary realm.

Г.Г.БУЛЫЧЕВ, д.т.н.,проф. (МГТУ, МИРЭА, г.Москва)

Оптимизация перфорирования изотропных пластин по динамической прочности ..54

Анализируются результаты численного моделирования динамического разрушения тонких (плосконапряженных) и толстых изотропных упруго/вязкопластических перфорированных пластин прямоугольного сечения при заданном объеме остаточной массы. Коэффициент Пуассона материала пластины, а также форма, размеры, количество и расположение отверстий в пластине могут меняться. Для моделирования используется метод пространственных характеристик.

Ключевые слова: численное моделирование, динамика, разрушение.

А.С.МАРУТЯН, к.т.н., проф. (Северо-Кавказский федеральный университет (филиал в г.Пятигорске))

Оптимизация минимальных высот стропильных и перекрестных стальных ферм, включая типа «Пятигорск» ..60

Для стропильных стальных ферм приведены минимальные (наименьшие) параметры высоты, допустимые из условия жесткости. По их примеру с использованием балочных аналогов получены значения минимальных высот контурных, средних и промежуточных ферм перекрестных систем. Показано, что минимальная высота у стропильных ферм больше, чем у контурных; у контурных ферм больше, чем у средних; у средних ферм больше, чем у промежуточных. Расчетные параметры средних и промежуточных ферм с приемлемой сходимостью получены еще раз при учете итогов оптимального проектирования перекрытий из перекрестных балок в условиях пониженной строительной высоты. Обоснована минимальная высота перекрестных ферм с количеством ячеек поясных сеток 2×2 и 3×3, составляющая в модулях (блоках) покрытий (перекрытий) типа «Пятигорск» 1/20 их пролета. Выявлена перспективность жесткого сопряжения контурных ферм с угловыми V-образными колоннами для нивелирования разницы минимальных высот этих и внутренних ферм, которая при шарнирном опирании и количестве ячеек поясных сеток 4×4 и более приближается к троекратной величине.

Ключевые слова: стропильные стальные фермы, легкие металлические конструкции, перекрестные стальные фермы, оптимизация, минимальная высота.

UDC 624.072.2. Marutyan A.S. Optimization of minimal heights of transverse and cross steel bents including Pyatigorsk type

Key words: transverse steel bent, lightweight metal construction, cross steel bent, optimization, minimal height.

Нормирование

Н.А.ПОПОВ, к.т.н., И.В.ЛЕБЕДЕВА, к.т.н. (ОАО«НИЦ«Строительство»-ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко)

Изменение № 1 к СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия», актуализированной редакции СНиП 2.01.07785* ..67

Свод правил СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия», актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», разработана на основе действующих СНиП 2.01.07-85* (изд.2003 г.),с учетом опыта применения ранее подготовленного ОАО «НИЦ «Строительство» СТО 36554501-015-2008 «Нагрузки и воздействия», соответствующих подходов и методик Еврокода 1 и других зарубежных норм. Представлены основные изменения, связанные с пересмотром некоторых разделов и положений СП, с введенными дополнениями и поправками, а также новые положения, которые предложены для обсуждения в связи с подготовкой Изменения №1 к настоящим СП.

Ключевые слова: свод правил, нагрузка, воздействие, нормы проектирования, снеговая нагрузка, ветровая нагрузка, вес снегового покрова, нормативное значение нагрузки, аварийное воздействие

UDC 624.042.1. Popov N.A., Lebedeva I.V. Revision №1 to 20.13330.2011 "Loads - actions" Building Codes of actualized redaction of the acting building Codes 2.01.07-85*

Building Codes 20.13330.2011 "Loads - actions" are developed as actualized redaction of the acting building Codes SNiP 2.01.07 85* with account of additional regulations of STO 36554501 015 2008 "Loads - actions", corresponding principles of Eurocode 1 and other foreign building codes. New approaches, additions and corrections are presented in the paper in connection with development and discussion of Amendment1 to above mentioned building codes SP 20.13330.2011 and revision of some its separate sections and statements.

Key words: set of rules, load, action, codes of design, snow load, wind loading, weight of snow cover, normative value of load, emergency action.

А.И.ПРИТЫКИН, д.т.н., И.Е.КИРИЛЛОВ, инж. (Калининградский государственный технический университет, г.Калининград)

Сопоставительный анализ требований СНиП и Еврокода 3 к местной устойчивости балок с гибкой стенкой ..70

Анализируются требования СНиП и Еврокода 3 к местной устойчивости шарнирно опертой балки с гибкой стенкой, подверженной действию равномерно распределенной нагрузки. Определяется степень расхождения в величинах критических касательных напряжений. Соответствие требований фактическим значениям критических нагрузок проверяется расчетами методом конечных элементов. Указаны причины некоторого расхождения в величинах критических нагрузок, определяемых по Нормам и по МКЭ. Предложена корректировка расчетной зависимости.

Ключевые слова: устойчивость, балка с гибкой стенкой, ребра жесткости, МКЭ, шарнирное опирание, распределенная нагрузка, касательные напряжения, строительные нормы. UDC 624.072.014.2. Pritykin A.I., Kirillov I.E. Comparative analysis of Construction Norms - Regulations and Eurocode 3 requirements for local stability of beams with flexible wall Key words: stability, beam with flexible wall, webbings, finite element method, hinged support, distributed load, shear stress, building norms.

N 3 за 2014год

Расчеты на прочность

Е.Б.КОРЕНЕВА, д.т.н., проф., В.Р.ГРОСМАН, инж. (НИУ-МГСУ, г.Москва).

Расчет кольцевой плиты переменной толщины при действии на нее сложных неосесимметричных нагрузок ...2

Изучается неосесимметричная деформация кольцевой ортотропной плиты радиально-переменной толщины, лежащей на упругом основании, свойства которого описываются моделью Винклера. На плиту опирается вышестоящая конструкция, представляющая собой коническую или цилиндрическую оболочку. Вышестоящая конструкция опирается на расположенную ниже плиту либо полностью вдоль окружности, не совпадающей с контуром, либо посредством опор, которые рассматриваются как точечные или такие, проекции которых в плане представляют собой дуги окружности или круговые прямоугольники. Для получения решений построены функции Коши, определены функции влияния. Используются свойства определителей Вандермонда. Решения получены в замкнутом виде.

Ключевые слова: кольцевая ортотропная плита, упругое основание, вышестоящая конструкция, точечные опоры.

UDC 624.073. Koreneva E.B., Grosman V.R. Analysis of ring foundation plate connected with the upper construction

Unsymmetric bending of ring orthotropic plate with radially varying thickness, resting on an elastic subgrade is under study. The properties of the subgrade are described by Winkler's model. The upper construction having a form of conic or cylindrical shell rests on the foundation plate. The following kinds of connection of the plate with the upper construction are under study: continuous circumference non-coinciding with the contour, point supports, arcs of a circle, circular rectangulars. For receiving of the solution Cauchy functions and influence functions are obtained. The properties of Wandermond's determinants are used. The results are given in the closed forms.

Key words: ring orthotropic plate, elastic basis, upper construction, point supports.

В.А.КОТЛЯРЕВСКИЙ, д.т.н., проф., засл. деятель науки и техники РСФСР (НОЦ ИЭС МГТУ им.Н.Э.Баумана).

Экспресс-диагностика прочности сооружений ..8

Изложены методы диагностики скрытых дефектов эксплуатируемых строительных объектов по изменению от проектных их частотных характеристик при вибрациях, возбуждаемых ударными, детерминированными, случайными или гармоническими воздействиями. Износ и остаточные параметры прочности устанавливают по отношению квадратов частот на границах рассматриваемого временного интервала. Особенности вибрационной диагностики строительных объектов – большая масса, крупные габариты, деформационная податливость оснований, сложность вибрационного нагружения – требуют применения специальных средств коррекции регистрируемой информации. Ключевые слова: вибрационная диагностика, прочность, сейсмостойкость, высотные объекты, амплитудный частотный спектр, ударные воздействия, ветровые нагрузки, нестационарный процесс, прямое и обратное преобразование Фурье, метод быстрого преобразования Фурье БПФ.

UDC 699.841. Kotlyarevsky V.A. Express diagnostics of durability of constructions

Outlines the methods of diagnostics of latent defects maintained building objects by a change from the design of their characteristics if the vibration excited by shock, deterministic and random or harmonic effects. Depreciation and residual strength parameters set against the squares of the frequencies on the borders of the considered time interval. Features of vibration diagnostics of construction of objects, – a large mass, large dimensions, deformation plasticity of the grounds of the complexity of vibration loading, – require the use of special means of correction of recorded information.

Key words: vibration diagnostics, resistance, earthquake resistance, high objects, the amplitude-frequency spectrum, impact, wind loads, transient, direct and inverse Fourier transform method FFT fast Fourier transform.

Н.В.КУПЧИКОВА, к.т.н., доц. (ГАОУ ВПО Астраханского инженерно-строительного института).

Учет сдвиговых деформаций свайных фундаментов с усиливающими элементами ...17

Показаны изменения в работе свайных фундаментов, воспринимающих горизонтальную сосредоточенную нагрузку в линейно-деформируемом основании с учетом сдвиговых деформаций и без них. Выполнен сравнительный анализ работы базовой модели сваи и сваи с совместными уширениями на верху и на конце при горизонтальном нагружении в линейно-деформируемом основании с учетом сдвига и без него. Результаты теоретических и экспериментальных исследований подтверждены с помощью численного изучения на основе решения методом конечных элементов в системе препостпроцессора FEMAP с решателем NE/NASTRAN.

Ключевые слова: свая, грунт, линейно-деформируемое основание, горизонтальное нагружение, сдвиговые деформации, эксперимент, свайный фундамент с концевыми и поверхностными уширениями.

UDC 692.115; 624.15. Kupchikova N.V. Accounting for shear deformation pile foundations with reinforcing elements

The studies show changes in the pile foundations, perceiving a horizontal concentrated load in a linearly deformable foundation considering shear deformation without them. A comparative analysis of the basic model piles and piles with a broadening of the joint at the top and at the end with a horizontal loading in linearly deformable foundation, taking into account the shift without it. The results of theoretical and experimental studies are confirmed by numerical study based on the finite element solution in the system prepostprotsessor FEMAP solver NE / NASTRAN.

Key words: pile, soil, linearly deformable base, horizontal loading, shear deformation experiment, the pile foundation and surface terminated broadenings.

И.А.ТАСКИН, инж. (Уральский государственный университет путей сообщения,г. Екатеринбург).

Исследование усилий в меридиональных стержнях пологих сетчатых куполов ...23

Рассмотрен математический подход к изучению усилий в меридиональных ребрах пологих сетчатых куполов из клееной армированной древесины разных конструктивных решений (численный эксперимент). Разработан и смоделирован факторный эксперимент типа 34, при котором изучались внутренние усилия в стержнях купола от воздействия трех видов нагрузки – снеговой симметричной и несимметричной, сосредоточенной. Изучалось влияние следующих факторов: размеры треугольных ячеек, размеры поперечного сечения основных ребер, толщина настила, угол между вертикальной осью купола и ребром. В результате эксперимента были получены полиномы первого порядка для величины внутренних усилий в меридиональных ребрах в зависимости от вида нагрузки, с учетом вышеперечисленных факторов. В процессе исследования были использованы программные комплексы Лира 9.6 R5, Statistika 6.0.

Ключевые слова: пологие сетчатые купола, армированная древесина, усилия в ребрах, настил, численные методы, математический эксперимент, полиномы.

UDC 624.94:691.8.97. Taskin I.A. Search of internal forces in ribs of flat reticular domes of different construction solutions

Mathematical approach was considered in order to study forces in meridian ribs of flat reticular domes made of glued armored wood of different construction solutions (numerical experiment). Factorial experiment of 34 type was developed and modeled, while internal forces were studied in ribs of the dome during three types of stress – symmetrical snowload, non1symmetrical snowload and focused. The following factors were taken into consideration: dimensions of triangular meshes, dimensions of main ribs' cross1section, thickness of covering, angle between vertical axis of the dome and a rib. As a result of the experiment the first lorder polynomials were obtained for the value of internal in meridian ribs depending on stress type, taking into account the factors mentioned above. During the research process we used programming systems Lira 9.6 R1, Statistika 6.0.

Key words: flat reticular domes, armored wood, forces in ribs, covering, numerical methods, mathematical experiment, polynomial.

Расчеты на устойчивость

В.М.БОНДАРЕНКО, д.т.н., проф., акад. РААСН (НИИСФ, РААСН).

Экспозиция устойчивости железобетонных колонн, эксплуатируемых в агрессивной среде ..27

Решается задача экспозиции устойчивости железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах при неубывающем во времени нагружении. Учтено, что уравнения силового сопротивления материалов включают неравновесные факторы и приняты в квазилинейной форме. Выражения для определения экспозиции устойчивости выводятся для расчетных стадий фильтрационной коррозии бетона и кольматационной коррозии бетона.

Ключевые слова: экспозиция устойчивости, неравновесные факторы, железобетонные конструкции, коррозия бетона, агрессивные среды

UDC 539.3; 624.011. Bondarenko V.M. Exposure of stability of ferroconcrete columns operated in corrosive medium

The author solves problem of exposure of stability of ferroconcrete structures operated in corrosive mediums under nondecreasing load in time. It was considered that equations of materials force resistance include nonequilibrium factors and were accepted in quasillinear form. Formulas for determination of stability exposure are deduced for calculating stages of filtration corrosion of concrete and кольматационной corrosion of concrete.

Key words: exposure of stability, nonequilibrium factors, ferroconcrete structures, concrete corrosion, corrosive mediums.

Динамические расчеты

С.В.СЕРЁГИН, инж. (ФГБОУ ВПО«КнАГТУ», г.Комсомольск-на-Амуре).

Влияние присоединенного тела на частоты и формы свободных колебаний цилиндрических оболочек ..35

Экспериментально-численным методом изучено влияние инерционных свойств присоединенного твердого тела на изгибные колебаний тонких круговых цилиндрических оболочек. Исследовано напряженно-деформированное состояние (НДС) оболочечной конструкции. Выявлено, что собственные колебания таких включений значительно влияют на динамическую прочность оболочек. Представлен ыдиапазоны, когда инерцией присоединенного тела можно пренебречь. Ключевые слова: изгибные колебания круговой цилиндрической оболочки, присоединенное твердое тело, сосредоточенная масса, напряженно-деформированное состояние конструкции, частоты и формы свободных колебаний

UDC 539.3:534.1. Seregin S.V. The influence attached body on the frequency and forms free vibrations cylindrical shells

Thin cylindrical shell with attached rigid body widely used in construction, aircraft construction, shipbuilding and other industries of modern technology. It is known, that the dynamic asymmetry as the added mass leads to a number of specific phenomena in shell: doubling the frequency spectrum, running in the circumferential direction of the wave and other. Most theoretical studies attached to the shell at a relatively small area of the body is treated as a concentrated mass. In this paper, the finite element method (FEM) in the environment of MSC «NASTRAN» examines the effect of inertia a rigid attached body to the frequencies and forms of free vibrations thin circular cylindrical shells. Stress1strain state shell structure are investigated. Is revealed that the natural oscillations of such inclusions significantly affect the dynamic strength of shells. Show the range when inertia attached body can be neglected. **Key words:** flexural vibrations of a circular cylindrical shell, the inertia of the attached body, concentrated mass, the stress1 strain state of a structure, shape and frequency free vibrations.

$И.Э.БУАДЗЕ^1$, инж., $И.Ш.ГАГНИДЗЕ^2$, к.т.н., $B.C.КСЕНИДИ^2$, инж. (1 Технический университет Грузии, 2 МГСУ).

Об особенностях расчета крупнопанельного здания на температурные воздействия ...39

Изложена методика расчета крупнопанельного здания с продольными несущими стенами на воздействие температуры. Методика расчета основана на общем вариационном методе В.З. Власова приведения двумерных и трехмерных задач к одномерной. Задача решается в перемещениях с применением тригонометрических рядов.

Ключевые слова: диафрагма, тригонометрические ряды, напряжения, сдвиг.

UDC 624.072.233.5.042.8. Buadze I.E., Gagnidze I.Sh., Ksenidi B.S. On peculiarities of calculation of large buildings on the temperature effects

This paper presents the results of the developed method of calculation of largel panel buildings on the temperature, the behavior of the extended buildings on the temperature effects. Key words: Stiffness characteristics, diaphragms, trigonometric serios, the voltage, shift.

В.Н.ИВАНОВ, д.т.н., проф., И.В.КУШНАРЕНКО, инж. (РУДН, г.Москва).

Расчет подкрепленных пластинок с помощью вариационно-разностного метода (ВРМ), предназначенного для расчета тонкостенных конструкций ..43

Проведен расчет подкрепленных пластинок с помощью ВРМ, анализируется разбиение сетки. Показано, что при шаге сетки в области ребер, составляющим одну тысячную максимального размера пластинки, можно значительно уменьшить количество узлов. Полученные результаты планируется использовать при расчете подкрепленных тонкостенных оболочек сложной формы. В математической модели ребра описываются теорией криволинейных стержней Кирхгофа-Клебша. Пластинки описываются теорией тонкостенных оболочек Кирхгофа-Лява, в которых отсутствуют тангенциальные внутренние усилия и кривизны поверхности равны нулю.

Ключевые слова: подкрепление, ребра, ребристые оболочки, ребристые пластинки, формообразование, численные методы, вариационно-разностный метод.

UDC 624.04:519.63: 539.3. Ivanov V.N., Kushnarenko I.V. Calculation of reinforced plates using the variational difference method (VDM) designed to calculate the thinwalled structures The paper deals with a calculation of reinforced plates using VDM, mesh partition is analyzed. It is shown that with a grid spacing in the neighbourhood of ribs, is one I thousandth the maximum size of the plate, it's possible to greatly reduce a number of nodes. Obtained results are planned to be used in calculating of thin I walled ribbed shells of complex shapes. Ribs are described in the mathematical model as Kirchhoff1 Clebsch curvelinear rods. Plates are described by the theory of thin1walled shells Kirchhoff1Love, where tangential internal forces and curvatures are zero.

Key words: reinforcement, ribs, ribbed shells, ribbed plates, form1 finding, numerical methods, variational1difference method.

Нормативные документы

И.И. ВЕДЯКОВ, д.т.н.,проф., Д.В.КОНИН, к.т.н.. (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко)

О совершенствовании отечественных сортаментов двугавровых профилей с параллельными гранями полок для колонн и развитии норм проектирования современных металлических конструкций ..50

Поэтапная разработка сортамента позволит получить сортамент для колонн многоэтажных и высотных зданий, внедрение которого снизит металлоемкость и трудоемкость каркасов за счет: использования в конструкциях колонн прокатных колонн вместо сварных;

упрощения конструктивного оформления узлов стыковки колонн по высоте; снижения количества типоразмеров балок перекрытий.

Ключевые слова: конструкции, колонны, балки, перекрытия

UDC 624.014. Vedyakov I.I., Konin D.V. Perfecting of domestic assortments of Ishaped crosssections with parallel edges of flanges for columns and development of design standards of modern metal structures

Key words: metal structures, assortment of I1shaped cross1sections, design standards.

М.А.ЛИПЛЕНКО, инж. (НИУ-МГСУ, г.Москва).

Метод нагружения арочной конструкции при испытаниях ..57

Рассматриваются распространенные методы нагружения арочных конструкций при натурных испытаниях. Приведены наиболее значимые преимущества и недостатки каждого из методов. Предложен расчетный метод, позволяющий преобразовывать неравномерные распределенные снеговые нагрузки на арочные покрытия в систему сосредоточенных сил. На основании результатов численных расчетов выполнено сравнение разработанного расчетного метода и традиционного подхода в испытаниях арочных конструкций, которое подтвердило справедливость и преимущества предложенного метода.

Ключевые слова: метод нагружения, арочная конструкция, неравномерная снеговая нагрузка.

UDC 69.04. Liplenko M.A. Method of arched structure loading during tests

Spread methods of loading arch designs with full1scale tests are considered. Advantages and disadvantages of each method are the most important. Calculation method is allowing to transform nonuniform, distributed snow loads on arched roofs in system concentrated forces. Were compared on the basis of numerical results, the developed calculation method and the traditional approach to testing of arch designs, which confirmed the validity and advantages of the proposed method.

Key words: method of loading, arch structure, nonuniform snow load.

Н.А.УСПЕНСКАЯ, инж., Т.Н.КАЗАКЕВИЧ, инж. (ЗАО«78 ДОК Н.М.» г.Нижний Новгород).

Производственные показатели прочности склеенных по длине заготовок для клееных деревянных конструкций ..62

Статья посвящена оценке производственных показателей прочности склеенных по длине на зубчатые клеевые соединения заготовок для клееных деревянных конструкций в соответствии с требованиями действующей нормативной документации. Показана необходимость привести в соответствие нормируемые показатели прочности зубчатых клеевых соединений, которые закладываются в расчете клееных деревянных конструкций, их производственным показателям, контролируемым при изготовлении конструкций производственными методами контроля.

Ключевые слова: клееные деревянные конструкции, зубчатые соединения заготовок для конструкций, прочность при изгибе.

UDC 624.016.042. Uspenskaya N.A., Kazakevich T.N. Strength production figures of glued along length blanks for glue wood structures

Key words: glue wood structures, serrated joints of blanks for structures, bending strength.

К.К.НЕЖДАНОВ, д.т.н., проф. засл.изобр.России, Д.Х.КУРТКЕЗОВ, инж., А.А. ЛАШТАНКИН, инж. (Пензенский ГУ архитектуры и строительства) Быстросооружаемая подкрановая балка с высоким техническим ресурсом эксплуатации ..67

Предполагаемое изобретение относится к стальным подкрановым балкам в цехах черной и цветной металлургии, оснащенных мостовыми кранами большой грузоподъемности интенсивно, непрерывно эксплуатирующимися с режимом работы 8К, 7К и подобным цехам. В действующих цехах черной металлургии подкрановые балки являются наиболее ответственными конструкциями, но имеют минимальный нормативный срок безопасной эксплуатации (10 лет).

Ключевые слова: высокий технический ресурс, двухпролетные с замкнутым контуром прокатные подкрановые балки, выносливость, подрельсовая зона, решение проблемы, черная металлургия, локальных колебаний напряжений, прямоугольный рельс.

UDC 624014. Nezhdanov K.K., Kurtkezov D.H., Lashtankin A.A. Instant crane beam with high operating life

Key words: high operating life, crane rolled beams with looped circuit and central prop, persistence, rail zone, problem solving, ferrous metallurgy, rectangular rail.

Персоналии К 100-летию со дня рождения Иосифа Ефимовича Милейковского..74

<u> Наши юбиляры</u> Владимиру Ивановичу Мелехову — 75 лет ..76

Юрию Ивановичу Немчинову — 75 лет ..77

N 4 за 2014год

Расчеты на прочность

В.М.БОНДАРЕНКО, д.т..н., проф.(РААСН, г. Москва), Р.Е. МИГАЛЬ, к.т.н., доц.(МГСУ, г.Москва)

К вопросу о потерях предварительного напряжения железобетонных конструкций ..2

Предлагается метод расчета потерь предварительного напряжения железобетонных конструкций, учитывающий нелинейное деформирование бетона, ползучесть бетона и релаксацию напряжений арматуры. Аппарат расчета представлен в алгебраическом виде замкнутыми решениями.

