



№ 1 за 2025 год

[Численные расчеты](#)

[Numerical calculations](#)

УДК 693.94.056.53 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.2.8

П.Г. РОМАНОВ, к.т.н., доцент Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова; e-mail: pg.romanov@mail.ru

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛА СОЕДИНЕНИЯ ДПК-ПАНЕЛЕЙ...2

Выполнено численное моделирование напряженно-деформированного состояния узла соединения ДПК/CLT-панелей в процессе сопротивления сдвигающим усилиям. Сравнение результатов численного эксперимента с результатами натурных испытаний выявило соответствие характера объемного деформирования стального элемента. Использованное 3D-сканирование стальных элементов до и после испытания сканером марки Artec Space Spider с точностью 0,05 мм показало перспективность данного метода для анализа деформаций испытанных образцов. Получен массив данных для разработки, корректировки анализа результатов испытания численной модели. Сделан вывод о необходимости комплекса исследований, посвященных изучению упругих свойств ДПК-конструкций, пространственной изменчивости модуля упругости относительно главных осей ДПК-конструкций.

Ключевые слова: численное моделирование, ДПК-панели, 3D-сканирование, модуль упругости ДПК-конструкций.

UDC 693.94.056.53 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.2.8. **Numerical modeling of the stress and strain state of the joint of clamped panels.** P.G. Romanov, Northeastern Federal University named after M.K. Ammosov; e-mail: pg.romanov@mail.ru

Abstract. Numerical modeling of the stress-strain state of the CLT (Cross Laminated Timber) panel connection node during resistance to shear forces was performed. Comparison of the numerical experiment results with the results of full-scale tests revealed the correspondence of the nature of volumetric deformation of the steel element. 3D scanning of steel elements before and after testing with an Artec Space Spider scanner with an accuracy of 0,05 mm was used, which showed the prospects of this method for analyzing the deformations of the tested samples. An array of data was obtained for the development and correction of the analysis of the test results of the numerical model. A conclusion was made about the need for a set of studies devoted to the study of the elastic properties of CLT structures, spatial variability of the modulus of elasticity relative to the main axes of CLT structures.

Keywords: Numerical modeling, CLT panels, 3D scanning, modulus of elasticity of CLT structures.

УДК 694.1 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.9.12

В.Ш. ШАМСУТДИНОВ¹, В.Л. СОКОЛОВ², к.т.н., А.П. МОХИРЕВ², д.т.н., И.В. ХРАМОВ², А.Д. ГУЗОВАТОВА², ¹ООО «МИП «ЭКОБЛОК», ²Сибирский федеральный университет; e-mail: igor.07.06@mail.ru

РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛЕЕНОГО ДЕРЕВЯННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО БЛОКА С ВНУТРЕННЕЙ ПОРИЗАЦИЕЙ...9

Клеевые деревянные строительные блоки с улучшенной теплоизоляцией предлагают многочисленные преимущества в строительстве из-за их прочности, устойчивости к внешним атмосферным воздействиям и эстетической привлекательности. Внутренняя поризация и создание воздушных пустот внутри блока дополнительно повышает его теплоизоляционные свойства, снижая потребление энергии и улучшая комфорт в помещении. Эта статья описывает ключевые аспекты расчета тепловых характеристик деревянных строительных блоков.

Ключевые слова: деревянный строительный блок, теплоизоляция, поризация, теплопроводность.

UDC 694.1 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.9.12. **Calculation of thermal characteristics of glued wooden building blocks with internal porosity.** V.Sh. Shamsutdinov¹, V.I. Sokolov², A.P. Mohirev², I.V. Khranov², A.D. Guzatova², ¹MIP "EKOBLOCK" LLC, ²Siberian Federal University; e-mail: igor.07.06@mail.ru

Abstract. Glued wooden building blocks with improved thermal insulation offer numerous advantages in construction due to their strength, resistance to external weather conditions and aesthetic appeal. Internal porization and the creation of air voids inside the unit further increases its thermal insulation properties, reducing energy consumption and improving indoor comfort. This article describes the key aspects of calculating the thermal characteristics of wooden building blocks.

Keywords: Wooden building block, thermal insulation, porization, thermal conductivity.

[Расчеты на устойчивость](#)

[Stability calculations](#)

УДК 69.07 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.13.23

И.И. ВЕДЯКОВ, д.т.н., проф., Д.В. КОНИН, к.т.н., А.Р. ОЛУРОМБИ, к.т.н., И.И. ТОМАЙЛЫ, ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко АО «НИЦ «Строительство»; e-mail: i.tomaily@bk.ru

ПРОДОЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СТЕРЖНЯ С УЧЕТОМ РЕАЛЬНОЙ ДИАГРАММЫ РАБОТЫ СТАЛИ...13

В статье рассмотрен расчёт устойчивости стержня с учётом фактической работы стали. На основе экспериментальных данных растяжения образцов стали был сформирован массив, использованный для построения кусочно-линейной диаграммы материала. Эта диаграмма применялась при численном моделировании стержня с конечной жесткостью в ПК ANSYS Mechanical. Проведены расчёты устойчивости стержня с учётом реальной работы стали (кусочно-линейная диаграмма) и с использованием билинейной диаграммы по Прандтлю согласно СП16.13330 (далее СП16) для стержней с условной гибкостью от 1 до 7. Для сравнения: максимальная критическая нагрузка стержня была также рассчитана по аналитическим формулам СП16 как для центрального, так и внецентренно сжатого стержня. Полученные результаты показали, что учёт фактической работы стали существенно влияет на точность расчёта. Кроме того, было замечено, что расчёты по СП16 приводят к завышению критической нагрузки для центрально сжатого стержня, что требует пересмотра текущей редакции для более точной оценки общей устойчивости. Показана возможность аппроксимации области упругопластической работы стали кусочно-линейной диаграммой.

Ключевые слова: сталь, устойчивость, диаграмма работы стали, критическая нагрузка, диаграмма по Прандтлю, сжатый элемент.