Ключевые слова: бетон, арматура, преднапряжение, долговечность, ползучесть, релаксация.

UDC 539.3; 624.011. Bondarenko V.M., Migal R.E. On the loss of prestressed concrete structures

The method for calculating losses of prestressed concrete structures, taking into account the nonlinear deformation of concrete, creep and stress relaxation of concrete reinforcement. Unit calculation is presented in the form of a closed algebraic solutions.

Key words: concrete, reinforcement, prestressing, durability, creep.

А.С.ДЕХТЯРЬ, д.т.н., проф.(Национальный транспортный университет, г.Киев, Украина)

Несущая способность пологих оболочек с нерегулярной срединной поверхностью ..6

Предмет исследования — пологие оболочки постоянной толшины при шарнирном или свободном опирании краев и равномерном нагружении. Выпуклая трансляционная срединная поверхность оболочек имеет особенность в виде углублений различного профиля. Кинематический метод теории предельного равновесия применен для определения верхней границы несущей способности оболочек. Представлены примеры расчета. В них рассмотрены углубления разной высоты и очертания и оценено их влияние на величину предельной нагрузки.

Ключевые слова: несущая способность оболочек, равномерное нагружение, срединная поверхность. UDC 642.04: 539.376. Dekhtyar A.S. Load carrying capacity of shallow shells with irregular middle surface

An object of investigation are shallow thin shells of constant thickness. Material of shells – ideal rigid plastic with the same and with different yield limits in tension and in compression. The process of deformation of such shells after achievement of limit equilibrium is considered. It is shown that the point of minimum can be found on deformation curves in accordance with former A.R. Rhzanitsyn supposition. Examples are presented. Influencing of fixing of contour are discussed.

Key words: bearing capacity of shells, uniform loading, the median surface.

М.Н.КИРСАНОВ, д-р физ.-мат.наук, проф. (НИУ МЭИ). Скрытая особенность и асимптотические свойства одной плоской балочной фермы ..9

Балочная ферма обнаруживает мгновенную изменяемость при нечетном числе панелей. Показано распределение возможных скоростей узлов, допустимое при нечетном и недопустимое при четном числе панелей. Находится аналитическое выражение прогиба при тестовом нагружении середины пролета сосредоточенной силой. Схема фермы сравнивается с фермой с треугольной решеткой. Асимптотика прогиба исследуется при увеличении числа панелей. Используется метод индукции и система компьютерной математики Maple

Ключевые слова: ферма, мгновенная изменяемость, Maple, индукция, асимптотика, прогиб.

UDC 624.04. Kirsanov M.N. Hidden features and asymptotic properties of the plane truss

Truss detects instantaneous variability of an odd number of panels. The distribution of possible velocities of nodes allowed for odd and unacceptable for an even number of panels. The analytic expression of deflection on the test loading of mid1span by concentrated force is given. The scheme is compared with truss with a triangular lattice. Asymptotics deflection investigated by increasing the number of panels. Used the method of induction and the system of computer mathematics Maple.

Key words: plane trusses, asymptotic properties, degeneration, Maple, deflection.

А.Л.КРИШАН, д.т.н., проф., М.М.СУРОВЦОВ, инж. (Магнитогорский государственный технический университет им.Г.И.Носова, г.Магнитогорск) Несущая способность гибких трубобетонных колонн ..14

Представлена методика расчета несущей способности внецентренно сжатых трубобетонных колонн с учетом их гибкости. Данная методика отражает специфические особенности силового сопротивления бетонного ядра и стальной оболочки, работающих в условиях объемного напряженного состояния, а также обеспечивает учет геометрической и физической нелинейности рассчитываемой конструкции. Численный анализ показывает, что для трубобетонных элементов с гибкостью $\lambda_{
m eff} > 50\div60$, несущая способность обусловлена их устойчивостью, а для колонн с меньшей гибкостью – прочностью нормальных сечений.

Ключевые слова: трубобетонные колонны, несущая способность, гибкость, сложное напряженное состояние, устойчивость.

UDC 624.075.23. Krishan A.L., Surovtsov M.M. Load-carrying capacity of the flexible concretefilled steel tube columns

The paper presents the calculation technique of the carrying capacity of eccentrically compressed pipel concrete columns with regard to their flexibility. This methodology reflects both the specific peculiarities of the power resistance for the concrete core and steel shell, which operate under the conditions of the volume stress state. This methodology also provides the geometrical and physical nonlinearity account of the calculated construction. The numerical analysis shows that for the concrete filled steel tube elements with the flexibility of 50160, the bearing capacity is conducted by their stability and for the columns with less flexibility is conducted by the strength of the normal sections.

Key words: concrete1filled steel tube columns, load1carrying capacity, flexibility, complex stress state, stability.

С.Ф.КУЗНЕЦОВ, к.т.н., К.И.ОСТРОВСКИЙ, инж. (НИУ МЭИ).

Реконструкция напряженного состояния протяженной системы «балка – упругое основание» по данным натурных обследований ..18

Представлена формулировка и вычислительные процедуры метода дополнительных нагрузок для задачи идентификации механического состояния протяженной системы балка неоднородное упругое основание при задании отклонений от проектной геометрии. Проведены исследования эффективности метода при различном объеме и точности входной информации, разработаны процедуры получения устойчивых решений.

Ключевые слова: конструкция, упругое основание, технический мониторинг, задача идентификации, обратная задача, метод регуляризации, погрешность данных. UDC 624.04:517.972.7. Kuznetsov S.F., Ostrovskii K.I. The reconstruction of the stress state of extensive system beam - elastic foundation using the onsite inspections data

For extensive system beam1 inhomoheneous elastic foundation the formulation and the computational procedures of the method of additional loads developed for solving the mechanical state reconstruction problem are presented for the case then input data have the form of deflections from the design position. Method has been studied for different amount and precision of the input data; procedures for the stable solution obtaining are developed.

Key words: construction, elastic foundation, technical monitoring, identification problem, inverse problem, error in the data.

А.С. МАРУТЯН, к.т.н., проф. Северо-Кавказский федеральный университет (филиал в г. Пятигорске).

Оптимизация высот стропильных перекрестных стальных ферм ..25

Для стальных ферм покрытий (стропильных ферм) приведены оптимальные параметры их высоты, при которых расход конструкционного материала минимален. Эти параметры получены по двум методикам: из равенства масс поясных и решетчатых элементов с учетом оптимальных углов наклона раскосов, а также традиционным путем дифференцирования функции массы (веса) фермы по высоте. Показана приемлемая сходимость полученных результатов, подтвержденная на примерах легких металлических конструкций из замкнутых гнутосварных профилей типа «Молодечно». Апробированные расчеты оптимальных параметров высоты повторены применительно к системам перекрестных стальных ферм, а их итоги практически совпали с результатами оптимизации перекрестных систем из гнутосварных профилей при сетке колонн 18×18 и 24×24 м, согласно которым оптимальная высота перекрестных стальных ферм составляет 1/12...1/9 их пролета.

Ключевые слова: стальные фермы покрытий, стропильные фермы, легкие металлические конструкции, замкнутые гнутосварные профили, перекрестные стальные фермы, оптимизация, расход конструкционного материала, оптимальная высота, минимальная масса, минимальный вес.

UDC 624.072.2. Marutyan A.S. Optimizing cross roof heights steel trusses

Key words: steel trusses coatings, roof trusses, light metal construction, closed gnutosvarnye profiles, cross steel trusses, structural material flow.

К.Ф.ШАГИВАЛЕЕВ, к.т.н., доц., Е.К. СУРНИНА, к.т.н., доц., С.В.ВАСИЛЬЦОВ, инж. (Саратовский государственный технический университет) Расчет пространственной системы из двух оболочек ..35

Рассмотрена пространственная система, состоящая из двух замкнутых цилиндрических оболочек, соединенных одной промежуточной связью. Одна из оболочек нагружена сосредоточенной силой. Исследовано изменение величины реактивного давления в зависимости от места расположения связи и от места приложения внешней сосредоточенной нагрузки.

Ключевые слова: оболочка, нагрузка, связь, реактивное давление, тригонометрический ряд, перемещение.

UDC 624.04:539.3. Shagivaleev C.F., Surnina E.C., Vasiltsov S.V. Calculation of spatial system from two cylindrical shells

The spatial system consisting of two closed cylindrical covers, connected by one intermediate communication is considered. One of covers is loaded with the concentrated force. Change of size of jet pressure depending on the location of communication and from a place of the appendix of the external concentrated loading is investigated.

Key words: shell, loading, communication, jet pressure, trigonometric series, moving.

Расчеты на устойчивость

Ю.В.К.ЛОЧКОВ, д.т.н., проф., А.П.НИКОЛАЕВ, д.т.н., проф., А.А.ШУБОВИЧ, к.т.н. (Волгоградский государственный аграрный университет) Расчет геометрически нелинейных упругих оболочек вращения на основе инвариантной интерполяции перемещений в МКЭ ..40

Изложен алгоритм конечно-элементного расчета оболочек вращения в геометрически нелинейной постановке с использованием четырехугольного конечного элемента. Использованы наиболее корректные алгоритмы векторной интерполяции перемещений через узловые неизвестные и эффективный алгоритм получения соотношений между приращениями напряжений и приращениями деформаций на шаге нагружения. Сравнение результатов расчета геометрически нелинейной оболочки вращения, полученных с помощью разработанного алгоритма векторной интерполяции перемещений, с результатами расчетов, полученных с использованием скалярной интерполяцией перемещений, показало, что использование векторной интерполяции перемещений в МКЭ приводит к повышению точности конечно-элементных решений при анализе НДС геометрически нелинейных оболочек вращения.

Ключевые слова: четырехугольный конечный элемент, матрица жесткости, оболочка вращения, векторная интерполяция, геометрическая нелинейность

UDC 539.3. Klochkov Y.V., Nikolaev A.P., Shubovich A.A. Calculation of geometrically nonlinear elastic shells of rotation at the base of invariant interpolation of displacements in the FEM In the present work the algorithm of the finite element calculation of shells of revolution in the geometrically nonlinear formulation using a quadrangular finite element. We used the most correct algorithms vector interpolation of displacements via nodal unknown and effective algorithm of obtain correlations between the increments of the stress and the increments of the deformation on the step loading. Comparison of calculation results of geometrically nonlinear shell of rotation, which is obtained using the algorithm vector interpolation of displacements, with the results obtained using scalar interpolation of displacements, indicated that the use of vector interpolation of displacements in FEM leads to more accurate finite element solutions when analyzing the SSS geometrically nonlinear shells of rotation.

Key words: quadrangular finite element, a matrix of rigidity, shell of rotation, vectorally interpolation, geometric nonlinearity.

А.А. КОТОВ, (Мурманск, МГТУ). Влияние первой трещины на жесткость железобетонного изгибаемого элемента ..48

Методом конечных элементов в комплексе SCAD осуществлено моделирование процесса образования нормальной трещины в железобетонной балке. Выявлено, что жесткость изгибаемого железобетонного элемента в результате образования трещины уменьшается в несколько раз. Учет этого эффекта существенно важен при составлении комплексных расчетных схем сооружений с железобетонным каркасом. Попутно решены также некоторые частные вопросы, неизбежно возникающие при моделировании подобных объектов.

Ключевые слова: конечный элемент, железобетонный стержень, трещина, кривизна, жесткость, расчетная схема

UDC 539.4:624.01. Kotov A.A. The impact of the first cracks on the rigidity of concrete bending element

By the method of the finite elements in complex of SCAD, the process of emergence normal crack in the reinforced concrete beam was simulated. Revealed, that the stiffness of a bending reinforced concrete element decreases in several times, as a result of emergence normal crack. This effect is important in formulating integrated design schemes of the constructions with reinforced concrete frame. Along the way, resolved also some private questions that inevitably arise in modeling of such objects.

Key words: finite element, reinforced concrete beam, crack, flexure, stiffness, design scheme.

А.Е. СВЯТОШЕНКО, к.т.н. (ГАУ НО «Управление госэкспертизы», г.Нижний Новгород).

Устойчивость плоской формы изгиба балок двутаврового постоянного сечения с двумя осями симметрии ..54

Предлагаются инженерные формулы для определения величины критического момента, при расчетах балок на устойчивость по плоской форме изгиба. Критические моменты Мсг определены по системе дифференциальных уравнений В.З. Власова [1] для различных видов нагрузки в пролете балки. Результаты расчетов Мсг представлены для однопролетных свободно опертых балок двутаврового постоянного сечения с двумя осями симметрии. Критические моменты Мсг рассчитаны в форме задачи устойчивости первого рода — потеря устойчивого положения элемента прямолинейной формы (нагрузка действует по линии центра изгиба, нейтральная ось балки прямолинейна, материал упругий). Формулы таблицы могут быть использованы для совершенствования норм [2], а также для выполнения проверочных расчетов по нормам [3] и [4].

Ключевые слова: критический момент, устойчивость первого рода, плоская форма изгиба, устойчивость изгибаемых элементов, однопролетные балки. UDC 624.014.2. Svyatoshenko A.E. Stability of the one plane banded Ibeams with the constant symmetrical around two axes section

There are engineering formulas for the critical moment determination for the stability loss of the banded in one plane beams in elastic stage. The critical moments Mcr has been calculated with the system of differential equilibrations by Vlasov theory [1] under different load conditions along the beam. The results are for the simple symmetrical around two axes Ilbeams with the edge section warping protection. has been determined from the first order stability – stability loss of the straight element with the load acted to the bending axis, straight neutral axis and elastic material.

Key words: the critical moment, the first order stability, the stability of the bended elements, simple beams.

С.И. ТРУШИН, д.т.н., проф., Ф.И. ПЕТРЕНКО, инж. (МГСУ, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко)

Влияние морфологии сетчатого гиперболоида и его напряженно-деформированное состояние, устойчивость и собственные частоты колебаний ..59 Изучено влияние формы образующей однополостного гиперболоида вращения на его напряженно-деформированное состояние, устойчивость и собственные частоты колебаний. Изложены результаты численного анализа сетчатой оболочки при различных нагрузках.

Ключевые слова: однополостный гиперболоид вращения, сетчатая оболочка, напряженно-деформированное состояние, устойчивость, собственные частоты, прямолинейные образующие, образующие – гиперболы.

UDC 624.04. Trushin S.I., Petrenko Ph.I. The influence of the morphology of reticulated hyperboloid on its stressstrain state, stability and fundamental frequencies

Influence of form of hyperboloid's generatrix on its stress strain state, stability and fundamental frequency are studied in the article. The results of numerical analysis of reticulated shells under different loads are given.

Key words: hyperboloid of one sheet, reticulated shell, stress1strain state, stability, fundamental frequency, straight generatrix, generatrix1hyperbola.

К.А. ЕГУПОВ, инж.(Астраханский государственный технический университет).

Методика определения пространственной работы сил в многоэтажных зданиях конструктивной рамно-связевой системы при сейсмическом воздействии ..65

Исследована пространственная работа сил в многоэтажных зданиях рамно-связевой конструктивной системы проявляющаяся за счет поворота перекрытий в своей плоскости, что вызвано случайным эксцентриситетом между центром жесткости и центром масс. Разработан метод определения сейсмических сил, действующих на многоэтажное здание рамно-связевой конструкции, учитывающий сдвиговые и изгибные деформации, поступательные и крутильные перемещения перекрытий.

Ключевые слова: пространственная работа сил, сдвиго-изгибные деформации, рамно-связевые системы, крутильно-поступательные собственные колебания, сейсмическое воздействие. UDC 624.042.7. Egupov K.A. Methods of determining the spatial work forces multistorey buildings in a constructive framebraced system under seismic impacts

The paper investigates the spatial work forces in multi1storey buildings with arch1braced structural system is manifested by the rotation of overlap in the plane, which is caused by accidental eccentricity between the center of stiffness and the center of mass. Developed method for determining the seismic forces acting on a multi1storey building with arch1braced construction, taking into account the shear and bending deformations, translational and torsional movement overlap.

shear and bending deformations, translational and torsional movement overlap.

Key words: spatial work forces, shearlbending deformation, frame1 braced system, torsionalltranslational natural oscillations, seismic impact.

Динамические расчеты

Г.Г. БУЛЫЧЕВ, д.т.н., проф. (МГТУ, МИРЭА, г.Москва).

Динамическое разрушение прямоугольных тел с полостями ..70

Рассмотрены две задачи динамического разрушения изотропных упругопластических тел прямоугольного сечения, содержащих внутри себя полости. В первой задаче тонкостенное прямоугольное тело с различным количеством полостей подвергается сжимающей нагрузке. Определяются минимальные разрушающие нагрузки в зависимости от толщины тела, количества и расположения полостей. Во второй задаче рассматривается процесс разрушения полого куба продуктами точечной детонации взрывчатого вещества, помещенного в центр куба.

Ключевые слова: численное моделирование, динамика, разрушение.

UDC 5.393. Bulychov G.G. Dynamical fracture of rectangular bodies with cavities

In this paper two problems of dynamic fracture of isotropic elastol plastic bodies of the rectangular cross section with cavities are considered. In the first problem the thin1walled rectangular body with a various amount of cavities is exposed by compressed loading. The minimal destroy loadings depending on body's thick, an amount and a disposition of cavities are spotted. In the second problem the process of fracture of a hollow cube by spot detonation products to locate in centre of a cube is considered.

Key words: numerical modelling, dynamics, fracture.

Материалы V международного симпозиума "Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений".

В.И.ТРАВУШ, акад. РААСН, д.т.н., проф.

Об истории и основных итогах V международного симпозиума «Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений» "2

С 1 по 6 июля 2014 года в г. Иркутске на базе Иркутского государственного технического университета (национального исследовательского университета; ИрГТУ) под эгидой Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН) состоялся V Международный симпозиум «Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений» (основной организатор — советник РААСН, проф., д.т.н. Т.Л. Дмитриева). Симпозиум, объединяющий ученых академических институтов и университетов с практикующими специалистами, занятыми в проектировании, расчетном обосновании и строительстве, и поддерживающий тем самым баланс между теоретическими аспектами моделирования и их приложениями, собрал более 120 участников из 35 исследовательских, проектных и образовательных центров России (Владивосток, Волгоград, Екатеринбург, Иркутск, Казань, Красноярск, Москва, Нижний Новгород, Новосибирск, Новочеркасск, Пермь, Ростов-на-Дону, Санкт-Петербург, Томск, Уфа, Челябинск и др.), Италии, Польши и Украины.

UDC. 624.04: 539.3. Travush V.I. History and main results of the fifth international symposium «Actual problems of computer simulation of structures and facilities» Key words: international symposium, computer simulation, structures.

А.М.БЕЛОСТОЦКИЙ, П.А.АКИМОВ, А.С.ПАВЛОВ, Т.Б.КАЙТУКОВ, И.Н.АФАНАСЬЕВА (ФГБОУ ВПО«Московский государственный строительный университет», г.Москва)

О разработке, исследовании и верификации корректных численных методов решения нелинейных задач деформирования, устойчивости и закритического поведения тонконстенных оболочечно-стержневых конструкций ..7

Рассматриваются разработка, исследование и верификация корректных численных методов решения геометрически, физически и конструктивно нелинейных задач деформирования, устойчивости и закритического поведения тонкостенных оболочечно(стержневых конструкций. Кратко рассмотрены классические и современные теории и критерии пластичности, численные модели динамического деформирования материалов, численные модели динамического разрушения, алгоритмы численного решения контактных задач и методы решения задач с геометрической нелинейностью.

Ключевые слова: метод конечных элементов, численные методы, нелинейные задачи, деформирование, устойчивость, закритическое поведение, тонкостенные оболочечно-стержневые конструкции. UDC 624.04; 539.3; 539.4. Bialystok A.M., Akimov P.A., Pavlov A.S., Kaitoukov T.B., Afanasieva I.N. About development, research and verification of correct numerical methods for solving of nonlinear problems of constructively deformation, stability and supercritical behavior of thinwalled shellbeam structures

The distinctive paper is devoted to development, research and verification of correct numerical methods for solving of geometrically and physically nonlinear problems of constructively deformation, stability and supercritical behavior of thin-walled shell-beam structures. Conventional and contemporary theories and criteria of plasticity, numerical models of dynamic deformation of materials, numerical models of dynamic fracture, algorithms for the numerical solution of contact problems and methods of solving of problems with the geometric nonlinearity are under consideration.

Key words: finite element method, numerical methods, nonlinear problems, deformation, thin-walled shell-beam structures.

П.А.АКИМОВ, М.Л.МОЗГАЛЕВА, Т.Б.КАЙТУКОВ, О.А.НЕГРОЗОВ, МОДЖТАБА АСЛАМИ (ФГБОУ ВПО «МГСУ», г.Москва)

О верификации вейвлет-реализаций многоуровневых дискретных и дискретно-континуальных методов локального расчета строительных конструкций ...14

Статъя посвящена верификации вейвлет (реализаций многоуровневых дискретных и дискретно-континуальных методов локального расчета строительных конструкций. Верификация осуществляется посредством сравнения результатов получаемых по указанным методам, предложенных в работах А.Б. Золотова и П.А. Акимова, и результатов, определенным с помощью универсального программного комплекса ANSYS Mechanical, реализующего метод конечных элементов (МКЭ). Ключевые слова: многоуровневые методы, дискретные методы, дискретно-континуальные методы, локальный расчет строительных конструкций, вейвлет (реализации, верификация, метод конечных элементов.

UDC 624.04; 539.3. Akimov P.A., Mozgaleva M.L., Kaitoukov T.B., Negrozov O.A., Mojtaba Aslam. About verification of waveletbased multilevel discrete and discretecontinual methods of local structural analysis

The distinctive paper is devoted to verification of wavelet-based multilevel discrete and discrete-continual methods of local structural analysis, proposed by prof. A.B. Zolotov and prof. P.A. Akimov. ANSYS Mechanical simulation software has been used for verification purposes.

Key words: multilevel methods, discrete methods, discrete-continual methods, local structural analysis, wavelet-based methods, verification, finite element method.

А.М.БЕЛОСТОЦКИЙ 1 , П.А.АКИМОВ 1 , Т.Б.КАЙТУКОВ 1 , И.Н.АФАНАСЬЕВА 1 , В.В.ВЕРШИНИН 1 , Д.С.ДМИТРИЕВ 2 , А.Р.УСМАНОВ 1 , А.С.ЧУЖИНОВ 3 , С.В.ЩЕРБИНА (1 ФГБОУ ВПО«МГСУ», 2 ЗАО«НИЦ СтаДиО», 3 ООО«НИИ транспорта нефти и нефтепродуктов», г.Москва).

Постановка, конечноэлементная аппроксимация и алгоритмы решения задач расчетного обоснования связанных систем «сооружение – жидкость» ..21

Настоящая статья посвящена актуальным вопросам моделирования взаимодействия сооружения с жидкостью. Представлены континуальная и дискретная (конечноэлементная) постановки задачи, приведены характеристики алгоритмов численного решения, рассмотрен практически важный пример расчета с использованием программно(алгоритмических комплексов ANSYS Mechanical, ANSYS CFX и ABAQUS.