UDC 69.07 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.13.23. **Longitudinal stability of the rod, using actual diagram of steel.** I.I. Vedyakov, D.V. Konin, A.R. Olurombi, I.I. Tomaily, TSNIISK named after V.A. Koucherenko, JSC Research Center of Construction; e-mail: i.tomaily@bk.ru

Abstract. The article considers the calculation of the stability of the rod, taking into account the actual work of the steel. Based on experimental data on the stretching of steel samples, an array was formed that was used to construct a piecewise linear diagram of the material. This diagram was used in numerical modeling of a rod with finite stiffness in an ANSYS Mechanical PC. Calculations of the stability of the rod have been performed taking into account the actual work of steel (piecewise linear diagram) and using a Prandtl bilinear diagram according to SP16.13330 (hereinafter SP16) for rods with conditional flexibility from 1 to 7. For comparison, the maximum critical load of the rod was also calculated using the analytical formulas SP16 for both the central and off-center compressed rod. The results showed that taking into account the actual work of steel significantly affects the accuracy of the calculation. In addition, it was noted that the calculations for SP16 lead to an overestimation of the critical load for a centrally compressed rod, which requires a revision of the current version for a more accurate assessment of overall stability. The possibility of approximating the area of elastic plastic work of steel by a piecewise linear diagram is shown.

Keywords: steel, buckling, material stress-strain curve, critical load, Prandtl's diagram, compressed element.

УДК 624.01.7 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.24.32

И.И. ВЕДЯКОВ¹, д.т.н., проф., А.В. ПОТАПОВ¹, к.т.н., Е.В. БАЖИНА², к.т.н., ¹ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство»; e-mail: lmk-potapov@rambler.ru, ²ННУ МГСУ

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗЕРВОВ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА ЗДАНИЙ, ИСПЫТЫВАЮЩИХ СЖАТИЕ С ДВУХОСНЫМИ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТАМИ...24

Статья посвящена исследованию резервов несущей способности элементов металлических каркасов зданий, испытывающих сжатие с двухосным эксцентриситетом. Внецентренно сжатые элементы металлического каркаса способны сохранять часть несущей способности при кратковременном действии нагрузок, превышающих критические значения. Закрытая несущая способность таких элементов оказывает существенное влияние на устойчивость каркаса. Приведены дополнительные исследования влияния пластических деформаций на поведение металлических конструкций, ведущие к усовершенствованию методик расчета на выявление резервов несущей способности. Объектом исследования является усовершенствование и корректировка инженерной методики расчета на устойчивость стержней швеллерного сечения, сжатых с двухосным эксцентриситетом. Предложены решения по актуализации нормативных технических и методических документов, в частности при подготовке изменений в свод правил СП 294.1325800.2017 «Конструкции стальные. Правила проектирования».

Ключевые слова: конструкции стальные, резервы несущей способности, эксцентриситет, устойчивость, численные исследования.

UDC 624.01.7 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.24.32. **Investigation of the reserves of the bearing capacity of the elements of the metal frame in buildings experiencing compression with biaxial loading eccentricities.** I.I. Vedyakov¹, A.V. Potapov¹, E.V. Bazhina², ¹TSNIISK named after V.A. Koucherenko JSC Research Center of Construction, ²Moscow State University of Civil Engineering (National Research University); e-mail: lmk-potapov@rambler.ru

Abstract. The article is devoted to the research of reserves of bearing capacity of elements of metal frames of buildings experiencing compression with biaxial eccentricity. The non-centrally compressed elements of the metal frame are able to retain part of the load-bearing capacity under the short-term action of loads exceeding critical values. The supercritical bearing capacity of such elements has a significant impact on the stability of the frame. Additional studies of the effect of plastic deformations on the behavior of metal structures are presented,

leading to improved calculation methods for identifying load-bearing capacity reserves. The object of the study is the improvement and correction of the engineering calculation method for the stability of rods of channel section compressed with biaxial eccentricity. Solutions have been proposed to update regulatory technical and methodological documents, in particular, when preparing amendments to the code of rules of SP 294.1325800.2017 "Steel structures. Design rules".

Keywords: steel structures, reserves of bearing capacity, eccentricity, stability, numerical studies, steel structures, reserves of bearing capacity, eccentricity, stability, numerical studies.

УДК 539.3 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.33.44

И.Е. МАЛЫГИНА, к.т.н., Г.А. МАНУЙЛОВ, к.т.н., доцент РУТ (МИИТ); e-mail: malygina_i_e@mail.ru

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДКРЕПЛЕННЫХ ПЛАСТИН С УЧЕТОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДВУХ ФОРМ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ И ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНЫХ НЕСОВЕРШЕНСТВ (ЧАСТЬ ПЕРВАЯ)...33

В настоящей статье рассмотрена задача устойчивости тонкой подкрепленной пластины с учетом взаимодействия форм и влияния начальных геометрических несовершенств, представлена полная классификация нелинейных решений задачи устойчивости, показана связь между появлением сингулярных точек и рангом расширенной матрицы Гессе, получены значения бифуркационных нагрузок в линейной постановке задачи.

Ключевые слова: подкрепленная пластина, диаграмма равновесных состояний, точка бифуркации, предельная точка, устойчивость равновесия, матрица Гессе.

UDC 539.3 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.33.44. **CLASSIFICATION OF NONLINEAR SOLUTIONS OF THE STABILITY PROBLEM OF STIFFENED PLATES TAKING INTO ACCOUNT THE INTERACTION OF TWO FORMS OF STABILITY LOSS AND THE INFLUENCE OF INITIAL IMPERFECTIONS (PART ONE).** I.E. Malygina, G.A. Manuilov, Russian university of transport (MIIT); e-mail: malygina_i_e@mail.ru

Abstract. In this paper we consider the stability problem of a thin reinforced plate taking into account the interaction of shapes and the influence of initial geometrical imperfections, present a complete classification of nonlinear solutions of the stability problem, show the relationship between the appearance of singular points and the rank of the extended Hesse matrix, and obtain the values of bifurcation loads in the linear formulation of the problem.