Ключевые слова: метод конечных элементов, взаимодействие сооружения с жидкостью, континуальная постановка задачи, дискретная постановка задачи, алгоритмы численного решения. UDC 624.04; 539.3; 530.4. Bialystok A.M., Akimov P.A., Kaitoukov T.B., Afanasieva I.N., Vershinin V.V., Dmitriev D.S., Usmanov A.R., Chuzhinov A.S., Shcherbina S.V. Finite element formulation and analysis of fluid – structure interaction problems

This paper is devoted to fluid – structure interaction problems. Problem formulation, finite element discretization, simultaneous and partitioned solution procedures, are discussed, and advantages and disadvantages of their use are mentioned. Some state-of-the-art numerical solutions, obtained by ANSYS Mechanical, ANSYS CFX and ABAQUS, are also presented to indicate problems that can now be solved using currently available techniques.

Key words: finite element method, fluid - structure interaction problem, continual formulation, discrete formulation, solution procedures.

А.С.ГОРОДЕЦКИЙ, д.т.н., проф., М.С.БАРАБАШ, к.т.н., доц.

Компьютерное моделирование процесса возведения строительных конструкций ..28

Рассматривается методика учета изменяющейся во времени конструктивной схемы в процессе возведения сооружения. Демонстрируются нелинейные эффекты этой ситуации. Рассматривается влияние процесса возведения на усилия, возникающие в элементах каркасного здания с монолитным ядром жесткости. Цель теоретических исследований состоит в установлении влияния процесса возведения на напряженно (деформированное состояние несущих систем зданий и сооружений. Приводятся примеры моделирования процесса возведения высотного здания и уникальных конструкций методом top-down.

Ключевые слова: моделирование, жизненный цикл, процесс возведения, несущая система, нелинейность.

UDC 624,074,075. Gorodetsky A.S., Barabash M.S. Computer simulation of erection of construction

In this article the methods of taking into account structural scheme that changes in time during erection process of installation are considered. Nonlinear effects of this situation are shown. Also is considered the influence of erection process on efforts that arise into elements of skeleton-type building with solid stiffening core. The purpose of theoretical investigation is to determine the influence of erection process on stress-strain state of load-bearing systems for buildings and installations. Are shown the examples of modelling erection process for high-rise building and unique structures by top-down method.

Key words: modelling, life cycle, erection process, load-bearing system, nonlinearity.

А.Г. ТЯПИН, д.т.н. (ОАО«Атомэнергопроект»,г.Москва).

Особенности расчета на сейсмические воздействия ответственных сооружений АЭС ..34

Рассмотрены нормативные походы к расчету на сейсмические воздействия сооружений первой категории сейсмостойкости АЭС, реализованные в российских нормах нового поколения. Обсуждены основные различия с нормами, применяемыми в проектировании гражданских объектов. Ключевые слова: сейсмостойкость сооружений, динамические расчеты, нормирование.

UDC 539.3. Tyapin A.G. Special features of the seismic analysis for the main npp structures

Approaches to the seismic analysis of the main NPP structures are described. These approaches are implemented in the recently published Russian standards. The main differences with civil engineering codes are discussed.

Key words: seismic safety of structures, dynamic analysis, standards.

В.Н.СИДОРОВ, д.т.н., проф. (ФГБОУ ВПО«Московский государственный строительный университет»).

Об учете результатов экспериментальных исследований сооружения при формировании его расчетной модели ..38

Предложен подход, позволяющий корректировать вычислительную расчетную модель сооружения для оперативного устранения различий в проявлениях сооружения и проявлениях его расчетной модели, выявленных в ходе мониторинга сооружения.

Ключевые слова: компьютерная модель, корректировка модели, собственные частоты, динамические, погрешность возмущения.

UDK 539.3. Sidorov V.N. **Taking into account results of structure experimental studies at the formation of its calkulation model.** The paper presents an algorithm for prompt updating of a structure computer simulation model, based on consideration of the results of the structure monitoring. Correction is to adjust the eigenvalues spectrum of the calculation model using the values of the frequency of free vibrations obtained in the course of structure dynamic tests. It is believed that by measurements during the monitoring, some of the values of natural frequencies of the object can be obtained and their appropriate forms of free oscillations can be established.

Key words: computer model, the adjustment model, the natural frequencies, dynamic, error disturbance.

Г.Г.КАШЕВАРОВА, д.т.н.,проф., А.С.МАРТИРОСЯН, инж. (Пермский национальный исследовательский политехнический университет). Определение гидродинамического давления волны прорыва на здания ..42

В настоящее время при застройке перспективных территорий города, попадающих в зону возможного затопления, для принятия проектных решений требуется оценить механическую безопасность проектируемого здания или предусмотреть и обосновать его меры защиты. Для этого необходимо знать гидродинамическое давление волны прорыва на обтекаемый объект. Для решения этой задачи использовался программный комплекс Flow Vision. Исследовалось влияние скорости потока, а также параметров самого объекта строительства (его формы, размеров, ориентации относительно направления течения потока) на величину гидродинамического давления. Для этого использовалась математическая теория планирования многофакторного эксперимента.

Ключевые слова: волна прорыва, гидродинамическое давление, компьютерное моделирование, Flow Vision, теория планирования многофакторного эксперимента.

UDK 532.5:519.6. Kashevarova G.G., Martirosyan A.S. Definition breakthrough wave hydrodynamic pressure on the building

Currently looking at building up areas of the city within the area of a possible flood, for making design decisions required to estimate the mechanical safety of the designed building or to provide and justify its protection measures. For this it's necessary to know the hydrodynamic pressure of the load breakthrough wave on a streamlined object. To solve this problem we used software package Flow Vision. We study the influence of flow rate, as well as the parameters of the building (its shape, size, orientation relative to the direction of flow — stream) on the value of the hydrodynamic pressure. To do this, we used a mathematical theory of planning multifactor experiment.

Key words: wave breakthrough, hydrodynamic pressure, computer simulation, Flow Vision, multifactor experiment planning theory.

В.В.ЛАЛИН, д.т.н.,проф., Д.А.КУШОВА, инж. (Санкт-Петербургский политехнический университет).

Решение задачи устойчивости сжатого стержня динамическим методом с учетом жесткостей на сдвиг и растяжение ..49

Рассматривается геометрически нелинейная плоская задача динамики линейно упругих стержней. Даны вариационная и дифференциальная постановки. Выведены уравнения динамической устойчивости. Впервые получены динамическим методом решения задач устойчивости сжатого стержня с учетом всех жесткостей (на изгиб, сдвиг и растяжение - сжатие) для всех типов граничных условий.

Ключевые слова: геометрическая нелинейность, динамическая устойчивость, устойчивость сжатого стержня, критическая сила. UDC 624.04; 539.3. Lalin V.V., Kushov D.A. Solution of the problem of stability of a compressed rod dynamic method with the shear stiffness and tensile

This article is dedicated to the geometrically nonlinear plane dynamic problems of the linear elastic rods. The differential and variational formulations are given. The dynamic stability equations were obtained. Exact solutions for the stability problems of a compressed rod with bending, shear and longitudinal stiffness being taken into account and with different types of end fixity were obtained by a dynamic method.

Keywords: geometrically nonlinearity, dynamic stability, stability of a compressed rod, critical load.

А.Н.ПОТАПОВ, д.т.н.,проф., Е.М.УФИМЦЕВ, инж., Н.А.ЗЯМБАЕВ, инж. (ЮУрГУ, г. Челябинск).

Анализ колебаний подкрановой фермы при аварийном воздействии ..55

Рассматривается временной анализ конструктивно нелинейных систем при действии динамических нагрузок. Приведен пример динамического расчета металлической подкрановой фермы при ее полном разрушении от действия аварийной нагрузки от мостового крана вследствие обрыва стропа груза.

Ключевые слова: метод, временной анализ, математическая модель, колебания, динамическая реакция, конструктивная нелинейность, аварийное воздействие, мостовой кран, подкрановая ферма.

UDC 624.04; 539.3; 534. Potapov A.N., Ufimtsev E.M., Zyambaev N.A. Analysis of oscillations of crane trussunder the influence of disaster exposure

Considered the time analysis of constructive nonlinear systems under dynamic loads. Is an example of the dynamic calculation of the metal crane truss with its complete destruction from the action of the emergency load due to breakage of the bridge crane sling cargo.

Key words: method, time analysis, mathematical model, vibration, dynamic reaction, constructive nonlinearity, bridge crane.

И.С.ГОРНОСТАЕВ¹,инж., Н.В. КЛЮЕВА¹, д.т.н., Вл.И.КОЛЧУНОВ², д.т.н.,проф., И.А. ЯКОВЕНКО²,к.т.н. (¹Юго-Западный ГУ, г.Курск, ²Национальный авиационный университет, г.Киев)

Деформативность железобетонных составных конструкций с наклонными трещинами ..60

Построена расчетная модель деформативности железобетонных составных конструкций на участках с наклонными трещинами, опирающаяся на пятиблочную расчетную схему, включающую наклонные трещины различных типов и расчетную схему в виде единичной полоски. Разработана расчетная методика для определения деформативности железобетонных составных конструкций на участках с наклонными трещинами при учете условных сосредоточенных сдвигов в швах и в швах трещинах, несовместности деформаций бетона и арматуры и эффекта нарушения сплошности бетона.

Ключевые слова: железобетонные составные конструкции, деформативность, наклонные трещины, нарушение сплошности, расчетная схема, условные сосредоточенные сдвиги, швы UDC 624.012.045. Gornostaev I.S., Klyeva N.B., Kolchunov VI.I., Yakovenko I.A. Deformability of reinforced concrete composite constructions with inclined cracks

The paper presents a calculation model for deformability of reinforced concrete composite constructions with inclined cracks, based on five blocks design scheme, including various types of inclined cracks and the design scheme as a single strip. The calculation method is developed for determining the deformability of reinforced concrete composite constructions with oblique cracks, based on working hypotheses formulated taking into account the conditional concentrated shifts in joints and junctures, cracks, uneven deformation of concrete and rebar and concrete discontinuities effect. Key words: concrete composite constructions, deformation, inclined cracks, discontinuity, calculating scheme, conditional concentrated shifts, junctures.

Г.Т.ТАРАБРИН, д.т.н., проф. (ВолгГТУ, г.Волгоград).

Прощелкивание пологой конической оболочки с шарнирно закрепленными краями на упругих пластинах ..67

Упругая пологая оболочка в форме прямого усеченного конуса большим своим основанием шарнирно прикреплена к контуру отверстия в упругой бесконечной пластине, а внутрь меньшего основания оболочки вставлена и шарнирно закреплена упругая круглая пластина. Осевым сжатием эта конструкция трансформируется в плоскость. Решена задача о напряженно-деформированном состоянии элементов конструкции при таком трансформировании. Решена задача о минимальной сжимающей силе, под действием которой коническая оболочка скачком меняет направление выпуклости.

Ключевые слова: упругие пластины и оболочки, напряженно-деформированное состояние.

UDC 539.3. Tarabrin G.T. Buckling sloping CONICAL casing hinged edges on an elastic plate

Elastic shallow shell in the shape of a truncated cone large direct its base is pivotally attached to the loop holes in an elastic infinite plate, and the inside of the smaller base shell is inserted and hinged elastic circular plate. Axial compression, this construction is transformed into a plane. The problem of the stress2strain state of structural elements in this transformation. The problem of the minimum compressive force, under the influence of which the conical hull abruptly changes the direction of convexity.

Key words: elastic plates and shells, the stress-strain state.

Наши юбиляры Геннадию Тимофеевичу Тарабрину – 80 лет ..74

Леониду Семеновичу Ляховичу — 80 лет ..76

Персоналии Памяти Владимира Васильевича Шугаева ..77

N 6 за 2014год

Расчеты на прочность

М.Н. КИРСАНОВ, д.физ.мат.наук, проф. (НИУ МЭИ, г. Москва).

Аналитический расчет многорешетчатой фермы ..2

Исследуются усилия в стержнях плоской статически неопределимой балочной фермы с двойной решеткой. Для получения аналитического решения при произвольном числе стержней фермы используется метод индукции и система компьютерной математики Марle. Отмечаются некоторые особенности в решении. Анализируется случай потери устойчивости одного из стержней фермы и закритическое напряженное состояние конструкции.

Ключевые слова: ферма, решетка фермы, Maple, выпучивание, индукция, асимптотика, прогиб.

UDC 624.04. Kirsanov M.N. Analytical calculation of the multilattice truss

The forces in the bars of flat statically indeterminate truss with double bars are investigated. To obtain an analytical solution for an arbitrary number of rods the induction method and system of computer mathematics Maple are used. There have been some features in the solution. The case of the loss of stability of one of the rods and supercritical state of truss are analyzed. Key words: plane trusses, induction, buckling, Maple, deflection.

Пятикрестовский К.П. д.т.н. (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко).

. (1 Развитие методов расчета деревянных конструкций при сложном напряженном состоянии

Рассматриваются вопросы обеспечения живучести и безопасности сооружений за счет совместной работы каркаса и обшивок по нему применительно к жилым домам и большепролетным пространственным конструкциям. Анализируются этапы разработки расчетов обшивок, работающих в сложном напряженном состоянии в том числе при возможной местной потере устойчивости, когда при этом несущая способность конструкции не исчерпывается, а следы потери устойчивости при снятии нагрузки исчезают. Отмечается возможность надежной работы конструкций за пределами линейного деформирования. Приводятся результаты экспериментальных исследований, подтверждающие эти предложения. Даются оценки возможностей расчетов только предельного состояния. Обосновывается целесообразность разработки нелинейных расчетов силового сопротивления статически неопределимых конструкций в условиях сложного напряженного состояния, возможно определение НДС на любом этапе эксплуатации сооружения. Во второй части статьи предполагается описать подробности нелинейных расчетов.

Ключевые слова: деревянные конструкции, каркас, тонкие обшивки, расчет, местная потеря устойчивости.

UDC 624.042; 539.3. Pyatikrestovsky K.P. Development of methods for the calculation of wooden structures under complex stress state (Part 1)

Key words: wooden structures, thin skin, payment, local buckling.

Расчеты на устойчивость

Столяров Н.Н. канд. техн. наук, (ОАО «ПИиНИИ ВТ «Ленаэропроект», г.Санкт-Петербург.).

Нормирование предельной гибкости высокомачтовых опор переменного сечения ..13

Рассмотрена проблема нормирования предельной гибкости стержней переменного сечения. Предложен вариант решения проблемы при проектировании объектов авиационной инфраструктуры. Приведены примеры определения гибкости мачтовых опор переменного сечения.

Ключевые слова: металлические стойки, предельная гибкость, устойчивость консольных стержней.

 $UDC\ 69.04:69.036.\ Stoliarov\ N.N.\ \textbf{Rationing\ ultimate\ elasticity\ of\ high\ pillars\ variable\ section}$

This article considers the problem of rationing ultimate flexibility rods with variable cross section. A option solution for designing aviation infrastructure. Examples of definition of flexibility mast supports through sustainability.

Key words: metal racks, maximum flexibility, stability of a cantilever rod.

Численные расчеть

А.М.БЕЛОСТОЦКИЙ¹, Д.К.КАЛИЧАВА², П.И. НОВИКОВ², К.И.ОСТРОВСКИЙ¹ (¹ЗАО«НИЦ СтаДиО», ²ФГБОУ ВПО«МГСУ», г.Москва)

Адаптивные конечноэлементные модели в основе систем мониторинга несущих конструкций уникальных зданий ..17

В настоящее время проблема мониторинга несущих конструкций уникальных зданий на стадиях их строительства и эксплуатации приобретает особое значение, важность которой уже признали проектировщики, строители и специалисты надзорных организаций. Представляется, что лишь система инструментального мониторинга, построенная на основе анализа результатов конечноэлементного моделирования в сопоставлении с данными измерений, позволит выполнить адекватное и корректное планирование мероприятий по подготовке и реагированию на изменения ответственных конструкций, сделать выводы о фактическом состоянии и возможности дальнейшей безопасной эксплуатации здания.

Ключевые слова: метод конечных элементов, мониторинг несущих конструкций, уникальные здания, адаптивные конечноэлементные модели.

UDC 624.04, 539.3, 539.4. Belostotsky A.M., Kalichava D.K., Novikov P.I., Ostrovsky K.I. Adaptive Finite Element Models as a Basis of Monitoring Systems of LoadBearing Structures of Unique Buildings Problem of monitoring of load Ibearing structures of unique buildings during the construction and operation is of paramount importance at the present time. The importance of this problem has been already recognized by designers, builders and experts of supervising organizations. It seems that only a system of monitoring tool, based on the results of finite element analysis in comparison with corresponding measurement data, allows investigator to perform an adequate and proper planning of actions in order to prepare and respond to changes in critical structures, to draw conclusions about the actual state and the possibility of continuation of safe operation of the building.

Key words: finite element method, monitoring of load 1 bearing structures, unique buildings, adaptive finite element models.

А.М.БЕЛОСТОЦКИЙ, С.Б.ПЕНЬКОВОЙ, С.В.ЩЕРБИНА, Т.Б.КАЙТУКОВ, П.А.АКИМОВ (ФГБОУ ВПО«МГСУ, г. Москва)

Разработка и верификация методики численного моделирования НДС, прочности и устойчивости многоэтажных панельных зданий ..24

Статья посвящена актуальным вопросам разработки и верификации методики численного моделирования НДС, прочности и устойчивости многоэтажных панельных зданий. В рамках проведенных исследований на примере 25 ти этажных одиночных и сблокированных секций новой серии И.155СП были рассмотрены вопросы численного моделирования взаимодействия основных несущих элементов типовых панелей здания при различных сочетаниях нагрузок (климатических, постоянных и временных нагрузок), определение требуемого армирования и величины усилий в соединительных элементах (закладных деталях) и напряжений в контактных швах.

Ключевые слова: метод конечных элементов, численное моделирование, компьютерное моделирование, прочность, устойчивость, многоэтажные панельные здания. UDC 624.04, 539.3, 539.4. Belostotsky A.M., Penkovoy S.B., Scherbina S.V., Kaytukov T.B., Akimov P.A. Development and Verification of Numerical Methods of Analysis of Structural Strength and Stability of HighRise Panel Buildings

The distinctive paper is devoted to development and verification of numerical methods of analysis of structural strength and stability of high1rise panel buildings. Actual problems of numerical simulation of the interaction of the main load-bearing elements members of building panels for various combinations of loads (climate, permanent and temporary loads), definition of the required reinforcement and stress-strain state in connecting members and the contact joints were under consideration within research of 251storey single and semi1detached sections of the new house1building series of I1155SP.

Key words: finite element method, numerical simulation, computer simulation, structural strength, stability, high1rise panel buildings.

С.Ю.ТРУТАЕВ, В.В.ТРУТАЕВА (ОАО«ИркутскНИИхиммаш»).

Разработка математического аппарата и программного обеспечения для расчета фасонных деталей трубопроводов ..31

Приведены краткие сведения о программной системе COMPASS. Даны основные теоретические положения необходимые для реализации в данной программной системе конечного элемента, в виде криволинейного стержня. Приведен пример расчета и анализ результатов.

Ключевые слова: программное обеспечение, напряженно-деформированное состояние конструкций, фасонные детали трубопроводов.

UDC 004.41:621.643.06. Trutaev S.Yu., Trutaeva V.V. Development of the mathematical tooland software for calculating piping fittings

This article provides a brief overview of the software system COMPASS. The paper presents the basic theoretical principles necessary for implementation in this program the finite element, in the form of a curved rod. An example of calculation and analysis of results is given.

Key words: software, the stress1strain state of structures, pipelinefittings.

Линейные расчеты

Ермакова А.В. канд. техн. наук (ЮУрГУ, г. Челябинск).

Особенности применения метода дополнительных конечных элементов к нелинейному расчету стержневых систем по предельным состояниям ..35

Рассмотрены некоторые вопросы, связанные с описанием предельных состояний плоских и пространственных стержневых элементов для нелинейного расчета железобетонных конструкций с помощью МДКЭ. Эти вопросы связаны с необходимостью учета арматуры и постепенно меняющихся физически нелинейных свойств этих элементов при применении этого метода.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, метод дополнительных конечных элементов, предельное состояние, арматура.

UDC 624.04+624.07. Ermakova A.V. Singularites of use of additional finite element method in nonlinear analysis of bar sistems at limit states

This paper considers some problems connected with description of limit states of the plane bar FE and special bar one for nonlinear analysis of reinforced concrete structures by means of developed AFEM. These problems are connecting with necessary of taking ABSTRACTS account of reinforcement and changing physical nonlinear properties of these FEs when this method is used.

Key words: reinforced concrete structures, additional finite element method, limit state, reinforcement.

М.О.МОИСЕЕНКО, к.т.н., О.Н.ПОПОВ, к.т.н., Т.А.ТРЕПУТНЕВА, инж. (ТГАСУ, г.Томск)

Изгиб за пределом упругости двупольной прямоугольной гибкой пластины с симметричной начальной погибью, подкрепленной центральным ребром жесткости ..40 Приведен анализ исследования напряженно-деформированного состояния за пределом упругости гибкой двупольной пластины при изменении симметричной начальной погиби пластины. Рассмотрена прямоугольная в плане пластина, шарнирно опертая по внешнему контуру. По продольной оси симметрии пластина подкреплена ребром, поставленным с эксцентриситетом относительно срединной поверхности. На пластину действует равномерно распределенная поперечная нагрузка. Рассматриваются пластические деформации, перемещения, сравнимые с толщиной пластины.

Ключевые слова: пластина, ребро жесткости, нелинейность, начальная погибь, пластические деформации.

UDC 7.04:535.4.011.22.23. Moiseenko M.O., Popov O.N., Treputneva T.A. Bend behind a limit of elasticity two fields of a rectangular flexible plate, with symmetric initial a deflection of the rigidity, supported with the central edge

The analysis of research is provided in work intense the deformed state beyond a limit of elasticity of a flexible, dvukhpolny plate at change symmetric initial deflection the central edge of rigidity. The rectangular plate in the plan, hinged opiraniye on an external contour is considered. On a longitudinal axis of symmetry the plate is supported with the edge delivered with ekstsentrisitety to rather median surface. The plate is affected by evenly distributed cross loading. Plastic deformations, movements, comparable plates with thickness are considered.

Key words: a plate, edge of rigidity, nonlinearity, initial deflection, plastic deformations.

Сейсмические расчеть

О.В.МКРТЫЧЕВ, д.т.н.,проф., Л.М.АРУТЮНЯН,инж. (МГСУ, г. Москва).

Сравнительный анализ методов сейсмоизоляции зданий и сооружений в виде резинометаллических и маятниковых скользящих опор ..45

Рассматриваются резинометаллические и маятниковые скользящие опоры, получившие наиболее широкое распространение при сейсмозащите зданий и сооружений, приводятся основные достоинства и недостатки данных опор.

Ключевые слова: резинометаллическая опора, маятниковая скользящая опора.

UDC 624.042.7. Mkrtychev O.V., Arutyunyan L.M. Comparative analysis of seismic isolation methods of buildings and structures in the form of leadrubber and friction pendulum bearings Lead1rubber and friction pendulum bearings are considered, which are the most widespread in the seismic protection of buildings and structures, the main advantages and disadvantages are adduced here. Key words: lead1rubber bearing, friction pendulum bearing.

А.Г.ТЯПИН, д.т.н. (ОАО«Атомэнергопроект», г.Москва)

Применение теоремы взаимности в частотном диапазоне для определения сейсмической нагрузки на жесткий фундамент в сложных грунтовых условиях. Часть 1.

Аналитические выкладки ..48

Аналитически выводится формула для нагрузки на жесткий фундамент, неподвижно удерживаемый в основании при распространении в нем сейсмической волны. Это обобщение ранее полученного результата на случай «сложных грунтовых условий», когда вокруг жесткого фундамента имеется область податливого «измененного грунта». Единственное ограничение — линейность свойств исходного основания и измененного грунта.