Keywords: stiffened plate, equilibrium state diagram, bifurcation point, limit point, equilibrium stability, Hesse matrix.

[Динамические расчеты](#)

[Dynamic calculations](#)

УДК 624.07 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.45.54

И.И. ИВАНЧЕНКО, д.т.н., профессор Российский университет транспорта (МИИТ); e-mail: ivaii011@mtu-net.ru

КРИТИЧЕСКИЕ СКОРОСТИ ПРИ ДВИЖЕНИИ СИЛОВОЙ НАГРУЗКИ ПО ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ПЛАСТИНЕ БЕСКОНЕЧНОЙ ДЛИНЫ И СВОБОДНО ОПЕРТОЙ ПО КРАЯМ...45

Рассматривается методика определения пакета критических скоростей в случае движения силовой нагрузки по прямоугольной пластине бесконечной длины, свободно опертой по краям на упругом основании. Решение строится как с использованием волнового подхода к решению проблемы, так и с использованием результатов применения интегральных преобразований для случая установившегося движения колебательной системы при движении силовой нагрузки. Рассмотрено получение решения для системы с параметрами аэродинамной полосы. Проведено сравнение результатов по определению прогибов и изгибающих моментов для пластинчатой полосы на упругом винклеровском основании и без него при движении силовой нагрузки.

Ключевые слова: изгибные колебания пластин, упругое основание, критическая скорость, волны, дисперсия, фазовая и групповая скорости.

UDC 624.07 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.45.54. **CRITICAL SPEEDS WHEN A FORCE LOAD IS MOVING ALONG A RECTANGULAR PLATE OF INFINITE LENGTH AND FREELY SUPPORTED AT THE EDGES.** I.I. Ivanchenko, Russian University of Transport (MIIT); e-mail: ivaii011@mtu-net.ru

Abstract. A technique for determining a package of critical velocities in the case of a force load moving along a rectangular plate of infinite length, freely supported along the edges on an elastic base, is considered. The solution is constructed both using a wave approach to solving the problem and using the results of applying integral transformations for the case of steady motion of an oscillatory system when a force load is moving. Obtaining a solution for a system with airfield strip parameters is considered. The results of determining deflections and bending moments for a lamellar strip on an elastic Winkler base and without it during the movement of a force load are compared.

Keywords: bending vibrations of plates, elastic base, critical velocity, waves, dispersion, phase and group velocities.

[Экспериментальные исследования](#)

[Experimental studies](#)

УДК 69.07:624.04 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.55.64

А.Р. Туснин, д.т.н., проф., И.В. Мыльников НИУ МГСУ; e-mail: miv_2499@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНОГО СТЫКА КОЛОНН В СТАЛЬНЫХ КАРКАСАХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ...55

В статье приведены результаты разработки и исследования контактного стыка колонн из квадратных стальных труб. В качестве возможного каркаса рассмотрены ранее разработанные конструктивные решения для многоэтажных зданий высотой до 5 этажей. Приводятся результаты ранее выполненных экспериментальных работ по испытанию стыковых узлов без фиксирующих элементов. Авторами рассматривается быстророборный контактный стык колонн из стальных квадратных труб. Исследуются изгибающие моменты, возникающие в крайней колонне каркаса от действия ветровой нагрузки, крепления балок, возникновения фиктивной поперечной силы, наличия случайных эксцентриситетов. Подтверждается, что контактный стык колонн можно располагать как в уровне перекрытий, так и в середине колонны. Описываются численные исследования контактного узла с использованием Femap with NX Nastran при различных эксцентриситетах действия продольной силы. Представлена конструкция экспериментальной установки и методика проведения испытаний опытных образцов для оценки прочности контактного стыка. Приводятся предположения о возможных отклонениях фактических результатов эксперимента от теоретических из-за погрешностей изготовления и монтажа. Сравнение результатов моделирования установки в расчетном комплексе и полученных экспериментальных данных позволит подтвердить возможность применения контактного стыка колонн квадратного сечения в стальных каркасах многоэтажных зданий и выявить условия, при которых колонна, состоящая из контактно взаимодействующих друг с другом частей, будет работать как единый стержень.

Ключевые слова: стальной каркас, внецентренное сжатие, начальный эксцентриситет, стык колонн, быстророборный узел, контактные напряжения.

UDC 69.07:624.04 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.55.64. **STUDY OF THE CONTACT JOINT OF COLUMNS IN STEEL FRAMES OF MULTI-STORY BUILDINGS.** A.R. Tusnin, I.V. Mylnikov, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University); e-mail: miv_2499@mail.ru

Abstract. A brief description of prefabricated buildings from lightweight metal structures (LMS) is provided. A steel frame with a typical cell of the accepted size (6,0x6,0x3,0 m) is considered. The accepted cross sections of columns and beams are described, which taken from these articles by other authors. An overview of the tests of cross-section columns with a joint without fixing elements, researched in 1949 by the Central Research Institute of Industrial Structures, is given. The bending moments arising in the extreme column of the frame from the action of wind load, beam fastening, the occurrence of a fictitious transverse force, and the presence of random eccentricities are studied. It is confirmed that the contact joint of the columns can be located both at the floor level and in the middle of the column. The quick-assembly contact joint of columns is considered. A theoretical study of a joint in Femap with NX Nastran, which is subject to the maximum permissible load, is described. The diagrams of the test facility in the laboratory are shown, and the procedure for conducting tests is given. Assumptions are given about possible deviations of the actual experimental results from the theoretical ones due to manufacturing and installation inaccuracies. A comparison of the simulation results of the installation in the calculation complex and the experimental data obtained will allow us to assert whether it is possible to use the contact joint of square columns in steel frames of multi-storey buildings. It is important to establish whether a column consisting of parts stacked on top of each other is capable of working as an entire rod.

Keywords: steel frame, off-center compression, initial eccentricity, column joint, quick assembly connection, contact pressure.

[В порядке обсуждения](#)

[To the discussion](#)

УДК 624.9, 614.838, 614.839 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.65.75

Л.С. САБИТОВ¹, д.т.н., М.А. ЗАКИРОВА², К.Г. АДУШКИН⁵, Н.И. ФОМИН⁵, к.т.н., доцент, М.И. ВЕДЯКОВ^{1,4}, Р.М. КАРПОВ³, ¹НИУ МГСУ, ²ПАО «Интер РАО», ³Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан, ⁴ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко АО «НИЦ «Строительство», ⁵Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; e-mail: 79126251270@yandex.ru

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ЗАЩИТЕ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ ОТ АТАК БПЛА...65

На фоне постоянно увеличивающихся террористических атак на объекты энергетики, в том числе с использованием БПЛА, отмечается актуальность разработки технических решений по защите данных объектов. Описаны отдельные неудачные примеры защиты от БПЛА. Цель – разработка конструктивно-технологических решений по защите объектов энергетики от атак БПЛА. Делается акцент на разработку решений, которые обладают высокой технологической надежностью, выраженной возможностью размещения защитного сооружения в стесненных условиях промышленных площадок. Изучена существующая нормативная литература, отмечена важность разработки свода правил по проектированию сооружений защиты. Проанализированы аналогичные недавно возведенные защитные сооружения, отмечены их достоинства и недостатки, принят во внимание опыт обследования уже подвергшихся атаке сооружений. Предварительные расчеты и оценка напряженно-деформированного состояния конструкций выполнялись в программном комплексе семейства ЛИРА. Разработана линейка технических решений по защите объектов от атак БПЛА. Решения разработаны для объектов различной конфигурации: прямоугольной, треугольной формы и близкой к окружности. Ключевой конструктивно-технологической особенностью решений является обеспечение несущей способности, пространственной устойчивости и жесткости без использования оттяжек опор, что делает разработанные решения компактными и способными размещаться в стесненных условиях существующих промышленных площадок. На все разработанные защитные сооружения оформлены заявки на выдачу патентов на изобретения. Разработаны конструктивно-технологические решения по защите объектов от атак БПЛА. Отмечается, что последующие исследования могут быть направлены на дальнейшую детальную проработку разработанных решений, в том числе конструирование основных узлов сопряжения, а также на проведение натурных испытаний разработанных защитных сооружений для подтверждения их несущей способности.

Ключевые слова: защитные сооружения, защита от БПЛА, объекты энергетики, стесненные условия, решетчатая опора, защитная сетка, силовой трос.

UDC 624.9, 614.838, 614.839 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.65.75. **Development of engineering solutions to protect energy facilities from UAV attacks.** L.S.Sabitov¹, M.A.Zakirova², K.G.Adushkin⁵, N.I.Fomin⁵, M.I.Vedyakov^{1,4}, R.M.Karpov³, ¹Moscow State University of Civil Engineering, ²PJSC Inter RAO, ³Ministry of Industry and Trade of the

Republic of Tatarstan, ⁴JSC Research Center of Construction, ⁵Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin; e-mail: 79126251270@yandex.ru

Abstract. With the constant increase of terrorist attacks on power engineering facilities, including those using UAVs, the article notes the urgency of developing technical solutions to protect these facilities. The article describes individual unsuccessful examples of protection against UAVs. The goal is development of constructive and technological solutions to protect energy facilities from UAV attacks. The emphasis is placed on the development of solutions with high technological reliability, expressed by the possibility of placing a protective structure in the confined nature of industrial sites. The existing regulatory literature has been studied, the importance of developing a set of rules for the design of protective structures is noted. Similar recently constructed protective structures have been analyzed, their advantages and disadvantages have been noted, and the experience of investigated structures that have already been attacked has been taken into account. Preliminary calculations and evaluation of the stress-strain state of structures were performed in the software package of the LIRA family. A range of technical solutions has been developed to protect objects from UAV attacks. The solutions are designed for objects of various configurations: rectangular, triangular and those close to a circle. The key engineering feature of the solutions is ensuring load-bearing capacity, spatial stability and rigidity without using support rods, making the developed solutions compact and capable of being placed in the confined nature of existing industrial sites. Applications for patents for inventions have been submitted for all the developed protective structures. Engineering solutions have been developed to protect objects from UAV attacks. The article suggests that subsequent studies may be aimed at further detailed elaboration of the developed solutions, including the design of the main conjugation joints, as well as conducting field tests of the developed protective structures to confirm their bearing capacity.

Keywords: protective structures, defense against UAVs, power engineering facilities, confined nature, lattice support, protective net, power cable.

N 2 за 2025 год

[Численные расчеты](#)

[Numerical calculations](#)

УДК 69.04 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.2.2.8

В.П. АГАПОВ¹, д.т.н., А.С. МАРКОВИЧ^{1,2}, д.т.н., Е.А. ЛАРИОНОВ¹, д.т.н. ¹Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, ²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет; e-mail: markovich-as@rudn.ru

Методика расчета армирования железобетонных плит методом конечных элементов с анализом фактической прочности...2

В статье описана методика подбора армирования и расчета несущей способности железобетонных плит, реализованная в программе ПРИНС. Расчет осуществляется в соответствии с нормативными документами по предельным состояниям первой и второй группы в два этапа. На первом этапе проводится линейный статический расчет конструкции без учета армирования, в ходе которого определяются внутренние усилия и требуемая площадь арматуры. На втором этапе выполняется нелинейный статический расчет с заданными параметрами армирования, в ходе которого производится оценка принятого на первом этапе количества арматуры в элементах конструкции по критериям прочности и деформативности и при необходимости осуществляется ее коррекция. Приведенные в нормативных документах формулы для определения требуемого количества арматуры в железобетонных конструкциях являются приближительными, но за счет использования приведенных прочностных характеристик материалов и различных эмпирических поправочных коэффициентов последние обеспечивают достаточный запас прочности. Однако фактический коэффициент запаса прочности конструкции остается неопределенным. Тем самым в некоторых случаях полученная по рекомендациям строительных норм площадь армирования может быть недостаточной, а в других случаях – избыточной. Методика расчета армирования железобетонных плит, изложенная в данной статье, посвящена устранению этого недостатка. В работе приводится методика расчета армирования железобетонных плит по рекомендациям строительных норм с последующим определением реального запаса прочности конструкции и коррекцией количества арматуры (при необходимости). Приведен тестовый пример подбора армирования и расчета несущей способности железобетонной плиты по предлагаемому методу. Вычислительный комплекс ПРИНС может быть эффективно использован инженерами проектных и научных организаций для решения инженерных задач, связанных с расчетом железобетонных конструкций.