Ключевые слова: сейсмическая нагрузка, взаимодействие сооружений с основанием, теорема взаимности.

UDC 539.3. Tyapin A.G. Implementation of the reciprocity theorem in the frequency domain as a tool to derive seismic load impacting rigid basement in complex soil environment. part i: analytical solution Formula for seismic load impacting rigid basement fixed in the soil foundation during seismic wave propagation is analytically developed. This is the extension of the previously developed analytical result for the "complex soil environment", when there is a certain volume of the "modified soil" around the basement. The only limitation is the linearity of the initial foundation and modified soil.

Key words: seismic load, soil1structure interaction, reciprocity theorem.

В.Л.ХАРЛАНОВ, д.т.н., И.В.ДЕНИСОВ, инж. (ВолгГАСУ, г.Волгоград).

Исследование эффективности сейсмоизоляторов маятникового типа ..56

Исследуется сейсмическая реакция здания жесткой конструктивной схемы с сейсмоизоляторами маятникового типа. Основными характеристиками таких изоляторов являются длина подвеса и коэффициент демпфирования. Рассмотрены изоляторы с разной длиной подвеса и разным коэффициентом демпфирования. Эффективность маятниковых изоляторов связана, в основном, с уменьшением частоты собственных колебаний системы здание изолятор. Разработана

математическая модель системы основанная на нелинейном уравнении математического маятника. Применение сейсмоизоляторов маятникового типа позволяет теоретически снизить сейсмическую нагрузку на изолированное здание от горизонтального сейсмического воздействия.

Ключевые слова: Сейсмическое воздействие, сейсмоизоляция, математический маятник, уравнение движения, прямые методы интегрирования. UDC 624.08. Harlanov V.L., Denisov I.V. Study of the effectiveness of seismoisolation pendulum

We investigate the seismic response of the building hard constructive scheme with seismoisolation pendulum. The main characteristics of such insulators are the length of the suspension and damping factor. Considered insulators with different length of suspension and various damping coefficient. The effectiveness of pendulum1type insulators is connected, mainly, with decreasing frequency of oscillations in the system building1detention facility. The mathematical model of the system based on the nonlinear equation of a mathematical pendulum. The use of seismoisolation pendulum theoretically allows to reduce seismic load on isolated building from the horizontal seismic impact.

Key words: Seismic impact, seismic isolation, pendulum, the equation of motion, direct methods of integration.

Динамические расчеты

С.В. СЕРЁГИН, инж. (ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»).

Об эффекте расщепления изгибного частотного спектра тонких круговых цилиндрических оболочек, несущих присоединенную массу ..59

Методом конечных элементов изучается возможность устранения расшепления изгибного частотного спектра оболочки, несущей присоединенную массу. Показано, что эффектом расшепления можно управлять, уменьшая или увеличивая его, путем изменения величины и площади контакта присоединенной массы к оболочке. Обнаружено, что увеличение площади контакта присоединенной массы ведет к снижению большей из расщепленных собственных частот, при этом, снижение может быть, весьма, значительным.

Ключевые слова: собственные частоты и формы колебаний, свободные колебания замкнутой круговой цилиндрической оболочки, присоединенная масса, площадь контакта, расщепление изгибного частотного спектра.

UDC 539.3: 534.1. Seregin S.V. Regarding the splitting of the frequency spectrum of the bending of thin circular cylindrical shells carrying the associated mass

Key words: natural frequencies and mode shapes, free vibrations of a closed circular cylindrical shell, the added mass, the contact area, the splitting of the bending of the frequency spectrum.

Теплотех нические расчеты

Г.Г.КАШЕВАРОВА, д.т.н.,проф., А.И.БУРКОВ, к.т.н., П.А.КОСЫХ, инж., (Пермский национальный исследовательский политехнический университет)

Анализ влияния легких стальных тонкостенных профилей на теплосопротивление ограждающих конструкций ..62

Проведено сравнение теплозащитных свойств ограждающих конструкций с применением легких стальных тонкостенных профилей по результатам компьютерного моделирования, инженерной методики и натурного эксперимента. Выбрано два параметра для исследования —

коэффициент однородности и разница температур на внутренней поверхности конструкции. Проанализировано влияние различных «входных» параметров (толщина профиля, теплопроводность утеплителя и т. д.) на исследуемые теплозащитные характеристики. Установлен асимптотический характер зависимости между теплосопротивлением, неоднородной ограждающей конструкцией и теплопроводностью утеплителя.

Ключевые слова: ЛСТК, компьютерное моделирование, ANSYS, теплозащитные свойства.

UDC Kashevarova G.G., Burkov A.I., Kosyh P.A. Analysis of influence light steel thinwalled profiles fencing structures for thermal resistance

Key words: LSTC, computer simulation, ANSYS, heat1shielding properties.

Нормативные документы

И.И.ВЕДЯКОВ¹, д.т.н., проф., В.К.ВОСТРОВ², д.т.н., В.В.ТРЕТЬЯКОВЗ, инж. (¹ЦНИИИСК им.В.А.Кучеренко, ²ЦНИИПСК им.Мельникова, ³ВНИИА им.Н.Л.Духова)

Динамические ледовые нагрузки и колебания морских нефтегазопромысловых сооружений ..69

Проводится динамический анализ взаимодействия ледовых полей с морскими и шельфовыми нефтегазопромысловыми сооружениями, основой которого являются условия возникновения и развития автоколебаний с использованием нелинейных одномерных математических

моделей колебаний сооружений. Определяются динамические ледовые нагрузки на сооружения и анализируются условия установления автоколебаний наряду с определением их параметров. Разработаны рекомендации по совершенствованию международного стандарта ISO 19906 и идентичного ему проекта национального стандарта ГОСТ Р ИСО 19906-2014

Ключевые слова: колебания, автоколебания, устойчивость, ледовые нагрузки, ледостойкие сооружения.

UDC 624.058.3. Vedyakov I.I., Vostrov V.K., Tretyakov V.V. Dynamic ice loads and fluctuations of offshore oil and gas structures

Key words: vibrations, oscillations, stability, ice loads, ice1resistant structures

Международная научно-практическая конференция к 80-летию Д.Н.Соболева ..79

Журнал «Строительная механика и расчет сооружений» 2013 год.













N 1 за 2013год

Расчёты на прочность

Х.З. БАШИРОВ¹, к.т.н, К.М. ЧЕРНОВ², инж. (¹МИИТ, г.Москва, ²Юго-западный государственный университет, г.Курск)

Разрушение железобетонных составных конструкций от потери сцепления в зоне заанкеривания по наклонным трещинам третьего типа .. 2

Предложена расчетная схема, позволяющая оценить разрушение железобетонных составных конструкций от потери сцепления в зоне заанкеривания по наклонным трещинам третьего типа, приведены соответствующие разрешающие уравнения и алгоритм расчета. Выявлен физический смысл уравнения, определяющего проекцию наиболее опасной косой трещины третьего типа из веера двух трещин при разрушении от потери сцепления в зоне заанкеривания.

Ключевые слова: железобетон, составные конструкции, сцепление арматуры с бетоном, зона заанкерирования, алгоритм расчета.

UDC 624.012.045. H.Z. Bashirov, K.M. Chernov. Tangential section failure of anchorage zone in composite reinforced concrete elements

The paper presents a calculation scheme, calculation algorithm and equations assessing tangential section failure of anchorage zone in composite reinforced concrete elements. The authors reveal the physical definition of the equation determining the projection of the most critical tangential crack of the third type at the moment of failure at anchorage zone.

Key words: reinforced concrete, composite construction, algorithm.

А.С.ДОРОГАН, к.т.н. (Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г.Хабаровск)

Вантово висячие мосты. Часть 2: с криволинейными вантами ..6

В части 2 рассмотрены четыре различные схемы вантово(висячих мостов с криволинейными вантами, дается их конфигурация, проведен анализ статической работы, предложены схемы их монтажа. Используется программа «Интэл», основанная на методе граничных интегральных уравнений (МГИУ). Приведены особенности нелинейного численного моделирования вантово-висячих мостов, дается ретроспектива их развития.

Ключевые слова: распорно-безраспорные вантово-висячие мосты, МКЭ, МГИУ

UDC 624.04: 624.5. A.S. Dorogan. Cable-stayed suspension bridges. Part 2: with curvilinear cables

Four various schemes of cable/stayed suspension bridges with curvilinear cables are offered in part 2 with their configuration. The analysis of their static work and schemes of installation are given. The program «Intel» is used and realizes in the form of BEM. The features of nonlinear numerical modelling of cable/stayed suspension bridges are resulted. The retrospective show of their development is given. **Key words:** earth/self/anchored cable/stayed suspension bridges, FEM, BEM.

А.С.МАРУТЯН, к.т.н., проф. (Пятигорский государственный технологический университет)

Приближенный расчет перекрестных систем на крановые воздействия ..15

Приведена методика приближенного расчета перекрестных систем на крановые воздействия, статическим эквивалентом которых является эквивалентная равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью, определяемой из схемы загружения с размещением тележки крана с грузом в приопорной зоне контурных ферм. При определении эквивалентной нагрузки от двух подвесных кранов на одной колее необходимо и достаточно учитывать их номинальную грузоподъемность, в расчетном случае с одиночным краном — половину его номинальной грузоподъемности. Показана приемлемая сходимость результатов приближенного расчета с проектными данными перекрестных систем в составе блоков покрытий с подвесными кранами грузоподъемностью 3,2 и 5,0 т при сетке колонн 24×24 и 18×18 м.

Ключевые слова: перекрестные системы, блоки покрытий, методика приближенного расчета, крановые воздействия, эквивалентная нагрузка, производственные здания нового поколения, крановое оборудование с движением по окружности, контрольные испытания.

UDC 624.012:624.07. A.S. Marutyan. Approximate calculation of crossed systems under crane influences

The paper presents method of approximate calculation of crossed systems under crane influences. For determination of equivalent load from two underslung cranes on one track it is necessary to take into account their nominal capacity, in case of for one crane – half of its nominal capacity

Key words: crossed systems, blocks of coverings, method of approximate calculation, crane influences, equivalent load, industrial buildings of new generation, crane equipment with circular motion, check test.

С.М. ПЕТРОВ, инж. (Самарский государственный архитектурно; строительный университет)

Автоматизированное проектирование и расчет трехслойных панелей с учетом силового и температурного воздействия "23

Описана методика проектирования и расчета однопролетных и многопролетных «сэндвич» панелей с учетом силового и температурного воздействия, сдвига среднего слоя и упругой податливости опор. Рассмотрен пример расчета трехслойной панели по предложенной методике.

Ключевые слова: «сэндвич» панель, силовое воздействие, температурное воздействие, сдвиг среднего слоя, упругая податливость опор, методика расчета.

UDC 624.048. S.M. Petrov. The automated design and analysis of threelayer panels with couples of power and temperature Influence

The procedure of a stress and strain state design and analysis of the single/span and multi/span «sandwich»/ panels is described with the factors of power and temperature influence, the middle layers shift and the elastic pliability of supports. An example of calculation of the three/layer panel by the offered technique is reviewed.

Key words: «sandwich»/panel, power influence, temperature influence, middle layer shift, elastic pliability of supports, design procedure.

Численные методы

С.В. БАКУШЕВ, д.т.н., проф. (Пензенский государственный университет архитектуры и строительства)

Взаимодействие плоских одномерных волн слабого разрыва с массивной преградой ..29

Рассматривается постановка задачи о взаимодействии плоских одномерных упругопластических волн деформаций слабого разрыва, распространяющихся в сплошной среде, с массивной преградой. Показано, что в рассматриваемой динамической системе будут иметь место десять типов простых волн, взаимодействие которых приводит к образованию волны разгрузки и в полупространстве до массивной преграды, и в самой массивной преграде, и в подстилающем слое за массивной преградой.

Ключевые слова: одномерная деформация. плоские волны слабого разрыва. массивная преграда.

UDC 534.11. S.V. Bakushev. Onedimensional waves of weak interaction of flat gap with a massive obstacle.

Discusses the problem of interaction of plane Elastoplastic deformation of weak one/dimensional waves propagating in a continuous burst, with a massive obstacle. It is shown that the dynamic system will take place 10 types of simple waves interaction which leads to the formation of waves in half/space to the discharge and solid obstacles, and the massive hazard, and subsurface layer for a massive obstacle.

Key words: one/dimensional deformation, plane waves of weak gap, massive barrier.

П.П.ГАЙДЖУРОВ, д.т.н.,проф., Э.Р.ИСХАКОВА,инж. (Южно-Российский государственный технический университет, г.Новочеркасск)

Решение плоской задачи наследственной теории старения методом конечных элементов ..40

Разработан конечноэлементный метод решения плоской задачи теории ползучести бетона с учетом старения. В качестве наследственных функций второго рода использованы выражения, базирующиеся на формулах для меры ползучести, предложенных Н.Х. Арутюняном и С.В. Александровским. Программно реализована шаговая процедура численного интегрирования, позволяющая выполнять расчеты при переменном нагружении. Решены тестовые примеры.

Ключевые слова: метод конечных элементов, плоская задача, наследственная теория старения, численное интегрирование.

UDC 624.44:539.376. P.P. Gaydjurov, E.R. Ishakova. The solution of the flat problem of the creep theory for deteriorate of materials by the finite elements method

The finite element method for the concrete creep theory plane problem solution is developed taking into account the deteriorating. The expressions based on creep measure formulae by Arutyunyan and Alexandrovsky are used as the hereditary second genre functions. Step/by/step numerical integration procedure which allows to perform the calculation under variable loading is realized. Test examples are solved.

Key words: the finite element method; plane problem; hereditary deterioration theory; numerical integration.

Н.А.ГУРЕЕВА,к.т.н.,доц., Ю.В.КЛОЧКОВ, д.т.н.,проф., А.П. НИКОЛАЕВ, д.т.н.,проф. (Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия) Реализация смешанного функционала в МКЭ при тензорной аппроксимации искомых величин ..45

вариационный принцип, оболочка вращения, базисные векторы. UDC 539.3:624.044:514.74. N.A. Gureeva, J.V.Klochkov, A.P.Nikolaev. Realization mixed funktional in fem at tensor approximations of required sizes

The volume finite element is developed for calculation of covers of rotation in shape hexahedron with central unknown persons in a kind a component of a vector of moving and a component tensor strains. For expression the component of a vector of moving of an internal point of a finite element and its(her) component tensor strains through central unknown persons was used a way of interpolation vector and tensor fields three linear by form functions that has allowed to consider implicitly displacement of a finite element as the rigid whole. For formation of a matrix of deformation hexahedron the variation principle in the mixed formulation was used. On an example efficiency of the offered way of approximation of required sizes as vector and tensor fields in comparison with traditional way of approximation of required sizes as scalar fields is shown.

Key words: approximation, a vector field, a tensor field, the mixed formulation, a variation principle.

Д.Н. НИЗОМОВ¹,чл.корр.АН РТ, д.т.н., проф., А.А.ХОДЖИБОЕВ², к.т.н. (¹Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Республики Таджикистан, ²Таджикский технический Университет имени академика М.С.Осими,г. Душанбе)

Концентрация напряжений в неограниченном теле с подкрепленным отверстием ..53

Исследуется напряженно-деформированное состояние контактной задачи взаимодействия обделки с массивом горных пород. Разработанные математическая модель и алгоритм расчета на основе метода граничных интегральных уравнений реализованы на примере подземных сооружениях Рогунской ГЭС. Показано, что интенсивность напряжений, возникающих в теле массива от падающих сейсмических волн значительно меньше, чем от начальных тектонических напряжений. Получены численные результаты расчета концентрации напряжений на контактных границах от воздействия сжимающих нормальных напряжений. Наибольшие сжимающие напряжения возникают на контурах кровли машинного зала. Сопоставляются результаты распределения нормальных тангенциальных напряжений и нормальных перемещений с результатами, полученными без учета подкрепления.

Ключевые слова: концентрация напряжений, крепь, тектонические напряжения, сейсмические волны, граничные элементы.

UDC 539.3. J.N. Nizomov, A.A. Hojiboev. Stress concentration in underground structures of Rogun HPP

We investigate the stress/strain state of the contact problem of interaction with the crepe of a massif. The developed mathematical model and algorithm based on the method of boundary equations are implemented by the example of underground structures of Rogun HPP. It is shown that the intensity of the stresses arising in the body of a massif from incident seismic waves is much smaller than from the initial tectonic stress. The numerical results of the calculation of stress concentration at the contact boundaries from the effects of compressive normal stresses are obtained. The highest compressive stresses occur on the contours of the roof turbine hall. We compare the results of the normal distribution of tangential stresses and normal displacements with those results obtained without reinforcement.

Key words: stress concentration, crepe, tectonic stress, seismic wave, boundary elements.

В помощь проектировщику

$\overline{\text{И.И.ВЕДЯКОВ}^1, д.т.н., проф., М.И.ГУКОВА^1, ктн, М.И.ФАРФЕЛЬ^1, к.т.н., Д.В.КОНДРАШОВ^1, инж., С.Н.ЯРОВОЙ^2, к.т.н. (<math>^1$ ОАО«НИЦ«Строительство» ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко, 2 Харьковский ПромстройНИИпроект)

Обследование конструкций зданий и сооружений завода ОАО «Тагмет» ..58

Статья посвящена обследованию и экспертизе промышленной безопасности строительных конструкций цехов металлургического трубопрокатного завода ОАО «Тагмет» в г. Таганроге, проводимых в течение 17 лет сотрудниками ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко. Приведены нештатные ситуации, возникавшие за это время, решения и рекомендации по их устранению. По рекомендациям, выданным ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко, были выполнены работы по ремонту и усилению металлических и железобетонных конструкций, в частности: железобетонных и металлических колонн; элементов стропильных ферм; узлов стропильных и подстропильных ферм; элементов связей покрытия; железобетонных и металлических подкрановых балок; связей по подкрановым балкам; узлов тормозных конструкций подкрановых балок; железобетонных плит покрытия; наружных и внутренних стен злания и т.п.

Ключевые слова: лавинообразное разрушение, металлические и железобетонные конструкции, колонны, элементы стропильных ферм, узлы, связи, покрытия, подкрановые балки, тормозные конструкции, плиты, наружные и внутренние стены здания, элементы конструкций линий электропередач.

UDC 624.014. I.I. Vedyakov, M.I. Gukova, M.I. Farfel, D.V. Kondrashov, S.N. Yarovoi. Inspection of structures of buildings and constructions of JSC «Tagmet» mill

The paper is devoted to inspection and examination of industrial safety metallurgical tube/rolling mill shops structures of JSC «Tagmet» in Taganrog which was carried out during 17 years by workers of V.A. Kucherenko Central Scientific Research Institute for Building Structures. The paper presents emergencies which have occurred during this time, solutions and advices for their removal.

Key words: avalanche/like destruction, metal and ferroconcrete structures, columns, trusses elements, nodes, bonds, coverings, crane girders, braking structures, plates.

Ю.В.ВИШНЯКОВ, к.т.н., С.А.РЫТОВ, к.т.н., Р.О.ОВЧАРЕНКО, инж. (ООО«СКиФ», г. Москва)

Изменение температурных усилий в кирпичных стенах зданий при их утеплении ..65

Показано, что при утеплении наружных стен усилия в них изменяются до шести раз, а в перекрытиях и внутренних стенах всего до 2 %. Также выявлено, что конструкция применяемых в настоящее время швов недостаточна для их многолетней эксплуатации.

Ключевые слова: кирпич, стена, температура, сопротивление теплопередаче.

UDC 624.012. Y.V. Vishnyakov, S.A. Rytov, R.O. Ovcharenko. Changing the temperature of effort in the brick walls of the buildings in their insulation

The calculation showed that the efforts in the external walls with their insulation reduced by about the same factor, how much increase their thermal resistance. Change in the overlap of only 1/2 %. We also show that the width of expansion joints should be increased.

Key words: brick, wall temperature, thermal resistance.

И.И.ОВЧИННИКОВ¹,кти,доц., И.Г.ОВЧИННИКОВ²д.т.н.,проф. (¹Саратовский ГТУ им.Гагарина Ю.А., ¹Пермский национальный исследовательский политехнический университет) Деформирование и разрушение стержневого элемента, подвергающегося обезуглероживанию в жидкометаллической среде ..70

Рассматривается задача расчета стержневого конструктивного элемента находящегося в условиях ползучести и подвергающегося обезуглероживанию в жидкометаллической среде. Приведены основные расчетные соотношения, предложен и реализован алгоритм расчета, исследованы факторы, влияющие на устойчивость вычислительного процесса. Показано, что рассматриваемая в работе модель деформирования и разрушения стержневого элемента может использоваться для прогнозирования поведения одномерных конструктивных элементов, подвергающихся обезуглероживанию в жидкометаллической среде.

Ключевые слова: ползучесть, накопление повреждений, жидкие металлы, расчет, долговечность, стержень.

UDC 539.4. I.I. Ovtchinnikov, I.G. Ovtchinnikov, Deformation and fracture core element under a decarburization in liquid metal medium

We consider the problem of calculating the structural element of the rod is in the creep conditions and subjected to decarburization liquid metal environment. The basic ratio calculations, proposed and implemented algorithm, investigated the factors affecting the stability of the computational process. It is shown that under consideration in the model of deformation and fracture of the rod e7lement can be used to predict the behavior of one-dimensional structural elements subjected to decarburization of liquid metal environment.

Key words: Creep and damage accumulation, liquid metals, calculation, bar longevity.

М.Н.УБАЙДУЛЛОЕВ, к.т.н., доц. (Казанский национальный исследовательский технологический университет)

Расчет стержневых конструкций, усиливаемых иным материалом ..74

В статье описывается вариационный метод определения напряженно-деформированного состояния нагруженных стержневых систем, усиливаемых материалом с большими деформативными и прочностными характеристиками по сравнению с основным материалом конструкции. Излагается методика определения эффективности усиления нагруженных конструкций с учетом упругопластической работы материала.

Ключевые слова: усиление конструкций, напряженно (деформированное состояние, ремонтные напряжения, вариационный метод, упругопластические деформации.

UDC 69.059.3. M.N. Ubaydulloyev. Calculation of beams structures strengthened by other material

In article the variation method of calculation stress – strain state of the loaded beams structures strengthened by other material is described. The procedure is presented to determine the strengthening effectiveness on loaded beam structures with taking into account elastic/plastic works of material.

Key words: strengthening of constructions, stress - strain state, repair stress, variation method, elastic/plastic deformations.

И.В.ШТЭПА, инж. (Санкт-Петербургский минерально-сырьевой университет «Горный»)

Бурение технических скважин с целью закрепления обводненных грунтов методом струйной цементации ..79

Рассмотрены примеры применения струйной цементации грунтов в промышленном и гражданском строительстве. Проанализированы характерные особенности этой технологии. Выявлена и обоснована необходимость более обширного использования струйно-буровой технологии. На основе проведенного исследования автором предлагается способ по улучшению качества выполняемых работ и увеличению экономической эффективности.

Ключевые слова: грунтоцемент, сваи, цементация.

UDC 620.1:500. I.V. Shtepa. Drilling of technical wells for purpose of solidification of waterbearing soils by means of the jetstream cement injection method

The paper considers examples of usage of soils jet/stream cement injection for industrial and civil engineering. The author analyzed peculiarities of this technology and reasoned necessity of technology use in more wide scale. On the base of carried out research the author suggests method for quality improvement of carried works and increment of economical efficiency.