Ключевые слова: метод конечных элементов, вычислительный комплекс ПРИНС, строительные конструкции, железобетонные плиты, физическая нелинейность, прочность, механика деформируемых тел.

UDC 69.04 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.2.2.8. **Methodology for calculating the reinforcement of reinforced concrete slabs using the finite element method with fracture analysis.** V.P. Agapov¹, A.S. Markovich^{1,2}, E.A. Larionov¹, 'Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), ²National Research Moscow State University of Civil Engineering; e-mail: markovich-as@rudn.ru

Abstract. The article describes a methodology for selecting reinforcement and calculating the load-bearing capacity of reinforced concrete slabs, implemented in the PRINS computing complex. The calculation is carried out in accordance with the Russian standard for limit states of the first and second groups in two stages. At the first stage, a linear static calculation of the structure without reinforcement is carried out, during which the internal forces and the required reinforcement area are determined. At the second stage, a nonlinear static calculation is performed with given reinforcement parameters, during which the accepted amount of reinforcement in structural elements is analyzed according to the criteria of strength and deformability. If necessary, it is corrected. Relevance. The formulas given in the reinforced concrete standards for determining the required amount of reinforcement in reinforced concrete structures are approximate, but through the use of the given strength characteristics of the materials and various correction factors, they provide a sufficient margin of safety. However, the actual safety factor of the structure remains uncertain. Target. The article provides a method for calculating the reinforcement of reinforced concrete slabs according to the recommendations of concrete standards, determining the real safety margin of the structure and adjusting the amount of reinforcement (if necessary). Results. A test example is given for calculating reinforcement and analyzing the bearing capacity of a reinforced concrete slab using the proposed method. Conclusions. The PRINS computing complex can be effectively used by engineers of design and scientific organizations to solve engineering problems related to the calculation of reinforced concrete structures

Keywords: finite element method, PRINS computing complex, building structures, reinforced concrete slabs, physical nonlinearity, strength, mechanics of deformable bodies.

[Нелинейные расчеты](#)

[Nonlinear calculations](#)

УДК 517.972.5+624.04+624.07 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.2.9.16

ЕРМАКОВА А.В., к.т.н., доцент ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»; e-mail: annaolga11@gmail.com

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ КРИТЕРИЙ СХОДИМОСТИ ИТЕРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА МЕТОДА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ...9

В статье предложен вспомогательный критерий сходимости итерационного процесса, применяемого для решения основной системы уравнений методом дополнительных конечных элементов (МДКЭ). Этот вариант метода конечных элементов (МКЭ) был разработан для расчета N-нелинейных систем, работающих в условиях постепенного роста прикладываемой нагрузки и числа проявляемых физически нелинейных свойств по мере достижения предельного состояния. Итерационный процесс МДКЭ наряду с традиционным критерием сходимости нуждается и во вспомогательном критерии. Необходимость этого обусловлена введением таких особенностей математического алгоритма МДКЭ, как дополнительный конечный элемент (ДКЭ), дополнительная расчетная схема (ДРС) и идеальная модель разрушения (ИМР). Вспомогательный критерий сходимости уменьшает возможность появления расходящегося итерационного процесса при решении ключевой системы линейных алгебраических уравнений.

Ключевые слова: вспомогательный критерий сходимости, система уравнений, метод дополнительных конечных элементов, метод конечных элементов, дополнительный конечный элемент, дополнительная расчетная схема, идеальная модель разрушения, предельное состояние.

UDC 517.972.5+624.04+624.07 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.2.9.16. **SUBSIDIARY CONVERGENCE CRITERION FOR ITERATIVE PROCESS OF ADDITIONAL FINITE ELEMENT ME.** A.V. Ermakova, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "South Ural State University (national research university)"; e-mail: annaolga11@gmail.com

Abstract. The paper presents the subsidiary convergence criterion for iterative process of Additional Finite Element Method (AFEM). This variant of Finite Element Method (FEM) was created for analysis of N-nonlinear systems when applied load and number of their physical nonlinear properties are increased due to way to limit state. AFEM iterative process needs not only traditional but also subsidiary convergence criterion. The necessity is stipulated such singularities of AFEM mathematical algorithm as additional finite element (AFE), additional design diagram (ADD) and ideal failure model (IFM). The subsidiary convergence criterion decreases the possibility of appearance of non convergence iterative process for solving the key set of linear algebraic equations.

Keywords: subsidiary convergence criterion, set of equations, additional finite element method, finite element method, additional finite element, additional design diagram, ideal failure model, limit state.

[Расчеты на устойчивость](#)

[Stability calculations](#)

УДК 539.3 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.2.17.32

И.Е. МАЛЫГИНА, к.т.н., Г.А. МАНУЙЛОВ, к.т.н., доцент РУТ (МИТ); e-mail: malygina_i.e@mail.ru

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДКРЕПЛЕННЫХ ПЛАСТИН С УЧЕТОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДВУХ ФОРМ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ И ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНЫХ НЕСОВЕРШЕНСТВ (ЧАСТЬ ВТОРАЯ)...17

В настоящей статье разработан алгоритм решения нелинейных уравнений равновесия и выведены выражения для определения нагрузок и перемещений в точках бифуркации и предельных точках. Впервые представлены подробные диаграммы равновесных состояний для задач устойчивости подкрепленных пластин, включая пластины с двукратными критическими нагрузками.

Ключевые слова: подкрепленная пластина, диаграмма равновесных состояний, точка бифуркации, предельная точка, устойчивость равновесия, матрица Гессе.

UDC 539.3 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.2.17.32. **CLASSIFICATION OF NONLINEAR SOLUTIONS OF THE STABILITY PROBLEM OF STIFFENED PLATES TA KING INTO ACCOUNT THE INTERACTION OF TWO FORMS OF STABILITY LOSS AND THE INFLUENCE OF INITIAL IMPERFECTIONS (PART TWO).** I.E. Malygina, G.A. Manuilov, Russian university of transport (MIT); e-mail: malygina_i.e@mail.ru

Abstract. This paper develops an algorithm for solving nonlinear equilibrium equations and derives expressions for determining loads and displacements at bifurcation and limit points. For the first time, detailed equilibrium diagrams for stability problems of reinforced plates, including plates with twofold critical loads, are presented.

Keywords: stiffened plate, equilibrium state diagram, bifurcation point, limit point, equilibrium stability, Hesse matrix.

Оценка влияния распора в пластически деформируемых железобетонных балках на податливых опорах при кратковременном динамическом нагружении...33

Проектирование несущих конструкций защитных сооружений гражданской обороны осуществляется с возможностью деформирования в пластической стадии при интенсивном динамическом нагружении. Одним из способов активной защиты является применение податливых опор, позволяющих в существенной степени снизить коэффициент динамичности, в частности, усилия и перемещения несущих элементов при кратковременном динамическом нагружении. Однако при динамическом деформировании, вследствие ограничения горизонтального смещения конструкций, возникает распор, который приводит к значительному увеличению несущей способности изгибаемых элементов. В работе рассмотрено наличие реакции распора на изменение коэффициента динамичности упругопластических железобетонных балок на податливых опорах. Влияние распора на работу конструкций с вертикальной податливостью при кратковременном динамическом нагружении анализировалось на основании численно-теоретических исследований. По результатам теоретических исследований разработан алгоритм динамического расчета железобетонных балок с распором на податливых опорах, на основании которого выполнена численная оценка упругопластических конструкций с распором при различных условиях деформирования податливых опор. Расчетами показано, что учет реакции распора для балок на податливых опорах вне зависимости от стадии деформирования последних при кратковременном динамическом нагружении позволяет снизить коэффициент динамичности конструкции, а также расширить область, в пределах которой наблюдается снижение коэффициента динамичности конструкции относительно конструкций без распора. Работа выполнена при поддержке госзадания Министерства науки и высшего образования РФ FEMN-2022-0004.

Ключевые слова: кратковременная динамическая нагрузка, уравнение движения, коэффициент динамичности, податливая опора, распор, функция динамичности, железобетонная упругопластическая балка.

UDC 624.072.2/7:624.042.7.001.5 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.2.33.42. **Assessment of the influence of thrust in plastically deformable reinforced concrete beams on yielding supports under short-term dynamic loading.** O.G. Kumpyak, Z.R. Galyautdinov, D.R. Galyautdinov, Tomsk State University of Architecture and Building; e-mail: DaudG@yandex.ru.

Abstract. The design of load-bearing structures of civil defense protective structures is carried out with the possibility of deformation in the plastic stage under intense dynamic loading. One of the methods of active protection is the use of pliable supports, which make it possible to significantly reduce the coefficient of dynamism, in particular the force and movement of load-bearing elements under short-term dynamic loading. However, during dynamic deformation, due to the limitation of horizontal displacement of structures, thrust occurs, which leads to a significant increase in the load-bearing capacity of the bending elements. The work examines the presence of a thrust response to a change in the dynamism coefficient of elastoplastic reinforced concrete beams on yielding supports. The influence of thrust on the performance of structures with vertical compliance under short-term dynamic loading was analyzed on the basis of numerical and theoretical studies. Based on the results of theoretical studies, an algorithm was developed for the dynamic calculation of reinforced concrete beams with thrust on yielding supports, on the basis of which a numerical assessment of elastoplastic structures with thrust was carried out under various conditions of deformation of yielding supports. Calculations have shown that taking into account the thrust reaction for beams on yielding supports, regardless of the stage of deformation of the latter under short-term dynamic loading, makes it possible to reduce the dynamic coefficient of the structure, as well as expand the area within which a decrease in the dynamic coefficient of the structure is observed relative to structures without thrust.

Keywords: short-term dynamic load, equation motion, dynamic coefficient, yielding support, thrust, dynamic function, elastic-plastic reinforced concrete beam.

ДОПУСТИМАЯ НАГРУЗКА НА ДВУХПРОЛЕТНЫЙ СТАЛЬНОЙ ПРОФЛИСТ ПО ПРЕДЫДУЩИМ И ДЕЙСТВУЮЩИМ НОРМАМ...43

В статье рассматривается допустимая нагрузка по предыдущим и действующим нормам на двухпролетные профлисты, которые широко применяются в беспрогонных покрытиях зданий. При этом учитывается факт, заключающийся в положительном опыте применения двухпролетных профлистов с допустимой нагрузкой по предыдущим нормам. Установлено, что допустимая нагрузка на двухпролетные профлисты по действующим нормам всегда будет меньше, чем по предыдущим нормам. Это обстоятельство приведет к неоправданному увеличению толщины двухпролетных профлистов при проектировании по действующим нормам и вызовет дополнительный неоправданный расход стали на беспрогонные покрытия зданий. Сделан вывод о необходимости выполнения работ по уточнению допустимой нагрузки на двухпролетные профлисты с последующей корректировкой действующих норм.

Ключевые слова: допустимая нагрузка, двухпролетный профлист, предыдущие нормы, действующие нормы.