Key words: soil/cement. piles, cement injection.

N 2 за 2013год

Расчеты на прочность

С.В. БОСАКОВ, д.т.н., проф. (РУП «Институт БелНИИС», г. Минск, Республика Беларусь)

К расчету гибких упругих стержней..2

Предложены новые подходы к решению двух задач для гибких упругих стержней, рассмотренных ранее Е.П. Поповым. Рассмотренные в статье задачи сведены к нелинейным уравнениям, которые решаются численно на ЭВМ с помощью пакета компьютерной математики. Показана необходимость дальнейших теоретических исследований в области расчета геометрически нелинейных задач для стержней.

Ключевые слова. Геометрическая нелинейность, стержень, эллиптические функции Якоби, нелинейные уравнения.

UDC 539.3. S.V. Bosakov. Flexible elastic bars calculation

The author suggests new approaches to solve two problems for flexible elastic bars considered by E.P.Popov earlier. The problems were reduced to nonlinear equations which are solved by computer numerically.

Key words: geometric nonlinearity, bar, Yakobi's elliptic functions, nonlinear equation.

С.Б. КРЫЛОВ, д.т.н.; П.Д. АРЛЕНИНОВ, инж. (НИИЖБ им. Гвоздева, г. Москва)

Инженерный подход к решению задачи об изгибе упруго-ползучего стержня ..6

Дано инженерное решение задачи о продольно-поперечном изгибе железобетонных стержневых элементов с учетом ползучести и трещинообразования материала при произвольном изменении нагрузки во времени. Задача сведена к вычислению секущего модуля упругости для расчета с помощью современных программных комплексов. Получено хорошее совпадение с опытными данными.

Ключевые слова: нелинейная ползучесть, продольно-поперечный изгиб, железобетонные конструкции, стержневые конструкции

UDC 539.376. S. Krylov, P. Arleninov. The engineering approach to solving the problem of bending of elasticcreeping rod

Engineering solution to the problem of longitudinal/transverse bending of reinforced concrete rod elements with the creep and cracking of the material for any load change over time is given. The problem is reduced to the computation of the secant modulus of elasticity for designe with the help of modern software systems. A good agreement with experimental data achieved.

Key words: nonlinear creep, longitudinal and transverse bending, concrete structures, rod design.

А.А.ПОКРОВСКИЙ, д.т.н., проф. (ПГУАС, г. Пенза)

О проектировании конструкций статически неопределимых внешне и геометрически изменяемых внутренне ..9

Предлагается метод замены связей применять к расчету конструкций статически неопределимых относительно опорных связей и геометрически изменяемых внутренне. Усилия в постоянных связях задаются вместо принятия их нулевыми. Такие изменения в методе позволяют регулировать распределение усилий.

Ключевые слова: метод замены связей, применение.

UDC 624.04:539:519.6. A.A. Pokrovskiy. Constructions design which are statically indeterminate outwardly and geometrically variable inherently

The author suggests to use a method of members exchange for calculation of constructions which are statically indeterminate relative to supporting bonds and geometrically variable inherently. Efforts in fixed bonds are specified instead of accepting them equal to zero. Such changes in the method allow to regulate efforts distribution.

Key words: method of exchange of members, application.

В.И. СОЛОМИН, д.т. н., проф., академик РААСН, В.П. ХОМЯК, инж. (Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ))

Напряженно-деформированное состояние и прочность железобетонной колонны ..11

Разработаны алгоритм и компьютерная программа расчета сжато-изгибаемых железобетонных колонн с учетом физической и геометрической нелинейностей. Приведен анализ результатов.

Ключевые слова: железобетон, колонна, нелинейные деформации бетона и арматуры, прочность, продольный изгиб.

UDC 691.32624.041.6. V. Solomin, V. Khomiyk. Stressstrain state and strength of reiforced concrete column

The article is devoted to the designing of a reiforced concrete column taking into account non/linear deformations of concrete, reiforcement and buckling.

Key words: designing, reiforced concrete, column, non/linear deformations of concrete and reinforced, strength, buckling.

В.А. ФИЛИППОВ, к.т.н. (Тольяттинский государственный университет)

Расчет блока покрытия с межферменным этажом из предварительно напряженных рам размерами в плане 18.18 м с разреженной сеткой перекрестных ферм ..17 Описано конструктивное решение и результаты расчета пространственного стержневого покрытия из предварительно напряженных рамных элементов с межферменным этажом.

Ключевые слова: пространственное покрытие, предварительно напряженные рамы, межферменный этаж, преимущества.

UDC 624.012.46; 624.04. V.A. Filippov. The dimensional reinforced concrete modular block cover with the rooftruss floor for the single storey industrial and civil buildings.

The article presents a construction of the dimensional rod cover with roof/truss floor composed of the prestressed frame elements. **Key words:** dimensional cover, cross/shaped trusses, prestressed frames, roof/truss floor, advantages.

Б.Г. ХОЛОДАРЬ, канд. техн. наук (Брестский государственный технический университет)

Построение критерия прочности анизотропного тела ..21

При оценке работоспособности элементов конструкций в зависимости от их напряженно-деформированного состояния и свойств материала используются критерии прочности. Для анизотропных тел и произвольных углов ориентации траекторий главных напряжений относительно осей анизотропии экспериментальное получение необходимого объема данных затруднительно. Альтернативный путь заключается в построении требуемых зависимостей аналитически на базе ограниченной информации. Ниже рассмотрено построение одного из таких критериев и приведены результаты его использования.

Ключевые слова: анизотропное тело, критерий прочности, текучесть, разрушение.

UDC 539.4. B.G. Khologar'. Creation of strength criterion for anisotropic body

Strength criteria are often employed when estimating the operability of a design element as function of its stress/strain state and material properties. Experimentally, it is challenging to obtain sufficient data to be able to form such criteria for the anisotropic bodies with the arbitrary orientation of the principal stresses with respect to the anisotropic axes. Alternatively, one may attempt to create a criterion analytically with somewhat limited information. This is attempted below. The results of the application of the criterion are also discussed.

Key words: anisotropic body, strength criterion, yield, fracture.

В.В. ШУГАЕВ, д.т.н., проф., (НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, Москва)

Расчет несущей способности пологих оболочек вращения с опорным кольцом при действии сосредоточенной нагрузки по трем схемам разрушения ..27

Рассматривается методика расчета несущей способности пологих оболочек вращения при действии сосредоточенной нагрузки по трем возможным схемам разрушения, выявленных опытным путем: радиальной, радиально-кольцевой и локальной. Расчет ведется кинематическим методом предельного равновесия в геометрически нелинейной постановке.

Ключевые слова: оболочка вращения, несущая способность, сосредоточенная нагрузка, схема разрушения, предельное равновесие, плоскость осей вращения, стадии деформирования, критический прогиб.

UDC 539.3. V.V. Shugaev. Calculation for bearing capacity of depressed shell of revolution with carrier ring under influence of concentrated load on three destruction scheme

The author considers calculation method for bearing capacity of depressed shell of revolution under influence of concentrated load on three destruction scheme: radial, radial/circular and local. The calculation is carried out by kinematic method of limit equilibrium in geometrically nonlinear problem definition.

Key words: shell of revolution, bearing capacity, concentrated load, destruction scheme, limit equilibrium, plane of rotation axises, deformation stages, critical deflection.

Сейсмические расчеты

Д.Н.НИЗОМОВ¹, чл.корр.АН РТ, д.т.н.,проф., А.А.ХОДЖИБОЕВ²,ктн (¹Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Республики Таджикистан, ²Гаджикский технический Университет имени академика М.С.Осими)

Концентрация напряжений в неограниченном теле с подкрепленным отверстием .. 32

Методом граничных интегральных уравнений исследуется концентрация напряжений в задаче взаимодействия крепи с массивом пород при различных воздействиях.

Ключевые слова: неограниченное тело, контактная граница, крепь, граничный элемент, граничные уравнения, подземное сооружение.

UDC 539.3. J.N. Nizomov, A.A. Hojiboev. Stress consentration in unbounded body with reinforced hole

We investigate the problem of stress concentration in the contour of a crepe interacting with a massif under different loads by the method of boundary equations.

Key words: unbounded body, contact boundary, crepe, boundary element, boundary equations, underground structure.

Динамические расчеты

Г.Г. БУЛЫЧЕВ, д.физ.мат. наук, проф. (МГТУ МИРЭА)

К вопросу о разрушении анизотропных тел с дислокациями .. 37

Рассматривается возможность применения авторской методики моделирования динамики и динамического разрушения микротел с дислокациями к анизотропным телам. Строится матричная форма исходных уравнений и показывается ее инвариантность относительно преобразования поворота системы координат. Далее строится характеристическая форма представления этих уравнений в системе координат связанной с дислокациями. Исследуется вид матрицы жесткостей в исходной и повернутой системе координат. Определяются условия, при которых эти матрицы имеют одинаковый вид.

Ключевые слова: численное моделирование, метод пространственных характеристик, дислокации.

UDC 5.393. G.G. Bulychev. To a problem about destruction of nonisotropic bodies with dislocations

The possibility of application of an author's strategy for simulation of dynamics and dynamic destruction of micro bodies with dislocations to non/isotropic bodies is under consideration. The matrix form of input equations is building and its invariancy concerning transformation of turn of a coordinate system is shown. Thereupon the characteristic form of representation of these equations in coordinates connected with dislocations is constructing. The view of a matrix of rigidities in the initial and turned frame is investigated. Conditions at which these matrixes have an identical form are defined.

Key words: numerical calculation, spatial characteristics method, screw dislocation.

Е.М.ЗВЕРЯЕВ, д.т.н.,проф.¹, Г.И.МАКАРОВ, ктн,доц.² (¹Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН, ²НИИОСП им.Н.С.Герсеванова, г.Москва) Модели поведения длинной упругой полосы при поперечном ударе в зависимости от условий закрепления коротких сторон .. 42

Рассматривается задача определения НДС тонкой длинной полосы при ударе поперечной нагрузкой или при внезапном поперечном смещении конца полосы. Локальное нагружение моделирует удар каким-либо телом по высотному зданию. Распределенная нагрузка может образоваться при взрыве около здания, тогда как быстрое смещение концов полосы моделирует сейсмическое воздействие.

Ключевые слова: полоса, балка, сосредоточенная сила, удар, волна, дельта-функция, условия закрепления.

UDC 539.3. Ye.M. Zveryayev, G.I. Makarov. Long elastic strip comportment models under transversal impact action with end fixation

A problem of determination of the stress/strain state of the thin long strips with the transverse load or sudden lateral displacement of the strip end is examined. Local loading models the shock with some body at the high/rise building. The distributed load can be formed when there is an explosion near the building, whereas the rapid displacement of the strip ends simulates earthquake impact. The dimensionless equations of the plane problem of the theory of elasticity are taken as the initial. The small parameter equal to the ratio of strip thickness to its length is extracted. The equations are transformed to the ones, enabling a solution by using the method of the simple iterations. The transverse displacement and shear stress not dependent of the longitudinal coordinate are chosen as the values of the zero approximation. Considering these values fare known, all the remaining unknowns of the problem are calculated. Verifying the boundary conditions on the long sides of the strip, the system of the four ordinary differential equations for the four values of the zero approximation is obtained. The system is divided into separate equations that are easily integrated. Each equation corresponds to the elementary stress/strain state. The equation for the shear stress has fast changing boundary layer type. With an appropriate choice of the constant of integration its solution can be defined as the asymptotic form of the Dirac delta/function. With this function, the solution due to the longitudinal shear wave under the local shock load is constructed. The wave, reaching the edge, generates the low-frequency transverse oscillations. The stresses and displacements due to the oscillations are match more than ones due to the wave motion.

Key words: strip, bar, concentrated force, shock, wave, delta-function, fixing conditions.

Ю.С.КРУТИЙ, канд.физ.мат.наук, доц. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина)

Новый метод исследования поперечных колебаний стержня с переменными, непрерывно распределенными параметрами .. 48

Предложен новый метод исследования собственных поперечных колебаний стержня с произвольной непрерывной переменной поперечной жесткостью и произвольной непрерывной переменной погонной массой. Метод основан на точном решении дифференциального уравнения поперечных колебаний.

Ключевые слова: стержень, собственные поперечные колебания, частоты собственных колебаний, собственные формы колебаний, параметры состояния стержня.

UDC 624.073.046.3. Yu. S. Krutiy. New method of research of crosssection fluctuations of a core with the variables continuously distributed in parameters

The new method of research of own cross/section fluctuations of a core with any continuous variable cross/section rigidity and any continuous variable running weight is offered. The method is based on the exact decision of the differential equation of cross/section fluctuations.

Key words: core, own cross/section fluctuations, frequencies of own fluctuations, own forms of fluctuations, parameters of a status of a core.

И.Н.СЕРПИК, д.т.н.,проф., Н.С.КУРЧЕНКО, инж. (Брянская государственная инженерно-технологическая академия)

Анализ в упруго-пластической постановке нестационарной динамики пространственных систем тонкостенных стержней замкнутого профиля .. 55

Разрабатывается методика расчета переходных динамических процессов в пространственных системах стержней с замкнутым профилем поперечного сечения. Учитываются упруго-пластические свойства материала и геометрически нелинейное поведение деформируемых объектов. Физическая нелинейность описывается с помощью ассоциированного закона течения. Предлагаемые расчетные процедуры позволяют рассматривать напряженно-деформированное состояние стержней при совместном действии усилий растяжения-сжатия, косого изгиба и чистого кручения. На тестовых примерах проиллюстрирована работоспособность данного подхода.

Ключевые слова: пространственные стержневые системы, замкнутый профиль, динамика, геометрическая нелинейность, физическая нелинейность, ассоциированный закон течения. UDC 624.074.5:624.044. I.N. Serpik, N.S. Kurchenko. The elasticplastic analysis of the transient dynamics for spatial systems of thinwalled rods with closed cross sections

Key words: spatial rod systems, closed cross/section, dynamics, geometrical nonlinearity, material nonlinearity, associated flow rule. An algorithm for calculation of spatial systems of closed simply connected profile rods in a dynamic posing is developed. Elastic/plastic material properties and geometrically nonlinear behavior of deformed constructions are taken into account. The systems of nonlinear differential equations describing the dynamics of such objects are solved by the numerical integration using the Newmark method premise of constant accelerations on each integration step. Material nonlinearity is described by the associated flow rule. The proposed procedures allow to consider the stress/strain state of rods under combined action of tension/compression, unsymmetrical bending and pure torsion. By comparing the calculated and experimental data for the steel box/rod subjected to bending and torsion at the low loading rate, the sufficient precision of the accepted hypothesis for deformations of rods with closed profile is justified. The capacity for work of the proposed algorithm for rapid processes is illustrated by the calculation of the spatial frame that is subjected to the inelastic collision action with the falling weight.

Ю.Т. ЧЕРНОВ¹, д.т.н.,проф., И.А. ПЕТРОВ², инж. (¹ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко, ²ФГБОУ ВПО «МГСУ»)

О некоторых методах и алгоритмах расчета систем с выключающимися связями .. 61

Оцениваются некоторые методы расчета систем с выключающимися связями. Приводится алгоритм, основанный на последовательном расчете двух линейных систем. Выполнен расчет фермы с выключающейся связью как в «статическом», так и в «динамическом» (при выключении связи в процессе колебаний) вариантах. Полученные результаты сравниваются с результатами других авторов.

Ключевые слова: свободные колебания, вынужденные колебания, динамическое воздействие, эквивалентные статические силы, выключающаяся связь, прогрессирующее обрушение.

К.Д.ЯКСУБАЕВ, канд.физмат.наук, доц., А.И.САПОЖНИКОВ, др философ.,проф. Д.К.ЯКСУБАЕВА,инж. (Астраханский инженерно-строительный институт, Астраханский государственный технический университет, МГСУ)

Методика замкнутого аналитического определения деформированного состояния конструкций, работающих по сдвиговой схеме на поперечные нагрузки .. 67

На примере рамы разработано аналитическое решение, описывающее горизонтальные колебания, вызванные кинематическим воздействием при сдвиговом характере ее деформирования. Получены формулы, позволяющие решить задачи без применения численных методов. Предполагается развить методику с целью совместного учета деформаций сдвига и изгиба.

Ключевые слова: рама, горизонтальные колебания, деформация сдвига, аналитическое решение, ортогональные многочлены Чебышева.

UDC 624.0428. K. D. Jaksubaev, A.J. Sapozhnikov, D.K. Jaksubaeva. Methodics of reserved analytical definition of deformation state of contractures along displacement on the cross forces. On the example of frame, analytical decidion describing its horizontal oscillation under kinematical influence at displacement of its deformation is elaborated. Formulas allowing solving the problems without using numeral methods are got. It is supposed to develop the method due to mutual calculation of displacement's deformation and bend.

Key words: frame, horizontal oscillation, bend's deformation, analytical decidion. multinomial of Chebyshev.

В помощь проектировщику

А.С.МАРУТЯН, к.т.н., проф. (Северо-Кавказский федеральный университет, филиал в г. Пятигорске)

Модули покрытий и перекрытий из перекрестных ферм типа «Пятигорск» ..75

Приведено новое техническое решение легких металлических конструкций зданий и сооружений с использованием перекрестных ферм, замаркированное после патентной экспертизы как модуль типа «Пятигорск». Обозначена область его рационального применения, совпадающая с началом ряда перекрестных систем, состоящих из 2×2 и 3×3 ячеек. Описано конструктивно-компоновочное оформление модуля, которое при сетке колонн 6×6...12×12 м повышает степень унификации и обеспечивает стабильность спроса, привлекая внимание инвесторов и заказчиков улучшенными технико-экономическими характеристиками несущих конструкций покрытий и перекрытий. Показана перспективность повышения этажности и сейсмостойкости за счет формирования гибкого верхнего этажа (ГВЭ) из блоков покрытий типа «Пятигорск» при реконструкции существующих зданий и сооружений, а также при строительстве новых объектов.

Ключевые слова: легкие металлические конструкции, перекрестные системы, замкнутые гнутосварные профили, перекрестные стальные фермы, модуль типа «Пятигорск», блок (секция) покрытия (перекрытия), реконструкция, этажность, сейсмостойкость.

UDC 692.48:725.4.002.237. A.S. Marytyan. Modules of covers and bridgings represented by cross farms of «Pyatigorsk» type

The paper presents new technical solution for lightweight metal constructions of buildings and structures with usage of cross farms. The solution was patented as «Pyatigorsk» type module. **Key words:** lightweight metal constructions, crossed systems, closed, bend and welded profiles, cross steel farms, «Pyatigorsk» type module, reconstruction, number of storeys, seismic stability.
Рецензии Шапошников Н.Н.Рецензия на монографию И.И. Иванченко «Динамика транспортных сооружений (высокоскоростные подвижные, сейсмические и ударные нагрузки)» ..81

N 3 за 2013гол

Расчеты на прочность

Е.М.ЗВЕРЯЕВ, д.т.н., проф.¹, Г.И.МАКАРОВ, к.т.н., доц.² (¹Институт прикладной математики им.М.В.Келдыша РАН, ²НИИОСП им.Н.С.Герсеванова, г.Москва)

Особенности НДС оболочки с изломом срединной поверхности ...2

Рассматривается задача определения НДС оболочки с изломом срединной поверхности. Оболочка рассекается по этой линии и на ней формулируются условия сопряжения. Общее НДС составной оболочки разыскивается как состоящее из трех элементарных: безмоментного, чисто моментного и краевого эффектов. Вводятся коэффициенты интенсивности элементарных НДС. Показатели коэффициентов являются безмоментными для случая гладкой и составной оболочек при закрепленных обоих краях и моментными с повышенной интенсивностью краевого эффекта для составных консольных оболочек. Консольная оболочка с гладким меридианом безмоментна.

Ключевые слова: оболочка, условия закрепления, линия сопряжения, расчленение, безмоментность. UDC 539.3. Ye.M. Zveryayev, G.I. Makarov. Stress-strain particularities of shell with pleat of median surface

A problem of determination of the stress-strain state of a shell with a pleat of medial surface is considered. The shell is cut along this line and the conjugation conditions are formulated on it. The general stress-strain state of the composed shell is searched as consisted of the three elementary ones: membrane, purely moment, end effect. The intensity coefficients of the elementary stress-strain states are introduced. These coefficients turn up membrane for the smooth and composed shell, when the both edges are clamped, and moment with heightened edge effect intensity for composed console shell. The console shell with the smooth meridian is in the membrane state.

Key words: shell, condition of clamping, conjugation line, decomposition.

Г.Л.КОЛМОГОРОВ, д.т.н.,проф., Е.М.ПУТИЛОВА, инж., Л.С.САЙГИНА, инж. (Пермский национальный исследовательский политехнический университет)

Напряженно-деформированное состояние и прочность трубобетонных колонн ..6

Рассматривается напряженно-деформированное состояние трубобетонных колонн, оценивается прочность, из условия прочности оценивается предельная несущая способность. Ключевые слова: трубобетонная колонна, напряженно-деформированное состояние, прочность, несущая способность.

UDC 539.3. G.L. Kolmogorova, E.M. Putilova, L.S. Sajgina. Mode of deformation and durability of concrete columns in the form of pipe

Authors consider mode of deformation of concrete columns in the form of pipe, estimate durability. Strength condition is used for estimation of ultimate bearing capacity.

Key words: concrete column in the form of pipe, mode of deformation, durability, bearing capacity.

С.Б. КРЫЛОВ, д.т.н., П.Д. АРЛЕНИНОВ, инж. (НИИЖБ им .А.А.Гвоздева, г.Москва)

Уравнение изгиба стержня при кусочно-линейном законе леформирования ползучего материала "9

Приведен вывод уравнения изгиба сжато-изогнутого стержня с учетом ползучести материала и трещинообразования. Использованы уравнения теории ползучести в интегральной форме. Уравнение предназначено, в первую очередь для железобетонных конструкций, но также может применяться для стержневых конструкций из других материалов, обладающих ползучестью.

Ключевые слова: нелинейная ползучесть, продольно-поперечный изгиб, железобетонные конструкции, стержневые конструкции.

UDC 539.376, S.B. Krylov, P.D. Arleninov. The equation of bending of a rod with a piecewise-linear law of deformation of the creeping material

The conclusion of the equation of bending of compressed-bent rod is given. Creep and cracking are taken into account. Equations of the theory of creep in integral form are used. The equation is intended primarily for concrete structures. But it can also be used for the structures of other materials with creep.

Key words: nonlinear creep, longitudinal and transverse bending, concrete structures, rod design.

М.П.СОН, к.т.н. (Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г.Пермь)

Методика расчета крупнопанельных зданий, находящихся в зоне оседания земной поверхности ..12

Показана методика отыскания критических деформаций для панельных зданий серии 1-468А при больших осадках и движениях земной коры.

Ключевые слова: жилые здания, осадки основания, расчетные модели, рекомендации по проектированию.

UDC 624.04.539.519.6. M.P. Son. Calculation method for largepanel buildings situated at zone of earth surface subsidence

The author presents method for finding of critical deformations for bearing-wall buildings of 1-468A series under large subsidences and movements of earth's crust.

Key words: residential buildings, foundation subsidences, recommendation for designing.