UDC 691-417.2 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.2.43.47. **PERMISSIBLE LOAD ON A TWO-SPAN STEEL TRAPEZOIDAL SHEET ACCORDING TO PREVIOUS AND CURRENT STANDARDS.** I.I. Vedyakov¹, O.E. Novogrudskiy², I.TSNIISK named after V.A. Koucherenko JSC Research Center of Construction, ²Modul-Project LLC; e-mail:

Abstract. The article discusses the permissible load according to previous and current standards on two-span trapezoidal sheets, which are widely used in non-slip coatings of buildings. This takes into account the fact that there is a positive experience in using two-span trapezoidal sheets with a permissible load according to previous standards. It has been established that the permissible load on double-span trapezoidal sheets according to current standards will always be less than according to previous standards. This circumstance will lead to an unjustified increase in the thickness of double-span trapezoidal sheets when designing according to current standards and will cause additional unjustified consumption of steel for non-slip coatings of buildings. It is concluded that it is necessary to carry out work to clarify the permissible load on two-span trapezoidal sheets, followed by an adjustment of the current standards.

Keywords: permissible load, two-span trapezoidal sheet, previous standards, current standards.

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЧНОСТИ КЛАДОЧНЫХ СТЕНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ ОТ ВЫСОТЫ, ПУСТОТНОСТИ И ПЛОЩАДЕЙ НАГРУЖАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИСПЫТЫВАЕМЫХ ОБРАЗЦОВ...48

В данной статье рассмотрен фактор влияния геометрических размеров (ширина, длина, высота) на прочность испытываемых образцов кладочных стеновых изделий. Отмечается необходимость корректировки таблицы коэффициентов формы, приведенной в EN 772-1. Требуется учет размеров испытываемых образцов при определении их прочности, а также пустотности кладочных изделий и материала, из которого они изготовлены. Проведены экспериментальные исследования и сравнительный анализ российских и зарубежных норм. По результатам проведенных исследований снижен повышающий коэффициент при определении прочности утолщенного кирпича, а в СП 15.13330 введен повышающий коэффициент при определении прочности кладки. Отмечается, что использование коэффициентов формы, приведенных в таблице EN 772-1, необоснованно. Требуется разработать специальные таблицы учета формы, пустотности и материала кладочного изделия.

Ключевые слова: кладочное изделие, коэффициент формы, геометрические параметры, пустотность.

UDC 69.001.5 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.2.48.53. **THE DEPENDENCE OF THE STRENGTH OF MASONRY WALL PRODUCTS ON THE HEIGHT, VOIDNESS AND AREAS OF THE LOADED SURFACES OF THE TESTED SAMPLES.** M.O. Pavlova¹, Yu.F. Panchenko^{2,3}, A.A. Baranovsky⁴, A.Y. Dozorova¹, ¹TSNIISK named after

V.A.Koucherenko JSC Research Center of Construction, ²Industrial University of Tyumen, ³VZKG LLC, ⁴Braerstroy LLC; e-mail: mp1552@mail.ru.

This article considers the influence of geometric dimensions (width, length, height) on the strength of the tested samples of masonry wall products. It is noted that it is necessary to adjust the coefficient table of the form given in EN 772-1. It is necessary to take into account the dimensions of the tested samples when determining their strength, as well as the voidness of masonry products and the material from which they are made. Experimental studies and comparative analysis of Russian and foreign standards have been conducted. According to the results of the conducted research, the increasing coefficient has been reduced in determining the strength of thickened bricks, and in SP 15.13330, an increasing coefficient has been introduced in determining the strength of masonry. It is noted that the use of the shape coefficients given in the EN 772-1 table is unjustified. It is required to develop special tables for accounting for the shape, voidness and material of the masonry product.

Keywords: masonry product, shape coefficient, geometric parameters, voidness.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МЕЖДУНАРОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТЕРЖНЕЙ УПОРОВ ИЗ АРМАТУРЫ В КОМБИНИРОВАННЫХ БАЛКАХ...54

В статье дана краткая классификация комбинированных балок, применяемых в «перекрытиях малой высоты». В качестве объекта исследования выбраны балки со стержнями-упорами из арматуры, пропущенной через стенки стальных профилей. Дано описание механики работы противосдвигового соединения, которую определяют: трехосное сжатие бетона внутри отверстия, работа арматуры как нагеля и трение, возникающее по контакту сталь-бетон. Изучен опыт испытаний образцов на сдвиг в Люксембурге, Китае, Великобритании. Продемонстрированы три формулы, соответствующие каждому исследованию. В результате сопоставительного сравнения результатов расчетов по предложенным формулам найдена корреляция методик из Китая и Великобритании. Областью применения соединения могут служить перекрытия жилых, общественных и производственных зданий. В качестве примера продемонстрированы материалы из проекта жилого здания с использованием комбинированных балок с новым видом упоров. В заключении проведенного анализа сформированы предложения по продолжению исследований комбинированных балок со стержнями-упорами из арматуры путем изучения их работы при наличии совместного действия продольных сил и изгибающих моментов, а также при наличии вибрационного воздействия от технологического оборудования.

Ключевые слова: сталежелезобетон, комбинированные балки, упоры, арматура, шпонка, нагель, узел, испытания.

UDC 624.016 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.54.63. **ANALYSIS OF INTERNATIONAL TESTING EXPERIENCE OF REINFORCED CONCRETE DOWELS IN COMPOSITE BEAMS.** A.L. Feoktistov, Severstal PJSC; e-mail: al.feoktistov@severstal.com.

Abstract. The article shows a brief review of composite beams used in slim-floors systems. The object of the research are composite beams with reinforced concrete dowels. The article describes of the dowel action behaviour as a shear connector, which consists of the triaxial compression of the concrete inside the web hole, the rebar component as a dowel, and the friction between the concrete and steel element. The experience of push-out tests in Luxembourg, China, UK has been studied. According to the results of the tests, the authors proposed a methodology for calculating the design resistance of a reinforced concrete dowel. As a result of comparing calculations using the proposed equations, a correlation between the methodologies from China and the UK is found. Universality has been defined for the reinforced concrete dowels: the scope of application be able to slim-floors systems for residential, public and industrial buildings. As an example, the author of the article demonstrates the project characteristics of the residential building. The conclusion of the analysis is a proposal to continue the research of composite beams with reinforced concrete dowels by studying their operation in cases of combined axial forces and flexure, as well as in the presence of vibration effects from the equipment.