Расчеты на устойчивость

Ю.И.ДОРОГОВ, к.т.н. (Филиал МЭИ (НИУ) в г.Волжском)

Устойчивость стержня с жесткими окончаниями ..16

Решается задача об устойчивости прямолинейной формы равновесия стержня с абсолютно жесткими окончаниями. Исследуется форма изгиба упругой части оси стержня при нагрузках, превышающих критическую силу. Рассматриваются различные случаи шарнирного закрепления стержня. Установлено, что критическая сила, при которой происходит потеря устойчивости составного прямолинейного стержня, существенно зависит от длины жестких окончаний. Эта сила меньше, чем эйлерова сила, отнесенная к упругой части стержня и уменьшается по отношению к ней с увеличением длины окончаний. Критическая сила составного стержня не зависит от точки крепления опор к жестким окончаниям. После достижения нагрузкой критического значения жесткие окончания значительно поворачиваются. Этот поворот тем сильнее, чем больше длина жестких окончаний.

Ключевые слова: устойчивость, составные стержни, жесткие окончания.

UDC 539.382.4. Yu.I. Dorogov. Stability of bar with firm ends

The author solves stability problem for equilibrium of bar with absolutely firm ends in rectilinear form. The author researches bend form of bar axis elastic part under loads exceeding critical load. The author considers different cases of jointed fastening of bar. It is stated that critical load at which compound rectilinear bar loses stability depends on firm ends length.

Key words: stability, compound bars, firm ends.

А.И.ПРИТЫКИН, д.т.н. (КГТУ, Калининград)

К вопросу проектирования балок с гибкой стенкой ..21

Предложен более совершенный подход к определению размеров сечения шарнирно опертых двутавровых балок с гибкой стенкой, подверженных действию распределенной нагрузки, основанный на использовании критериев жесткости, прочности и устойчивости. При оценке устойчивости рассматривается как общая, так и местная устойчивость стенки балки с помощью полученных аналитических зависимостей. При использовании критерия жесткости учитывается деформация сдвига. Приведен пример выбора размеров балки, подкрепленный расчетами методом конечных элементов.

Ключевые слова: двугавровая балка, гибкая стенка, жесткость, изгиб, сдвиг, местная и общая устойчивость, проектирование, МКО

UDC 624.072.014.2. A.I. Pritykin. **Designing problem of beams with flexible wall**

The author suggests more absolute approach for section dimensions determination of hinged flanged beams with flexible wall which are distributedly loaded. For stability estimation the author considers both overall and local stability of beam wall with usage obtained analytical dependences.

Key words: flanged beam, flexible wall, rigidity, bend, displacement, local and overall stability, designing, finite element method.

Динамические расчеты

Г.Г. БУЛЫЧЕВ, д-р физ.-мат.наук,проф. (МГТУ МИРЭА)

Распространение волн в анизотропных телах .. 27

Аппарат матричных преобразований, разработанный автором и используемый им для построения характеристической формы уравнений динамики различных сред, применяется для анализа волн напряжений, распространяющихся в произвольном направлении внутри таких сред. Строится матрица произвольного поворота девятимерного вектора, и с ее помощью определяется матрица жесткостей для напряжений и деформаций, действующих в любом направлении внутри тела. С помощью сингулярных разложений некоторых подматриц полученной матрицы жесткостей определяются величины скоростей волн напряжений и углы поворота, образуемые триэдром главных напряжений с фронтами волн.

Ключевые слова: матричные преобразования, метод пространственных характеристик, распространение волн

UDC 513.8. G.G. Bulychev. Propagation of stresses waves in anisotropic media

The means of matrix transformations developed by the author and used by him for build-up of the characteristic form of dynamical equations of various media, is applied to the analysis of the stresses waves, which spread in any direction in such media. The matrix of any rotational displacement of a nine-component vector is under construction, and with its help the matrix of rigidities for voltages and the strains acting in any direction in a skew field is spotted. By means of singular decompositions of some submatrixes of the gained matrix of rigidities the velocities of stresses waves and angles of turn, formed by a trihedron of principal stresses with fronts of waves, are spotted.

Key words: matrix transformations, a method of spatial characteristics, a propagation of waves.

Н.В.ДЕГТЯРЕВА, к.т.н. (Южно-Уральский государственный университет, г.Челябинск)

Моделирование колебаний железобетонных большепролетных перекрытий, вызванных ходьбой человека ..33

Применение высокопрочных материалов и преднапряжения позволяет увеличить пролеты железобетонных перекрытий и сделать их более легкими. В результате ходьба человека по такому перекрытию может вызывать ощутимые колебания последнего. Рассматриваются существующие критерии ограничения колебаний и методы расчета перекрытий на нагрузки от движения человека, применяемые в России и за рубежом. Представлены рекомендации по расчету железобетонных перекрытий методом конечных элементов при ходьбе человека. Результаты расчета по упрощенным методикам и методом конечных элементов сравниваются с результатами испытаний, представленными в

Ключевые слова: колебания перекрытий, вызванные движением человека, нагрузка от ходьбы человека, демпфирование, метод конечных элементов

UDC 624.042.8. N.V. Degtyareva. Modeling of human-induced vibration of long-span floors

The use of stronger materials and more efficient design methods in modern construction leads to lighter, longer-span floors, which are more susceptible to human-induced vibrations. Floor vibration criteria according to Russian and foreign design documents are presented. Finite element modeling of reinforced concrete slab vibrations due to a person walking is described. Results of the modeling are compared with test results available in literature and with results of calculations according to a simplified method.

Key words: floor vibrations, human-induced vibrations, human walking force, damping, finite element method.

А.Г.ТЯПИН, д.т.н. (ОАО «Атомэнергопроект», г.Москва)

Расчет динамического отрыва фундаментной плиты от основания при сейсмическом воздействии. Часть ІІ: Простейшее сочетание отрыва с запаздывающими жесткостями основания ..39

Автор использует введенную им ранее платформенную модель системы «сооружение-основание» с использованием пружин и демпферов с запаздыванием для расчета отрыва фундаментной плиты от основания при сейсмическом воздействии. Во второй публикации рассматриваются простые модели, включающие отрыв подошвы от грунтовых пружин, в сочетании с запаздывающими пружинами и демпферами, моделирующими волновые эффекты в полубесконечном инерционном основании.

Ключевые слова: взаимодействие сооружения с основанием, динамические жесткости, сейсмическая реакция, отрыв фундамента от основания.

UDC 699.841.624.042.7. A.G. Tyapin. Dynamic analysis of the base mat uplift during seismic event. Part II: simple combination of uplift with time lag soil springs and dashpots The author uses springs and dashpots with time lag in the platform model of the soil-structure system to analyze the basement uplift during seismic event. In this second paper simple uplift models are used together with time lag springs and dashpots, modeling wave effects in half-infinite soil. **Key words:** building and foundation interaction, dynamic stiffness, seismic reaction, foundation detachment from base.

Численные расчеты

Е.Л.АЛЕКСЕЕВА, к.т.н. (МГСУ)

Накопление дефектности и повреждаемости строительных конструкций зданий главных корпусов предприятий теплоэнергетики ..44

Изучена повреждаемость основных несущих конструкций зданий главных корпусов предприятий энергетики, установлена закономерность возникновения коррозии арматуры в железобетонных элементах перекрытия рабочих площадок, установлена зависимость коэффициента запаса несущей способности конструкций рабочих площадок от коррозии. Ключевые слова: здания, главные корпуса, предприятия энергетики, дефекты, повреждения, несущие конструкции, техническое состояние, срок эксплуатации, оценка повреждаемости. UDC 69.059.4. E.L. Alekseeva. Accumulation of defectiveness and damageability of building constructions of heat power engineering enterprises' main buildings

Annotation: an analysis of damageability of building constructions of heat power engineering enterprises' main buildings is conducted, a trend of armature corrosion incurrence in reinforced concrete elements of service platforms' overlaps is established, relationship between carrying force coefficient of service platforms' constructions and corrosion is established.

Key words: buildings, main buildings, heat power engineering enterprises, analysis, defects, damages, load carrying structures, technical condition, useful life, damageability valuation.

А.А.МАЛЯРЕНКО, гендиректор (СКАД СОФТ), А.А.СЕМЕНОВ, к.т.н., М.Н.САФИУЛЛИН, инж., И.А.ПОРЫВАЕВ, инж. (УГНТУ, г.Уфа)

Анализ напряженно-деформированного состояния моделей узлов металлических конструкций в среде SCAD ..47

Приведен анализ напряженно-деформированного состояния конечноэлементных моделей трех типов узлов металлических конструкций каркасов одноэтажных зданий. Проведена сравнительная оценка полученных результатов с традиционными инженерными методами по положениям нормативных документов. Показаны преимущества применения современных программных комплексов для выявления уточненной работы узлов элементов конструкций, позволяющие использовать результаты при проектировании, оценке технического состояния и выявлении резервов несущей способности узлов металлических конструкций.

Ключевые слова: узлы металлических конструкций, шарнирное соединение, опорное ребро, оголовок колонны, база колонны, компьютерное моделирование.

UDC 624.014.078.45:624.014. A.A. Malyarenko, A.A. Semenov, M.N. Safiullin, I.A. Poryvaev. Analysis of mode of deformation of metal structures nodes models by Scad The paper presents an analysis of mode of deformation of finite element models of three types of metal structures nodes of one-storeyed buildings fabrics.

Key words: nodes of metal structures, hinged connection, knife edge, column head, column base, computer simulation.

Специальные расчеты

Г.Т.ТАРАБРЙН, д.т.н., проф. (ОГУ, г.Оренбург)

Анизотропия диффузии в композиционных материалах ..57

Выводится дифференциальное уравнение нестационарной концентрации пространственной макроскопической диффузии при наличии анизотропии потоков диффундирующего вещества. Для симметричного тензора анизотропии изучены свойства матрицы этого тензора. Исследованием квадратичной формы – коэффициента направленной диффузии – на условный экстремум установлено наличие экстремумов диффузии и наличие отвечающих этим экстремумам взаимно перпендикулярных осей тензора анизотропии. Ключевые слова: анизотропия макроскопической диффузии в твердых композитах.

UDC 539.2. G.T. Tarabrin. Anisotropy of diffusion in composite materials

The stream of macroscopically diffusion is directly proportional to a gradient of concentration diffusion substances. From a condition of preservation of quantity of substance the differential equation of non-stationary concentration of spatial diffusion is received at presence of anisotropic streams diffusion substances. Algebraic properties of a matrix of symmetric tensor of anisotropic diffusion are investigated. Research on conditional extremum the square-law form having physical sense of factor of directed diffusion, establishes presence of three extremumes of diffusions and the directions adequate by it extremumes of three mutually perpendicular axes of tensor of anisotropies is found.

Key words: anisotropy of macroscopically diffusion in solid composites.

К.П.ПЯТИКРЕСТОВСКИЙ, д.т.н. (ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко)

О расчете внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементов из клееной и цельной древесины ..62

Рассматриваются результаты сравнительных расчетов деревянных стоек, защемленных в основании и свободных на верхнем конце. Обсуждаются вопросы о правомерности проектирования стоек и других элементов по единой методике и формулам СНиП II-25-80 для расчета внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементов. Даются рекомендации по расчету для использования в новой редакции Норм проектирования деревянных конструкций.

Ключевые слова: внецентренно-сжатые и сжато-изгибаемые элементы, древесина, методика расчета, точные, приближенные и практические расчеты.

UDC 539.3;624.011. K.P. Pyatikrestovskiy. Research of comparative calculations for eccentric-compressed and compressed-bent elements made of wood with usage of building regulations II-25-80 and material strength theory

The author considers results of comparative calculations of wood struts bound at foundation and free at top end. The author also considers problems of appropriateness of struts and other elements design with usage of unified method and formula of building regulations II-25-80 for calculation of eccentriccompressed and compressed-bent element. The paper presents recommendations concerning calculation for new version of building regulations for wood structures.

Key words: eccentric-compressed and compressed-bent elements, wood, calculation method, accurate, approximate and practical calculations.

В помощь проектировщику

К.К.НЕЖДАНОВ, д.т.н., проф., засл.изобретатель России, А.С.ЛАШТАНКИН, инж., И.Н.ГАРЬКИН, инж. (ПГУАС, г.Пенза)

Сборные подкрановые балки из прокатных профилей ..69

Предлагается новый профиль для подкрановых балок, который превосходит стандартные двутавровые профили по выносливости, долговечности и экономичности.

Ключевые слова: балка, оптимизация сечения, выносливость, ресурс, снижение материалоемкости, повышение жесткости при изгибе.

UDC 624.014. K.K. Nezhdanov, A.S. Lashtankin, I.N. Gar'kin. Teams crane beams of rolled profiles

Propose a new profile for the crane beams, which is superior to the standard I-sections for durability, and economy.

Key words: beam, optimizing the cross section, reduction of material consumption, increase of stiffness in bending.

Наши юбиляры

Анатолию Викторовичу Перельмутеру - 80 лет ..75

Гумедину Суреновичу Варданяну - 80 лет ..76

Константину Пантелеевичу Пятикрестовскому - 75 лет ..77

Расчеты на прочность

С.В.БАКУШЕВ, д.т.н., проф. (Пензенский государственный университет архитектуры и строительства)

Плоский поперечный упругопластичный изгиб стержня с двумя осями симметрии...2

Рассматривается задача расчета стержня, находящегося в условиях плоского поперечного упругопластического изгиба. Поперечное сечение стержня с двумя осями симметрии имеет форму равнополочного двугавра. Решение строится с использованием математического пакета MathCAD. В результате решения определяются: несущая способность стержня при условии полной пластичности, граница упругих и пластических деформаций, остаточные напряжения в стержне после его полной разгрузки, изогнутая ось стержня и остаточные прогибы в стержне после его полной разгрузки.

Ключевые слова: пластичность, упругопластический изгиб, сечение с двумя осями симметрии.

UDC 534.11. S.V. Bakushev. Float cross section elasto plastic bend of a rod with two axes of simmetry

The calculation of a rod in the state of flat cross-section elasto-plastic bend is considered. The cross-section of a rod with two axes of symmetry has a form of equal-flange beam. Mathematical unit MathCAD is used to solve the problem. As a result it is possible to determine: the rod bearing capacity in case of absolute plasticity; a border of elastic and plastic deformations; residual stress in the rod after its complete unloading; bent rod axes and deflections in the rod after its complete unloading.

Key words: plasticity, plasto-elastic bend, section with two axes of symmetry.

Ю.В.ВИШНЯКОВ, канд.техн.наук, С.А.РЫТОВ, канд.техн.наук, Е.П.СЛАДКОВА, инж. (ООО«СКИФ», г.Москва)

Раскрытие деформационных швов в наружных стенах из керамического кирпича...10

Расчетом установлено, что относительная деформация полостей деформационных швов при эксплуатации составляет 25—50 % при поперечных несущих стенах и 10—25 % при продольных несущих стенах. Конструкция герметизации деформационных швов, приведенная в Пособии по проектированию каменных и армокаменных конструкций, делается из минеральной ваты в обертке рубероидом. Такая герметизация швов не обладает необходимой упругостью, что является источником продуваемости швов. Для герметизации швов предлагается использовать компенсаторы, изготовляемые из коррозионностойкого металла и устанавливаемые со стороны помещения.

Ключевые слова: стена, кирпич, температура, деформационный шов.

UDC 624.041.539.4. Yu.V. Vishnyakov, S.A. Rytov, E.P. Sladkova. Opening of deformation seams in outside walls of ceramic brick

By calculation it is established that relative deformation of cavities of deformation seams at operation makes 25-50 % at cross bearing walls and 10-25 % at longitudinal bearing walls. The design of sealing of the deformation seams, given in «A grant on design of stone and armokamenny designs», is made of mineral wool in a wrapper roofing material. Such sealing of seams doesn't possess necessary elasticity that is a source of a produvayemost of seams. For sealing of seams it is offered to use the jacks produced from corrosion-resistant metal and installed from the room

Key words: wall, brick, temperature, deformation seam.

М.К.ИЩУК¹, к.т.н., Е.М. ИЩУК¹, Б.С.СОКОЛОВ², канд.техн.наук (¹ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко, ²НИИЖБ им.А.А.Гвоздева)

Исследование прочности и деформаций кирпичных стен и сводов Грановитой палаты Московского Кремля...15

Проведено исследование прочности и деформаций кирпичных стен и сводов, выполнены пространственные расчеты здания с учетом фактической прочности и деформационных характеристик кладки, трещин, каналов и других ослаблений, неравномерной осадки фундаментов. На основе проведенных исследований разработаны рекомендации и проект усиления стен и сводов.

Ключевые слова: Московский Кремль, реконструкция исторических зданий, обследование технического состояния стен и сводов, расчеты напряженно-деформированного состояния конструкций, прочность, деформации, усиление кирпичной кладки инъекцией раствора

UDC 624.042. M.K. Ischuk, E.M. Ischuk, B.S. Sokolov. Research of durability and deformations of brick walls and arches of Hall of Facets of Moscow Kremlin Authors carried out research of durability and deformations of brick walls and arches, three-dimensional analysises of building taking into account actual strength and deformative characteristics of brickwork, cracks, openings and other abatements, irregular settling of foundations. On basis of carried out researches authors developed recommendations and design for reinforcing of walls and arches.

Key words: Moscow Kremlin, renovation of historical buildings, inspection of technical state of walls and arches, durability, reinforcing of brick setting by intrusion of mortar.

В.А.КОТЛЯРЕВСКИЙ, д.т.н.,проф. (Научно-образовательный центр исследования экстремальных ситуаций МГТУ им.Н.Э.Баумана)

Контроль ресурсов прочности магистральных трубопроводов с провисанием на переходах через препятствия и при деформациях в ореолах оттаивания в зонах вечной

Изложены оригинальные методы компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния магистральных трубопроводов при силовых и температурных воздействиях в сложных геологических условиях и в зонах вечной мерзлоты. Приведены расчеты ресурса прочности трубопровода на участке трассы «Восточная Сибирь Тихий океан» ВСТО-2.

Ключевые слова: магистральный трубопровод, геологические условия на трассе, продольно-поперечные нагрузки, тензор напряжений, ресурс прочности трубопровода. UDC 622.692. V.A. Kotlyarevsky. Control of resources strength of main pipelines with sagging on breaking through the obstacles and the deformations in the halo thawing in areas of permafrost.

Set out the original methods of computer modeling of the stress- deformed state of pipelines in power and temperature effects in complex geological conditions and in areas of permafrost. The calculations of resource strength of the pipeline on the part of the route of the «Eastern Siberia — Pacific ocean» ESPO-2.

Key words: main pipeline, geological conditions on route, longitudal- transverse loads, tensor of voltages, resource of toughness of pipe line.

А.А.ПОГОРЕЛЬЦЕВ, канд.техн.наук (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко)

Расчет растянутых стыков КДК на вклеенных стержнях...28

Дан алгоритм расчета растянутых стыков клееных деревянных конструкций (КДК), выполненных по системе «ЦНИИСК» на вклеенных стержнях, в соответствии с положениями СП 64.13330.2011 «Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80». Рассмотрены два типа узлов.

Ключевые слова: растянутый стык, вклеенные стержни, продавливание, выдергивание, несущая способность.

UDC 692.48: 69.05. A.A. Pogoreltsev. Calculation of tension joints of laminated wood structures at pasted in bars

The author presents algorithm for calculation of tension joints of laminated wood structures carried out in accordance with «TSNIISK» system at pasted-in bars in accordance with SP 64.13330.2011 «Wood structures. II-25-80 building regulations revised revision» regulations. The author considered two types of nodes.

Key words: tension joint, pasted-in bars, punching, bearing capacity.

М.М.ТАМОВ, инж., В.П.ПОЧИНОК, к.т.н. (Кубанский государственный технологический университет)

Расчет прочности стенки двутавровых железобетонных балок с учетом влияния наклонных трещин от предшествующих загружений...33

Предложена методика нелинейного конечно-элементного расчета прочности стенки двугавровых железобетонных балок по наклонным сжатым полосам с учетом влияния наклонных трещин, вызванных предшествующими загружениями. Расчетная модель реализует деформационную методику с фиксированным углом CSMM для расчета железобетонных элементов на поперечную силу при циклических загружениях. Достоверность конечно-элементных расчетов подтверждена сравнением с результатами испытаний двутавровых железобетонных балок при двухстадийных загружениях с изменением пролета среза.

Ключевые слова: железобетонные двутавровые балки, прочность тонкой стенки, метод конечных элементов, начальные силовые трещины, деформационные модели.

UDC 624.072.221. M.M. Tamov, V.P. Pochinok. Analysis of web crushing strength of reinforced concrete I-beams taking into account the influence of cracks from previous loadings

Non-linear finite element model is proposed for analysis of web-crushing strength of reinforced concrete I-beams taking into account the influence of inclined cracks caused by previous loadings. Finite element model implements cyclic softened membrane model (CSMM) for shear analysis of reinforced concrete elements subjected to cyclic loadings. Accuracy of the finite element analyses is confirmed by comparing with results of reinforced concrete I-beams tests with two-stage loading with shear span changing. Key words: reinforced concrete I-beams, web-crushing strength, finite elements method, initial loading cracks, deformation models.

Е.М. ЗВЕРЯЕВ, д.т.н.,проф. ¹, Г.И.МАКАРОВ, к.т.н., доц. ² (¹Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН, ²НИИОСП им.Н.С.Герсеванова) Оценка погрешности уравнений теории пологих оболочек...38

Изложен вывод уравнений теории пологих оболочек без каких-либо интуитивных гипотез. Вводятся два малых параметра: отношение толщины оболочки к ее характерному размеру в плане и отношение размера в плане к характерному радиусу кривизны оболочки. Эти два параметра дают возможность оценить относительные величины каждого из членов в каждом уравнении и, оставив главные, отбросить второстепенные малые. Показано, что переход к декартовой системе координат не вносит дополнительной погрешности.

Ключевые слова: пологая оболочка, асимптотическое разложение, малый параметр.

UDC 539.3. Ye.M. Zveryayev, G.I. Makarov. Shallow shell theory equations error etstimation

The shallow shell theory equations are derived without any intuitive hypothesizes. The two small parameters are introduced: the ratio of the shell thickness to the characteristic plane shell dimension and characteristic plane shell dimension to the characteristic shell curvature radius. These two parameters give the possibility to estimate the relative values of the every member in the every equation and leave the principal ones rejecting the secondary ones. It is demonstrated that the Descartes coordinates employment dos not give any additional error. Key words: shallow shell, asymptotic development, small parameter

В.С.УТКИН, д.т.н.,проф. (Вологодский государственный технический университет)

Расчет временного остаточного ресурса несущих элементов эксплуатируемых конструктивных систем...43

Рассматривается новая методика расчета временного остаточного ресурса несущих элементов в составе зданий и сооружений с использованием риска принятия решения о надежности элемента по расчетному интервалу надежности [Pmin, Pmax], полученному по различным методикам в интервальной форме при ограниченной статистической информации о базовых параметрах расчетных моделей предельных состояний

Ключевые слова: временной ресурс, несущий элемент, критерий работоспособности, интервал надежности, риск принятия решения, остаточный ресурс.

UDC 624.046.5. V.S. Utkin. The time remaining life calculation of bearing elements exploited structural systems

The new method of time remaining life of bearing elements in structure with used of decision making risk about element reliability on calculating reliability interval [Pmin, Pmax] is considered. The reliability interval is received to different methods in interval form at the limited statistical information on basic parameters in calculating models of limiting state. Key words: time remaining life, bearing element, criterion of availability, reliability interval, risk of decision making, remaining life.

Специальные вопросы теории

Е.Б.КОРЕНЕВА, д.т.н.,проф. (НИУ МГСУ, г.Москва)

Аналитические решения некоторых задач теории теплопроводности...49

Решается стационарная задача теплопроводности для теплоизолированной круглой пластины, на которую действует источник тепла первого рода. Предполагается, что температура изменяется по толщине пластины по линейному закону. Для получения решения используется метод компенсирующих нагрузок. Рассматриваются задачи об определении стационарных температурных полей в круглых, прямоугольных и имеющих форму кругового прямоугольника пластинах переменной толщины при граничных условиях второго и третьего рода. Во всех поставленных задачах получены точные аналитические решения.

Ключевые слова: теплопроводность; стационарная задача; пластины постоянной и переменной толщины; температурные поля.

UDC 624.073. E.B. Koreneva. Analytical solutions of the certain problems of the theory of heat conductivity

The paper solves the stationary problem of heat conductivity for the thermally insulated circular plate, subjected to an action a heat source of the first kind. It is assumed that the temperature varies along the plate's thickness according to a linear law. For receiving of the solution the method of compensating loads is used. The problems of stationary temperature fields definition in circular, rectangular and having a form of a circular rectangular plates of variable thickness are examined. The boundary conditions of the second and of the third kind are considered. The problems under study.

Key words: heat conductivity, stationary problem, plates of the constant and the variable thickness, temperature fields.

Динамические расчеты

Б.В.ОСТРОУМОВ, д.т.н., лауреат Гос.премии,засл.строитель РФ (ООО «Призмонт-Металл»)

Особенности «работы» высотных сооружений с установленными на них динамическими гасителями колебаний...56

Дана оценка эффективности воздействия гасителей колебаний башенных сооружений с учетом воздействия на сооружение непосредственно гасителя колебаний и увеличения декремента колебаний за счет работы демпфирующего устройства. Показана высокая эффективность гасителя, определенная теоретически, подтвержденная измерениями колебаний различных сооружений.

Ключевые слова: высотные сооружения, гасители колебаний, демпфирующие устройства.

UDC 699.841:624.042.7. B.V. Ostroumov. «Operation» features of high rise buildings with installed dynamic vibration dampers

Key words: high-rise buildings, dynamic vibration dampers.

А.В.ТУРКОВ, д.т.н.,проф., К.В.МАРФИН, инж. (Госуниверситет – УНПК, г.Орел)

Определение коэффициента жесткости шва круглой составной изотропной пластины по ее основной частоте колебаний...58

Рассматривается двухслойная изотропная круглая составная пластина на податливых связях. Вычисляется коэффициент жесткости шва с помощью найденных численным методом изгибающих моментов. Исследования проведены при жестком и шарнирном опирании пластины по контуру. Показано, что коэффициент ξ зависит от основной частоты колебаний.

Ключевые слова: составная пластина, коэффициент жесткости шва, частота собственных колебаний, изгибающий момент, связи сдвига.

UDC 624.072.2.011.1. A.V. Turkov, K.F. Marfin. Determination of joint stiffness factor of round compound isotropic plate using it's fundamental frequency of oscillations

Circular plate on compliant communications. Joint stiffness is calculated using a numerical method found bending moments. The studies were conducted under strict and simple support plate outline. It is shown that the coefficient o depends on the fundamental frequency of oscillation.

Key words: composite plate, joint stiffness, natural frequency, the bending moment, shear connection.

Сейсмические расчеты

Б.Р.ЛИВШИЦ, инж. (ПАО«ЦКБ «Коралл», Севастополь)

Проверка прочности механизма фиксации опор СПБУ при сейсмических воздействиях...63

Самоподъемные плавучие буровые установки (СПБУ) являются уникальными сооружениями. В рабочем состоянии платформа может подвергаться сейсмическому воздействию. Прочность фиксирующего устройства должна обеспечивать надежность эксплуатации.

Ключевые слова: СПБУ, фиксирующий механизм, опорные колонны, модель, форма.

UDC 669.841:624.042.7. B.R. Livshits. Checking the strength of fixing mechanism of supports under seismic influence

Jackup drilling rigs are unique structures. A working a platform can undergo seismic influence. The strength of the fixing device must ensure reliable operation.

Key words: SEDU, fixing device, legs, model, mode.

В.Л.ХАРЛАНОВ, д.т.н., С.В.ХАРЛАНОВА, инж. (ВолгГАСУ, г.Волгоград)

Спектры реакций нелинейных осцилляторов на акселерограммы землетрясений...67

Построены спектры реакций нелинейных осцилляторов от воздействия акселерограмм землетрясений. В качестве реакций рассмотрены упругий отпор, относительная энергия неупругих деформаций и максимальные перемещения. При построении спектров реакций может быть учтено влияние осевых сил (продольно-поперечный изгиб). Нелинейные осцилляторы моделируют поведение при землетрясении конструкций из конкретных материалов. Спектры реакций нелинейных осцилляторов могут быть использованы для уточнения коэффициента повреждаемости в спектральном анализе и выбора ансамбля акселерограмм нелинейного анализа

Ключевые слова: уравнение движения, нелинейный осциллятор, диаграмма состояния, критерии разрушения, пластический полуцикл.

UDC 624.042.8. V.L. Harlanov, S.V. Harlanova. Response spectra of nonlinear oscillators for earthquake accelerograms

Construct a spectrum of reactions from the effects of nonlinear oscillators earthquake accelerograms. In reaction Elastic resistance, the relative energy of inelastic deformation and maximum displacement. In the construction of the response spectrum can be accounted for the effect of axial forces (longitudinal and lateral bending). Nonlinear oscillators simulate earthquake performance of structures of specific materials. Response spectra of nonlinear oscillators can be used to improve the rate of damage to the spectral analysis and the choice of the ensemble of nonlinear analysis of accelerograms.

Key words: The equation of motion, non-linear oscillator, phase diagram, failure criteria, a plastic half-cycle.

В.П.АГАПОВ¹, д.т.н.,проф., А.В.ВАСИЛЬЕВ² , инж., А.В.СОСНИН³, инж. (¹МГСУ, г.Москва, ²ООО«Родник», г.Тверь, ³Смоленский филиал МГУПС (МИИТ)) Разработка и реализация восьмиузлового конечного элемента для расчета массивных конструкций с учетом пластических деформаций...71

Описан алгоритм расчета физически нелинейных конструкций, реализованный в вычислительном комплексе ПРИНС. Предложено использовать рассматриваемый алгоритм для расчета массивных конструкций с учетом пластических деформаций. С этой целью разработан восьмиузловой конечный элемент с физической нелинейностью. При вычислении матрицы жесткости элемента использовались физические уравнения теории течения.

Ключевые слова: физическая нелинейность, массивные конструкции, пластические деформации.
UDC 624.74:624.075. V.P. Agapov, A.V. Vasilev, A.V. Sosnin. Development and implementation of finite element with eight junctions for calculation of massive structures taking into account plastic deformations

Key words: physical nonlinearity, massive structures, plastic deformations.

М.А.ВИКУЛОВ, инж., С.В.ЕФРЮШИН, к.т.н., доц. (Воронежский государственный архитектурно-строительный университет) Несущая способность изгибаемых сетчатых плит...74

Разработан алгоритм определения грузоподъемности статически неопределимых сетчатых плит на основе численного метода линейного программирования. Предложена методика дискретной аппроксимации континуальной системы системой перекрестных стержней. Для определения предельной поверхности сечений стержней также применен численный метод линейного программирования. На примере модельной задачи проведены численные исследования грузоподъемности сетчатой плиты и сопоставление с аналитическими решениями для континуальных плит.

Ключевые слова: грузоподъемность, сетчатые плиты, линейное программирование, перераспределение усилий, предельная поверхность, пластический шарнир.

UDC 624.046.2. M.A. Vikulov, S.V. Evryushin. Bearing capacity of bend reticular plates

Key words: carrying capacity, reticular plates, linear programming, efforts redistribution, limiting surface, plastic hinge.

В.Г.ФЕДОРОВСКИЙ¹, к.т.н., А.И.КАНЦЫБКО², к.т.н., С.О.ШУЛЯТЬЕВ¹, инж. (¹НИИОСП им.Н.М.Герсеванова, ²ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко) Методика приведения жесткости здания с полным каркасом к жесткости одного этажа...78

Рассмотрена методика приведения жесткости здания с полным каркасом к жесткости одного этажа, эффективность которой показана на примере расчета здания МИД РФ. Приведена формула эквивалентной жесткости плиты перекрытия, позволяющая снизить трудоемкость и

сократить время при выполнении вариантных совместных расчетов основания-фундамента-сооружения на предпроектной стадии. Рассмотрена практическая значимость и область применения разработанной методики.

Ключевые слова: совместные расчеты трехкомпонентной системы «основание – фундамент – сооружение», расчеты фундаментных плит, расчеты каркаса.

UDC 624.15.04:624.131.5. V.G. Fedorovsky, A.I. Kantsybko, S.O. Shulyatev. Reduction method of building rigidity with complete to rigidity of one floor

Key words: combined calculations of ternary «base - foundation -structure» system, calculations of bearing plate, framing calculations.

Нормативные документы

Я...І.КРАНЦФЕЛЬД, инж. (ООО «Харьковский проектно-конструкторский институт «Теплоэлектропроект-СОЮЗ»)

Об одной разновидности «особых нагрузок»...86

Рассматривается состояние нормативного обеспечения и регулирования в области реализации на практике требований Федеральных законов в области защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения несущих конструкций. Предлагаются направления совершенствования нормативных документов по этой тематике.

Ключевые слова: несущие конструкции зданий и сооружений, особые нагрузки, конструктивные системы, прогрессирующее обрушение.

UDC 624.042.42 [551.578.46:551.509.3]. Ya.L. Krantsfeld. One of variation of special loadings

Key words: bearing constructions of buildings and structures, special loadings, structural systems, progressing fall.

Наши юбиляры Вячеславу Александровичу Ильичеву – 75 лет...88

N 5 за 2013год

Расчеты на прочность

В.В.ДАНЕЛЬ, к.т.н. (МГСУ)

Анализ формул для определения сдвиговой жесткости безшпоночного вертикального монолитного бетонного стыка двух железобетонных панелей, пересекаемого непрерывными арматурными стержнями...2

Сделано сравнение трех разных подходов к определению сдвиговой жесткости безшпоночного вертикального монолитного бетонного стыка двух железобетонных панелей, пересекаемого непрерывными арматурными стержнями. Для удобства читателей и из уважения к ним все исходные используемые формулы и графики из цитируемых источников приведены в статье. Предложена формула для определения сдвиговой жесткости на основании результатов исследований, изложенных в монографии [1]. Ключевые слова: сдвиговая жесткость, вертикальный монолитный стык, пересекаемый арматурными стержнями.

UDC: 69.057.13 + 624.078. V.V. Danel. Analysis of a formula to determine shear stiffness of bezshponochnogo vertical monolithic concrete junction of two precast concrete panel crossing continuous reinforcement rods

In this paper made a comparison of three different approaches to determining the shear stiffness bezshponochnogo cast-concrete interface of two precast concrete panels, crossing continuous reinforcement rods. For the convenience of readers and out of respect to them all the original formulas and charts used from the sources cited are listed in the article. Determination of stiffness of joints of precast concrete panels — one of the stages of determining the settlement schemes. Depends on the accuracy of calculations to ensure the safety of people living in buildings designed.

Key words: large, house, building, shift coefficient malleable, rigid, malleable, vertical joints, monolithic, reinforced concrete.

А.О.,ЛУКИН, инж. (Самарский госуларственный архитектурно-строительный университет)

К уточненному расчету напряженно-деформированного состояния балок с гофрированной стенкой...10

Описана методика определения напряженно-деформированного состояния балок с гофрированной стенкой. В расчете гофрированная стенка заменяется плоской ортотропной пластинкой. Приведенный модуль упругости ортотропной пластинки предлагается принять в виде математической зависимости. Представлены результаты расчета числового примера. Приведено сравнение результатов расчета гофрированных балок по разработанной методике с результатами расчета по методу конечных элементов и общеизвестной методике.

Ключевые слова: балка, гофрированная стенка, изгиб, модуль упругости, напряжение, прогиб.

UDC 624.014. A.O. Lukin. Improved calculation of the stressstrain condition of beams with corrugated web

Method for determining the stress-strain condition of beams with corrugated web is described. Corrugated web is replaced by a flat orthotropic plate in the calculation. The reduced modulus of elasticity of the orthotropic plate is proposed to assume as a mathematical relationship. The results of the calculation of the numerical examples are submitted. The comparison of the results of the calculation of corrugated beams on the developed technique with the results of calculations by the finite element method and a well-known technique is adduced.

Key words: beam, corrugated web, bending, elastic modulus, stress, deflection.

В.А.КОТЛЯРЕВСКИЙ, д.т.н.,проф. (НОЦ ИЭС МГТУ им. Н.Э.Баумана)

К определению изгибной жесткости железобетонных конструкций при динамических нагрузках...17

Приведены данные по определению изгибной жесткости железобетонных конструкций для использования в прочностных расчетах на динамические воздействия. Информация получена как для составных сечений балок с однослойным и двухслойным армированием без предположений о распределении напряжений в сжатом бетоне.

Ключевые слова: железобетон, двухслойное армирование, приведенные параметры составного сечения, изгибная жесткость. UDC 699.8. V.A. Kotlyarevsky. To the determination of bending stiffness of reinforced concrete structures under dynamic loads

Presents data on the determination of bending stiffness of reinforced concrete structures for use in strength calculations of the dynamic effects. The information is obtained for both of compound cross-sections of beams with a single-layer and double-layer reinforcement without assumptions about the distribution of stresses in a compressed concrete.

Key words: reinforced concrete, double-layer reinforcement, the parameters of a composite section, flexural rigidity.

И.Г.ОВЧИННИКОВ¹,д.т.н.,проф., И.И.ОВЧИННИКОВ²,ктн,доц. Ш.Н.ВАЛИЕВ³,ктн,доц., А.В.ЕФАНОВ⁴,ктн,инж. (¹Пермский национальный исследовательский университет, ²Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., ³Сочинский филиал МАДГТУ, ⁴ЗАО«Мостотоннельная компания»)

Анализ напряженно-деформированного состояния щебеночно-мастичных деформационных швов автодорожных мостов при их работе под нагрузкой...23

Анализируется напряженно-деформированное состояние щебеночно-мастичного деформационного шва автодорожных мостов при действии внешней нагрузки. Принята упругая работа щебеночно-мастичного материала. Задача решается в плоской постановке с использованием метода конечных разностей. Сопоставление с экспериментом и расчетом с использованием конечно-элементной программы подтверждает эффективность разработанной методики.

растотом с использованием коне иго элементной программы подтверждает эффектионость разрасотанной же Ключевые слова: деформационный шов, автодорожный мост, метод конечных разностей, напряженное состояние.

UDC 539.3. I.G. Ovchinnikov, I.I. Ovchinnikov, S.N. Valiev, A.V. Efanov. Analysis of stressstrain state of asphalt plug joints of road bridge under loading

The problem of numerical simulation of behavior asphalt plug joint highway bridges under the action of an external load is considered. The elastic behavior rubble – mastic material was adopted. The problem is solved as two-dimensional using the finite difference method. Comparison with experiment and calculation using the finite element program confirms the effectiveness of the developed technique.

Key words: expansion joints, road bridge, finite difference method, the stress state.

А.И.ФИМКИН, инж.,зав.лабораторией (МГУПС,МИИТ г. Москва)

Оценка достоверности расчетно-экспериментальной интерполяционной методики определения остаточных напряжений с помощью численного эксперимента...29

Описан численный эксперимент, подтверждающий достоверность расчетно-экспериментальной интерполяционной методики определения остаточных напряжений в элементах строительных и транспортных систем. Решается прямая задача воздействия на модель тестовой распределенной нагрузки, которая затем восстанавливается путем решения обратной некорректной задачи методом регуляризации Тихонова. Приведены результаты практического применения методики при определении остаточных напряжений в объеме железнодорожного рельса.

Ключевые слова: остаточные напряжения, обратная некорректная задача, метод регуляризации Тихонова, функции Котельникова, расчетно-экспериментальная интерполяционная методика. UDC 539.373. A.I. Fimkin. Evaluation of the reliability experimentcalculated interpolation method for determining residual stresses by means of numerical experiments
This article describes a numerical experiment to confirm the accuracy of the calculated and experimental interpolation method for determining residual stresses in the elements of construction and transportation systems. We solve the direct problem which connected with the action of distributed load on the considered model. This load is constructed then by the solution of an inverse illposed problem which help of the Tikhonov regularization method. The results of practical application of the presented method are illustrated by the calculation of residual stresses in railway rail.

Key words: residual stress, ill-posed inverse problem, regularization method, Kotelnikov functions, experiment-calculation interpolation method.

Динамические расчеть

Г.Г. БУЛЫЧЕВ, д.т.н.,проф. (МГТУ, МИРЭА)

Оптимизация перфорирования трансверсально изотропной пластинки по динамической прочности...36

Методом пространственных характеристик проводится моделирование динамики разрушения квадратной перфорированной пластинки, армированной однонаправленными жесткими волокнами. Материал волокон и матрицы предполагается упруговязкопластическим, нагрузки – симметричными и растягивающими. Определяется зависимость минимальной разрушающей нагрузки от объемной доли волокон, а также от формы, количества и размеров отверстий.

Ключевые слова: численное моделирование, динамика, разрушение.

UDC 539.3. G.G.Bulychev. Optimisation of the transversally isotropic plate's punching according with the dynamic strength

The method of spatial characteristics is used for simulation of dynamical fracture of the square punched plate, reinforced by unidirectional rigid fibers. The material of fibers and a matrix is supposed elastoviscoplastic, loadings are symmetrical and stretching. Dependence of a minimal destructing loads from a fiber's fraction, and also from the shape, amount and sizes of holes is defined. **Key words:** simulation, dynamics, destruction.

К.К.НЕЖДАНОВ, др техн.наук,проф., А.А.ЛАШТАНКИН,инж., Д.Х.КУРТКЕЗОВ,инж. (Пензенский государственный университет архитектуры и строительства) Решение проблемы обеспечения достаточной выносливости и ресурса интенсивно эксплуатирующихся подкрановых балок...41

Предлагаются конструктивные решения, обеспечивающие повышение выносливости подкрановых балок с одновременным снижением материалоемкости. К ним относятся: выполнение подкрановых балок с одновременным снижением материалоемкости. К ним относятся: выполнение подкрановых балок двухпролетными прокатными, замена стандартного кранового рельса прямоугольным, равноценным по площади сечения и моменту инерции, неподвижным фрикционным соединением рельса с верхним поясом балки. Дается обоснование предлагаемых решений.

Ключевые слова: решение проблемы, достаточный ресурс, выносливость, двухпролетные прокатные балки, черная металлургия, локальных колебаний напряжений, подрельсовая зона, прямоугольный рельс.

LDC 624.014. K.K. Nezhdanov, A.A. Lashtakin, D.H. Kurtkezov. Solving for problem of support of sufficient endurance and resource of strongly operated crane beams Key words: solution, sufficient resources, stamina, rolling two-span girder, steel, local voltage fluctuations, under-rail area, square rails.

А.А.ПЕПЕЛЯЕВ, к.т.н., Г.Г.КАШЕВАРОВА, д.т.н.,проф., Е.В.БЫКОНЬ,инж. (Пермский национальный исследовательский политехнический университет) Моделирование дефлаграционного взрыва в промышленном здании с учетом предохранительных конструкций...48

Установка предохранительных ограждающих конструкций является одним из способов зашиты промышленных зданий от внутренних взрывов. В данной статье предлагается вычислительная технология, которая позволяет учитывать разнообразие факторов, влияющих на величину избыточного давления при дефлаграционном взрыве бытового газа, а именно: наличие предохранительных конструкций и преград в помещении, место нахождения источника зажигания, время поджига смеси, размеры помещения. В результате решения последовательности информационно связанных задач (газодинамической и прочностной), можно определять размеры и вид предохранительных конструкций, их наиболее рациональное расположение, а также производить экспертизу безопасности конкретного объекта.

Ключевые слова: дефлаграционный взрыв, аварии промышленных зданий, защита зданий, предохранительные конструкции, FlowVision, ANSYS.

UDC 620.1:539. A.A. Pepelyaev, G.G. Kashevarova, E.V. Bykon. Modeling of deflagration explosion in industrial building if considering of constructions safety

Fitting of safety structures is one way to protect industrial buildings from internal explosions. In this paper we propose a computational technique that takes into account a variety of factors that affect the value of excess pressure deflagration gas explosion: the presence of protective structures and obstacles in the room, the location of the ignition source, the time of ignition of the mixture, the size of the room. It is possible to determine the size and type of protective structures and the most efficient location by solving a sequence of information-related problems (gas dynamics and strength).

Key words: deflagration explosion accident of industrial buildings, protection of buildings, retaining structures, flowVision, ANSYS.

С.И.ТРУШИН¹,д.т.н.,проф., Т.А.ЖУРАВЛЕВА¹,инж., Е.В.СЫСОЕВА², к.т.н. (¹МГСУ, ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко, ²МГАХИ им. В.И.Сурикова) Решение задачи о свободных нелинейных колебаниях пластины методом продолжения по параметру...55

В статье изложены результаты исследования свободных колебаний гибкой пластины в геометрически нелинейной постановке. Для решения задачи Коши о свободных колебаниях гибкой пластины использовался метод продолжения в сочетании с методом Рунге-Кутта. Задача была реализована с помощью программного комплекса Mathcad. В статье приведены результаты расчетов нелинейно деформируемой пластины при различных амплитудах колебаний.

Ключевые слова: пластина, свободные колебания, геометрическая нелинейность, метод продолжения решения по параметру. UDC 624.074. S.I. Trushin, T.A. Zhuravleva, E.V. Sysoeva. Solution of the problem of free nonlinear oscillations of a plate by continuation method

The results of numerical analysis of flexible plate free oscillations with help of continuation method are given in the article. For solutions of the Cauchy problem the method of continuation in combination with the Runge-Kutta method was used. The calculations were performed using computer software the Mathcad 15. The nonlinear deformed square plates analysis results in case of various initial displacements are presented in article.

Key words: plate, free oscillations, geometrical nonlinearity, continuation method.

Б.Р.ЛИВШИЦ, инж. (ПАО«ЦКБ«Коралл», г.Севастополь, Украина)

Модели конструкций самоподъемных плавучих буровых установок для расчетов сейсмостойкости...59

Самоподъемные плавучие буровые установки (СПБУ) являются уникальными сооружениями. В одном эксплуатационном состоянии СПБУ является плавучим объектом (режим транспортировки), в другом (рабочее состояние) — стационарным сооружением, опирающимся на морское дно опорными колоннами. В рабочем состоянии платформа может подвергаться сейсмическому воздействию. Для определения частот и форм колебаний предлагается использовать упрощенные стержневые модели. Для определения деформаций опорной колонны предлагается использовать стержневую модель, учитывающую нелинейное поведение металла.

Ключевые слова: СПБУ, сейсмостойкость, опорные колонны, акселерограмма, модель, частота, форма.