Keywords: composite members, composite beams, shear connectors, dowel action, reinforcement, connection, push-out tests.

[В помощь проектировщику](#)
[To help the designer](#)

УДК 624.07 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.2.64.70

М.В. АЛЕКСАНДРОВСКИЙ, к.т.н., С.А. МАРТЮШЕВА, С.В. МЕРКУЛОВА НИУ МГСУ; e-mail: uta1s@yandex.ru

ШЕСТИПРОЛЕТНАЯ БАЛКА С ОДИНАКОВОЙ ПРОЧНОСТЬЮ...64

В работе исследуется многопролетная равнопрочная балка, используемая в современном строительстве для создания устойчивых и эффективных конструкций. Рассмотрены основные характеристики равнопрочных балок, их преимущества и области применения. Выполнен расчет максимального напряжения. В статье подчеркивается важность применения современных методов оптимизации в проектировании равнопрочных многопролетных конструкций, что способствует повышению их надежности и долговечности.

Ключевые слова: многопролетная балка, равномерно-распределенная нагрузка, метод оптимизации, нормальное напряжение, касательное напряжение, расчетное напряжение, нагрузка, пролет балки, напряжение.

UDC 624.07 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.1.64.70. **A MULTI-SPAN BEAM WITH THE SAME STRENGTH.** M.V. Alexandrovsky, S.A. Martynusheva, S.V. Merkulova, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University); e-mail: uta1s@yandex.ru.

Abstract. The paper examines a six-span equal-strength beam used in modern construction to create stable, more reliable and efficient building structures. The main characteristics of equal-strength multi-span beams, their advantages and applications are considered. A numerical calculation of the maximum design voltage in the Python programming language has been performed. Graphs of the dependences of normal and tangential stresses on the height of the span section of an equally strong multi-span beam are constructed. The dependence of stresses in the cross section of an equal-strength six-span beam on the height of the cross section of its span is established.

Keywords: multi-span beam, evenly distributed load, optimization method, normal stress, tangential stress, design stress, load, beam span, stress.

УДК 624.072.2.014 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.2.71.78

А.С. МАРУТЯН, к.т.н., доцент Пятигорский институт Северо-Кавказского федерального университета; e-mail: al_marut@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЯ КРУГЛЫХ ТРУБ В ШЕСТИУГОЛЬНЫЕ РАВНОКАТЕТНЫЕ БАЛОЧНОЙ МОДИФИКАЦИИ...71

Представлен способ перепрофилирования круглых труб в шестиугольные равнокатетные с отношением габаритов ширины и высоты 1/6,792 по средней линии расчетного сечения, что максимально повышает их несущую способность силового сопротивления изгибу. Его оригинальность подтверждена патентной экспертизой. Трубчатые профили отличаются шестиугольной формой, состоящей из равновысоких стенок и равнокатетных граней. Приведен расчет оптимальных параметров тонкостенных сечений такой формы по приближенной методике, протестированной на квадратном профиле с вертикальной и горизонтальной диагоналями. Показана вся диаграмма изменений расчетных параметров шестиугольных труб при трансформации их поперечных сечений от вертикальных конфигураций к горизонтальным, включая переход через модификацию с равными габаритами ширины и высоты, очертания которой имеют квадратную форму. Выявлена востребованность шестиугольных равнокатетных профильных труб не только в металлических, но и в трубобетонных конструкциях, включая их модификации, развернутые на 45° и 90°. Выполнен сравнительный анализ расчетных параметров оптимизированных сечений профильных труб балочной модификации овальных, плоскоовальных, полуплоскоовальных, прямоугольных, восьмиугольных, шестиугольных очертаний, перепрофилированных из круглых или спрофилированных без стадии формовки круглых.

Ключевые слова: перепрофилирование круглых труб, трубчатые профили, профильные трубы, замкнутые гнутосварные профили, овал, плоскоовал, полуплоскоовал, прямоугольник, восьмиугольник, шестиугольник, оптимизация сечений, расчет оптимальных параметров, балочные конструкции, трубобетон.

UDC 624.072.2.014 DOI: 10.37538/0039-2383.2025.2.71.78. **OPTIMIZATION OF THE CONVERSION OF ROUND PIPES INTO HEXAGONAL EQUAL-ROLLED GIRDER MODIFICATIONS.** A.S. Marutyayn, North-Caucasus federal university, e-mail: al_marut@mail.ru.

Abstract. A method is presented for converting round pipes into hexagonal equal-rolled pipes with a ratio of width and height of 1/6.792 along the median line of the design section, which maximizes their bearing capacity of bending strength. Its originality has been confirmed by a patent examination. Tubular profiles are distinguished by a hexagonal shape consisting of equally high walls and equally rolled faces. The optimal parameters of thinwalled sections of this shape are calculated using an approximate method tested on a square profile with vertical and horizontal diagonals. The entire diagram of changes in the design parameters of hexagonal pipes during the transformation of their cross-sections from vertical to horizontal configurations is shown, including the transition through a modification with equal dimensions of width and height, the outlines of which have a square shape. The demand for hexagonal equal-rolled profile pipes has been revealed not only in metal, but also in pipe-concrete structures, including their modifications deployed at 45° and 90°. A comparative analysis of the design parameters of optimized sections of profile pipes of the beam modification of oval, planar, semi-planar, rectangular, octagonal, hexagonal shapes, repurposed from round or profiled without the forming stage of round is performed.

Keywords: reprofiling of round pipes, tubular profiles, profile pipes, closed bent-welded profiles, oval, planar, semi-planar, rectangle, octagon, hexagon, optimization of sections, calculation of optimal parameters, girder structures, pipe concrete.