UDC 669.841:624.042.7. B.R. Livshyts. The models of Self Elevating Drilling Units for seismic resistance calculations

Jackup drilling rigs are unique structures. In the operating condition, a jack-up drilling rig is a floating object to be transported. In the other condition, (the working one), it represents a fixed structure reposing on the sea floor support columns. A working a platform can undergo seismic influence. In order to determine the frequencies and modes of oscillations we suggest using a simplified beam model. The deformation of the supporting columns can be calculated with the use of a rod model that takes into account the nonlinear behavior of the metal. Key words: SEDU, seismic resistance, legs, accelerogram, model, frequency, mode.

В.Л.ХАРЛАНОВ, д.т.н. (ВолгГАСУ, г.Волгоград)

Оценка эффективности сейсмоизоляторов...62

Проведен сравнительный анализ эффективности сейсмоизоляторов двух типов: резинометаллических опор и маятниковых. Приведены уравнения движения для обоих типов сейсмоизоляторов. Дана методика определения динамических характеристик системы линейный осциллятор – сейсмоизолятор. Построены спектры реакций сейсмоизолированных осцилляторов на акселерограммы землетрясений различного спектрального состава. Для обоих типов изоляторов снижение сейсмической силы достигает четырехкратной величины в зданиях с жесткой конструктивной схемой.

Ключевые слова: Уравнение движения, резинометаллические опоры, сейсмоизоляторы маятникового типа, спектры реакций линейных осцилляторов.

UDC 624.042.8. V.L. Harlanov. Efficiency estimation of seismic insulators

The author carried out a comparative analysis of efficiency for two types of seismic insulators: rubber-metal supports and pendular ones. The paper presents method for determination of linear oscillator and seismic insulator system dynamic characteristics. For both types of insulators earthquake reduction reaches fourfold value in buildings with stiff construction

Key words: equation of motion, rubber-metal supports, seismic insulators.

А.В.ЕРМАКОВА, к.т.н. (ЮУрГУ, Челябинск)

Особенности нелинейного расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям с помощью МДКЭ...65

Рассмотрены некоторые особенности компьютерной реализация нелинейного расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям с помощью МДКЭ [1]. Эти особенности вызваны характером математических операций метода и необходимостью анализа достигнутого конструкцией уровня первого или второго предельных состояний. Ключевые слова: железобетонные конструкции, метод дополнительных конечных элементов, предельное состояние, компьютерная реализация

UDC 624.04+624.07. A.V. Ermakova. Singularites of afem realization of nonlinear analysis of reinforced concrete structures at limit states

This paper considers some singularities of computer realization of nonlinear design of reinforced concrete structures at limit states by means of AFEM. These singularities are caused by the character of mathematical operations of the method and the necessity of analysis of the stage of the first limit state or the second one reached by the structure.

Key words: reinforced concrete structures, additional finite element method, limit state, computer realization.

Ю.В.КЛОЧКОВ, д.т.н., проф., А.П.НИКОЛАЕВ, д.т.н.,проф., Т.А.КИСЕЛЕВА, инж. (Волгоградский государственный аграрный университет)

Сравнение напряжений, вычисленных на основе скалярной и векторной интерполяции МКЭ в сочлененных оболочках из разнородных материалов...70

Изложен алгоритм расчета сочлененных оболочек на основе МКЭ с использованием скалярной и векторной интерполяций полей перемещений. В качестве элемента дискретизации используется четырехугольный криволинейный конечный элемент с восемнадцатью степенями свободы в узле. На примере расчета сочлененной оболочки из разнородных материалов, проведена верификация разработанного алгоритма и показана его эффективность.

Ключевые слова: сочлененные оболочки, скалярная интерполяция, векторная интерполяция, четырехугольный конечный элемент, цилиндр, компенсатор,

UDC 539.3. J.V. Klochkov, A.P. Nikolaev, T.A. Kiselev. Comparison of stress, calculated on the basis of scalar and vector interpolation fem on articulated a shell of dissimilar materials The algorithm of calculation of articulated shells on the basis of FEM using scalar and vector interpolation of displacement fields. As part of the sampling using rectangular curvilinear finite element with eighteen degrees of freedom in the node. On the example of the calculation of articulated shell of dissimilar materials, conducted the verification of the algorithm and shows its effectiveness.

Key words: articulated shell, scalar interpolation, vector interpolation, rectangular finite element, cylinder, compensator.

В помощь проектировшику

А.С.МАРУТЯН, к.т.н., проф., М.Б.ГРИГОРЬЯН,канд.пед.наук.доц., С.И.ЭКБА,инж. (Северо-Кавказский федеральный университет, филиал в г. Пятигорске) Оптимизация поясной сетки перекрестных систем из замкнутых гнутосварных профилей...77

Для перекрестных систем из замкнутых гнутосварных профилей приведены результаты оптимизационных расчетов при сетке колонн 18×18 , 24×24 , 30×30 , 36×36 и 42×42 м. Показано, что общая масса настила с подкрепляющими его дополнительными стержневыми элементами-прогонами в перекрестных системах оказалась меньше, чем масса настила без дополнительных опор (беспрогонное покрытие). Сделан условный прогноз результатов оптимизационных расчетов перекрестных систем при сетке колонн 48×48, 54×54 и 60×60 м. Обоснована перспективность использования в перекрестных стальных фермах с оптимизированной поясной сеткой пятиугольных замкнутых гнутосварных профилей в комплекте с ромбическими.

Ключевые слова: легкие металлические конструкции, перекрестные системы, замкнутые гнутосварные профили, перекрестные стальные фермы, модуль типа «Пятигорск», блок (секция) покрытия (перекрытия), оптимизация, расход конструкционного материала

UDC 692.48:725.4.002.237. A.S.Marutyan, M.B.Grigoryan, S.I.Ekba. Optimization of crossed systems zone net made of closed bentwelded profiles

Authors justified availability of use of pentagonal closed bent-welded profiles completed with rhombic ones in crossed steel farms with optimized zone net.

Key words: light metal structures, crossed systems, closed bent-welded profiles, crossed steel farms, module of Pyatigorsk type.

Расчеты на прочность

А.С.ДЕХТЯРЬ, д.т.н.,проф. (Национальный транспортный университет, Киев)

Несущая способность геликоидальной оболочки...2

Оболочки со срединной поверхностью в виде прямого геликоида применяются в строительстве. Для оценки их несущей способности использован кинематический метод теории предельного равновесия. Представлены примеры расчета верхней границы предельной нагрузки. Обсуждается влияние способов закрепления на несущую способность конструкции. Ключевые слова: оболочка, геликоид, несущая способность, предельная нагрузка.

UDC 642.04:539.376. Dekhtyar A.S. Load carrying capacity of helicoidal shell

The shell with helix surface is considered. Theory of limit equilibrium and kinematical method are applied in order to evaluate the load carrying capacity. Samples are presented. Influence of supporting conditions on upper bound of limit load is discussed.

Key words: shell, helicoid, bearing capacity, limit load.

К.Ф.ШАГИВАЛЕЕВ, к.т.н., доц., Е.К.СУРНИНА, к.т.н., доц., С.В.ВАСИЛЬЦОВ,инж. (Саратовский государственный технический университет) Пространственная система из замкнутых цилиндрических оболочек...6

Рассмотрена тонкостенная пространственная система, состоящая из двух сочлененных оболочек. Реактивное давление по линии контакта задано аналитическим выражением. Ключевые слова: оболочка, линия контакта, реактивное давление, тригонометрический ряд, перемещение.

UDC 624.04:539.3. Shagivaleev C.F., Surnina E.C. Spatial system of closed cylindrical shells

Considered thin-walled spatial system consisting of two hinged shells. Jet pressure on the line of contact set analytical expression.

Key words: shell, the line of contact, jet pressure, trigonometric series, moving.

Расчеты на надежность

В.А.ГРОМАЦКИЙ, к.т.н. (ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко)

О расчете и оценке надежности конструкций с учетом априорной информации. Часть 1 ...9

С учетом вероятностной интерпретации коэффициента надежности по уровню ответственности уп изложены вопросы определения площади сечения элемента заданной надежности. Приводятся схемы расчета для некоторых многомерных моделей надежности, в том числе при действии на конструкцию нагрузки, изменяющейся во времени. Ключевые слова: вероятность безотказной работы, случайный процесс.

UDC 624.012.2.046.69.04. V.A. Gromatsky. Calculation and estimation of structure reliability subject to prior information. Part 1

The paper presents determination problems of an element section square with specified reliability subject to probabilistic interpretation of the safety coefficient by g.level of responsibility. The paper contains a calculation scheme for some multivariate reliability model including the influence of temporally changing load on structure.

Key words: probability of non.failure works, random process.

В.Д.РАЙЗЕР, д.т.н., проф. (г.Сан-Диего, США)

Анализ надежности конструкций при износе несущих элементов...16

При оценке долговечности, срока службы сооружения необходимо учитывать вероятность износа и повреждения несущих элементов. Предлагается приближенный подход, позволивший с необходимой точностью установить зависимости общего индекса надежности сооружения с индексами надежности несущих элементов, вероятность отказа которых определяется износом. Ключевые слова: индекс надежности, вероятность отказа, износ.

UDC 69.04. Rajzer V.D. Structure's reliability analysis under deterioration of bearing elements

Assessing the reliability of a structure deteriorating in time is a very important and challenging problem in design. A method for determining the required level of deterioration reliability at the level of structural elements that ensures acceptability of the risks at the structural system level is proposed. It is proposed to establish deterioration acceptance criteria based on easily computable, idealized structural systems, which are calibrated to the characteristics of the real structure.

Key words: reliability index, probability of failure, deterioration.

В.С.УТКИН, д.т.н., проф. (Вологодский государственный технический университет)

Расчет надежности грунтовых оснований фундаментов по деформациям при ограниченной статистической информации о параметрах...21

Рассмотрена проблема расчета надежности грунтовых оснований фундаментов по различным критериям их работоспособности. Предложено для расчетов надежности оснований фундаментов использовать комбинацию функций распределения в виде вероятностных распределений при полной статистической информации о случайных величинах и распределения, построенные на неравенстве Чебышева, когда о случайной величине известны лишь среднее значение и среднее квадратическое отклонение, но не известны функция распределения, применяемые при вероятностно-статистических методах описания случайных величин. Приведены расчетные формулы и их анализ. Ключевые слова: надежность, безопасность, отказ, несущий элемент, основание фундамента, давление, деформация, несущая способность, распределения параметров, контролируемые параметры.

UDC 624.012.2.046.99.04. V.S. Utkin. Calculation of ground foundations bases reliability at deformations under limited statistical information on parameters

The problem of calculating the reliability of earth foundation by different criteria for their functionality is considered in this article. It is proposed to calculate the reliability of foundations to use a combination of cumulative distribution functions in the form of probability distributions for the full statistical information on the distribution of random variables and distributions, built on the Chebyshev's inequality, when only mean value and standard deviation are known for the random variable, but distribution function used in probabilistic and statistical methods of describing the random variables are not known. The design equations and their analysis are shown in this article.

Key words: reliability, security, refusal, supporting element, foundation base, pressure, deformation, supporting ability, parameter distribution, monitored parameters.

Динамические расчеты

Г.Г.БУЛЫЧЕВ, д.т.н., проф. (МГТУ, МИРЭА, г.Москва)

Динамика рамных конструкций...27

Развиваемый автором численный метод пространственных характеристик используется для моделирования динамики различных видов рамных конструкций. Строится математическая модель и ее характеристическая форма, которая и используется для численного моделирования динамики конструкций. Результаты моделирования обработаны с помощью пакета программ авторской графики. Построены изолинии характерных напряжений, определены области их накопления и максимумы напряжений в этих областях.

Ключевые слова: численные методы механики, метод пространственных характеристик, динамика конструкций.

UDC 539.3. Bulychev G.G. Dynamics of arched constructions

The numerical method of spatial characteristics which is developed by the author is used for simulation of the arched construction's dynamics. The mathematical model and its characteristic form which is used for numerical simulation of arches dynamics is developed. Results of simulation are processed by means of the software package of an author's graphics. Isolines of typical stresses are constructed, areas of their accumulation and maxima of pressure in these areas are defined.

Key words: numerical methods of mechanics, a method of spatial characteristics, dynamics of arched constructions.

Е.Б.КОРЕНЕВА, д.т.н., проф., В.Р.ГРОСМАН,инж. (НИУ – МГСУ, г.Москва)

Обобщение решения Конуэя на некоторые задачи статики и колебаний круглых пластин, сделанных из ортотропного материала...31

Дано развитие и обобщение решения американского профессора Г. Конуэя, который получил аналитические решения некоторых задач об осесимметричной деформации изотропных кольцевых пластин, лежащих на упругом основании, свойства которого описываются моделью Винклера. В статье рассматривается осесимметричная, антисимметричная и циклически-симметричная деформация круглых пластин, сделанных из ортотропного материала и лежащих на упругом винклеровском основании. Изучаются также вопросы колебаний круглых ортотропных пластин с одним или несколькими узловыми диаметрами. Решения поставленных задач даются в замкнутом виде и выражены в функциях Бесселя. Ключевые слова: ортотропные круглые пластины, упругое основание, статика, колебания, функции Бесселя.

UDC 624.073. E.B. Koreneva, V.R. Grosman. Extension by Conway's solution on certain statics and vibration problems of circular plates made from orthotropic material

The paper gives considerable development and extension of solution by professor H. Conway. The work considers symmetric, antisymmetric and nonsymmetric flexure of circular orthotropic plates, resting on Winkler's elastic foundation. Problems of flexural vibrations of circular orthotropic plates with one or several nodal diameters are under study. The solutions are given in closed form in terms of Bessel functions. For receiving of the above-mentioned results Nielsen's equation is used.

Key words: orthotropic circular plates, elastic foundation, statics, vibration, Bessel functions.

Теплотехнические расчеты

Ю.В.ВИШНЯКОВ, к.т.н., С.А.РЫТОВ, ктн, Р.О.ОВЧЕРЕНКО, инж. (ООО«СКИФ», г.Москва)

Изменение усилий при утеплении наружных стен из силикатного кирпича...36

Выполнен расчет усилий в наружных стенах из силикатного кирпича и их перемещений и произведено сравнение их с усилиями и смещениями наружных стен из керамического кирпича. Сравнение показало, что значения усилий в продольных наружных стенах отличаются до 30 % и более. Значения горизонтальных смещений торцевых стен отличаются до 30 %.

Ключевые слова: стена, кирпич, температура, деформационный шов.

UDC 624.041.539.4. Vishnyakov Yu.V., Rytov S.A., Ovcherenko R.O. Efforts change after heat insulation of exterior walls of calciumsilicate brick

Calculation of efforts in external walls is executed from a silicate brick and their movements and their comparison with efforts and shifts of external walls from a ceramic brick is made. Comparison showed that values of efforts in longitudinal external walls differ to 30 % and more. Values of horizontal shifts of face walls differ to 30 %.

Key words: wall, brick, temperature, deformation seam.

Численные расчеты

П.П.ГАЙДЖУРОВ^Т,д.т.н.,проф., Э.Р.ИСХАКОВА²,инж.(¹Ростовский государственный строительный университет, ²Южно-Российский государственный технический университет г.Новочеркасск)

Примеры тестирования программы расчета преднапряженных стареющих железобетонных строительных конструкций и их элементов...41

В рамках линейной теории ползучести бетона разработан конечноэлементный шаговый алгоритм решения двумерных задач с учетом старения и предварительного напряжения арматуры. Использована феноменологическая модель стареющего бетона, предложенная С.В. Александровским. Исследовано влияние схемы передачи усилия преднапряжения арматуры на напряженно-деформированное состояние конструкций.

Ключевые слова: метод конечных элементов, плоская задача, наследственная теория старения, преднапряжение арматуры, принцип наложения воздействий, вычислительные эксперименты. UDC 624.44:539.376. Gajdjurov P.P., Ishakova E.R. Examples of testing of program for calculation of prestressed ageing reinforced concrete construction and their elements

Within the framework of the linear theory of concrete creep the finite element algorithm for the plane problem solution is developed taking into account the deteriorating and prestressing reinforcement. A phenomenological model of an aging concrete proposed by Alexandrovsky is used. The effect of the effort transfer scheme of the prestressing reinforcement on the stress-strain state of the structure is

Key words: the finite element method, plane problem, hereditary deterioration theory, prestressing reinforcement, the principle of superposition effects, computational experiments.

Т.С.ДАНИКИНА,канд.физ.мат.наук, (г.Караганда,КарГТУ), Р.Д.ТУРЕБАЕВА,ктн, Г.С.АКТАУКЕНОВА,инж. (г. Астана, ЕНУ им..Л.Н. Гумилева) Влияние изменения перепада давлений на напряженное состояние неоднородного полого цилиндра...46

Проводится исследование напряженного состояния неоднородного полого цилиндра с переменным модулем упругости, работающего под действием внутреннего и внешнего равномерных радиальных давлений. Рассматривается влияние изменения перепада внутреннего и внешнего давлений на напряжения в неоднородном цилиндре.

Ключевые слова: неоднородный полый цилиндр, радиальные давления, напряженные состояния.

UDC 539.3:624.04. Danikina T.S., Turebaeva R.D., Aktaukenova G.S. Influence of pressures drop change on state of stress of non-uniform hollow cylinder

Authors carried out a research on state of stress of non-uniform hollow cylinder with variable elasticity modulus working under the influence of internal and external uniform radial pressures. Authors consider influence of change of internal and external pressures drops on stresses in non-uniform cylinder.

Key words: non-uniform hollow cylinder, radial pressures, states of stress.

Г.С..ЛЕЙЗЕРОВИЧ,д.физ.мат. наук, Н.Б.ПРИХОДЬКО,инж., С.В.СЕРЁГИН,инж. (ФГБОУ ВПО«КнАГТУ», г.Комсомольск-на-Амуре)

О влиянии малой присоединенной массы на расщепление частотного спектра кругового кольца с начальными неправильностями...49

Изучается возможность устранения расщепления изгибного частотного спектра тонкого кругового кольца, имеющего начальные геометрические неправильности, за счет присоединения к нему малой массы. Моделирование в программном комплексе MSC «NASTRAN» показало, что ни подбором места крепления массы, ни ее величиной нежелательный, с точки зрения динамической прочности, эффект расстройки частотного спектра не может быть устранен.

Ключевые слова: круговое кольцо, начальные неправильности, присоединенная масса, изгибные колебания, расщепление частотного спектра.

UDC 539.3.534.1. Lejzerovich G.S., Prihod'ko N.B., Seregin S.V. Influence of low additional mass on splitting of the frequency spectrum of a circular ring with initial irregularities The possibility of eliminating the splitting of the flexural frequency spectrum of a thin ring having initial geometric imperfections, through the small added mass is studied. Modeling in the environment of MSC «NASTRAN» is showed, that neither the selection of the place of attachment of mass nor its value undesirable from the point of view of the dynamic strength of the effect of the splitting of the flexural frequency spectrum can be eliminated.

Key words: circular ring, initial irregularities, additional mass, bending vibrations, splitting of frequency spectrum.

Н.Г.СУРЬЯНИНОВ, д.т.н., проф. (Одесский национальный политехнический университет, Украина)

Основные положения численно-аналитического метода граничных элементов...52

Изложены основные положения нового расчетного метода - численно-аналитического метода граничных элементов. Показано, что аналитическая часть метода сводится к выводу системы ортонормированных фундаментальных функций, построению функции Грина и компонентов вектора внешней нагрузки, а численный этап реализуется в пакетах MATLAB, SKILAB или DELPHI и позволяет определить параметры напряженно-деформированного состояния системы.

Ключевые слова: метод граничных элементов, фундаментальные функции, обобщенная функция, сплайн.

UDC 531/534:624(0.75.8). Sur yaninov N.G. The main provisions of the numerical-analytic boundary element method

The basic provisions of the new calculation method — a numerical. analytical boundary element method. It is shown that the analytical part of the method is reduced to a system of orthonormal basic functions, the construction of the Green's function and the vector components of the external load, and the numerical phase is implemented in packages MATLAB, SKILAB or DELPHI, and to determine the parameters of the stress-strain state of the system.

Key words: boundary element method, the fundamental function, the generalized function, spline.

М.Л.ХОЛМЯНСКИЙ,ктн, В.И.ШЕЙНИН,дтн,проф. (НИИОСП им.Н.М.Герсеванова)

Метод численного анализа взаимодействия протяженного сооружения со смещающимся грунтовым массивом...59

Задача линейного взаимодействия деформируемого сооружения и деформируемого основания поставлена в общем виде, а затем конкретизирована для протяженного сооружения, абсолютно жесткого в поперечном направлении. Исследованы случаи как нагрузок от сооружения, так и воздействий перемещений грунта, которые могут быть вызваны другими сооружениями, в том числе подземными, или различными инженерно-геологическими процессами. Построен численный метод решения полученных уравнений на основе метода Галеркина. Выполнена численная реализация. Рассмотрены примеры воздействия сосредоточенной силы и перемещений грунта от тоннельной проходки. Часть результатов работы планируется доложить на XVIII Международном конгрессе по механике грунтов и геотехнике.

Ключевые слова: полупространство, деформируемые сооружения, тоннели.

UDC 624.131.5+69.035.4. Holmyansky M.L., Shejnin V.I. Numerical analysis of interaction of elongated structure and moving soil mass

The problem of interaction of linearly deformable structure and linearly deformable soil is stated in a general form and then defined more precisely for an elongated structure that is rigid in transversal direction. Both loads acting on the structure and on the soil outside the structure (induced by of surface and/or subsurface construction, geological processes etc.) are considered. Numerical method for solution of corresponding equations is developed based on Galerkin boundary elements and numerically implemented.

Key words: half-space, deformable structures, tunnels.

В помощь проектировщику

П.Г.ЕРЕМЕЕВ, д.т.н., проф. (ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко ОАО«НИЦ «Строительство»)

Стадионы. Безопасность. Аварийные ситуации...64

Безопасность зрителей, участников соревнований — основное требование, которое предъявляется к спортивным сооружениям. Даны примеры аварий покрытий стадионов. Сформулированы проблемы безопасности стадионов и возможности их решения.

Ключевые слова: стадионы, безопасность, аварийные ситуации.

UDC 624.012.046.69.04. P.G. Yeremeyev. Stadiums. Safety. Emergencies

Safety of spectators, competitions participants, etc. is the basic requirement which is lodged to sports constructions. Examples of stadiums coverings failures are given. Problems concerning stadiums safety and possibility of their solving are formulated.

Key words: stadiums, safety, emergencies.

П.Н.СМИРНОВ, инж. (ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко)

Сравнение методик расчета нагельных соединений деревянных конструкций. Отечественный и зарубежный опыт...68

Приведен сравнительный анализ существующих в мире методик расчета нагельных соединений. Предложена методика определения расчетных параметров крепежа нагельного типа на основании уравнений предельного равновесия.

Ключевые слова: нагельные соединения, несущая способность, предел смятия нагельного гнезда, предел сопротивления нагеля изгибу.

UDC 694.14. Smirnov P.N. Comparing calculation methods for dowel-type connections in timber structures. Domestic and foreign experience

The article contains comparative analysis of existing calculation methods for dowel-type connections worldwide. The method for determining design characteristics for dowel-type fasteners, based on vield limit equations is offered.

Key words: dowel-type fasteners, carry capacity, embedding strength, dowel bending yield strength.

Наши юбиляры Петру Андреевичу Дмитриеву — 90 лет...73