

# Рефераты

УДК 624.07:694

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-5-9

Коваль П. С., Черных А. Г., Данилов Е. В., Клёван В. И., Белов В. В. **О работе составных двутавровых балок со стенкой из профилированного стального листа и поясами из однонаправленного клееного шпона** // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 5–9.

*Ключевые слова:* деревянные конструкции, составные балки, податливые связи, напряженно-деформированное состояние.

Проводится теоретический анализ работы составных металлодеревянных двутавровых балок со стенкой из стального профилированного листа и поясами из однонаправленного клееного шпона (LVL). На основе классической теории составных деревянных стержней на податливых связях, выведенной П. Ф. Плешковым, А. Р. Ржаницыным, выведено линейное неоднородное дифференциальное уравнение изгиба составной балки, комбинированной из гофрированной стали, древесины и материалов на ее основе. Указаны величины, требующие экспериментального определения их значений для данного типа конструкций (коэффициент жесткости шва, приведенный модуль упругости цельной балки).

Ил.: 1. Библиогр.: 18 назв.

*Koval P. S., Chernykh A. G., Danilov E. V., Klevan V. I., Belov V. V. Regarding the performance of composite metal and timber I-beams with a wall of corrugated steel sheet and belts of laminated veneer lumber.* Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 5–9.

*Keywords:* timber structures, composite beams, compliance joints, stress-strain state.

The article presents theoretical analysis of the performance of composite metal and timber I-beams with a wall of corrugated steel sheet and belts of laminated veneer lumber (LVL). Based on the classical theory of composite timber beams with compliance joints developed by P. F. Pleshkov and A. R. Rzhantsyn, there has been derived the linear inhomogeneous differential equation of bending of composite beam made of corrugated steel, timber and timber-based materials. There are indicated the modules requiring of experimental determination of their values for this type of structures (namely, the joint

stiffness coefficient, the reduced modulus of solid beam elasticity).

УДК 624.072.14

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-10-20

Кравчук В. А., Кравчук Е. В. **Работа тонкостенных стальных стержней, предварительно напряженных вытяжкой стенки, при случайных динамических воздействиях** // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 10–20.

*Ключевые слова:* предварительное напряжение, круговая частота, угловая скорость, единичный поворот сечения, свободные колебания балок.

Описан способ предварительного напряжения тонкостенных балок асимметричного поперечного сечения. Установлены параметры напряженного и деформированного состояния стержней. Энергетическим методом, посредством сравнения кинетической и потенциальной энергий составных стержней определены круговая частота, угловая скорость обычных и предварительно напряженных балок при нагружении их единичной нагрузкой. Изучено напряженное и деформированное состояние обычных и предварительно напряженных стальных балок при внезапном единичном повороте сечения опорного узла. Установлено, что предварительное напряжение не оказывает влияние на напряженное и деформированное состояние опорных узлов. Максимальное влияние предварительного напряжения установлено в зоне максимального момента от внешней нагрузки. Несущая способность балок меняется незначительно при внезапном единичном повороте опорных узлов.

Ил.: 4. Библиогр.: 21 назв.

*Kravchuk V. A., Kravchuk E. V. Operation of thin-walled steel rods pre-stressed by the wall tension under random dynamic influences .* Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 10–20.

*Keywords:* pre-stressing, circular frequency, angular velocity, unit rotation of the section, free oscillations of beams.

A method for prestressing thin-walled beams with an asymmetric cross section is described. The parameters of the stressed and strained state of the rods are established. By comparing the kinetic and potential energies of composite rods, the circular frequency and angular

velocity of conventional and pre-stressed beams when loaded with a single load are determined using the energy method. Stressed and deformed state of ordinary and pre-stressed steel beams under sudden single rotation of the section of the support node has been investigated. It has been established that pre-stressing does not affect the stressed and strained state of the support nodes. The maximum influence of the pre-stressing is set in the area of the maximum moment from the external load. The bearing capacity of the beams changes insignificantly with a sudden single rotation of the support nodes.

УДК 620.164:620.179.1

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-21-29

**Фан Ч. Д. Определение прочности каменных конструкций методом с использованием скоростей изгибных акустических волн // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 21–29.**

*Ключевые слова:* плитная конструкция, контроль качества, скорость изгибных волн, физико-механические характеристики.

Рассмотрена методика контроля прочности материалов конструкций плитного типа, а именно кирпичной кладки с помощью скоростей изгибных волн при использовании метода ударных волн. Были проведены экспериментальные исследования на натуральных объектах с учетом информации о материалах конструкций (плотность, коэффициент Пуассона и т. д.). Представленный подход позволяет эффективно определить физико-механические характеристики плитной конструкции по дисперсионным кривым изгибных волн в ее материале. По результатам испытаний можно прийти к выводу о состоянии конструкции и разработать рекомендации по ее усилению и реконструкции.

Табл.: 2. Ил.: 7. Библиогр.: 19 назв.

**Fan Ch. D. Assessing of the stone structure strength by the method of using flexural acoustic waves' velocities.** Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 21–29.

*Keywords:* slab-type structure, quality control, velocity of flexural waves, physical and mechanical characteristics.

The article considers the technique of controlling the strength of materials of slab-type structures, namely, the brickwork, taking into account the flexural wave velocities, at using the impact wave method. Experimental studies were carried out on full-scale objects, taking into account the information about the materials of the structures (density, Poisson's ratio, etc.). The presented approach makes it possible to effectively determine the physical and mechanical characteristics of a slab-type structure from the dispersion curves of flexural waves in its material. Based on the test results, it is possible to make

a conclusion about the structure condition and develop recommendations for strengthening and reconstructing the structure.

УДК 539.3

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-30-38

**Каменев И. В., Карпов В. В., Кондратьева Л. Н. Устойчивость цилиндрических CLT-панелей // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 30–38.**

*Ключевые слова:* цилиндрические панели, CLT, функционал Лагранжа, шарнирно-неподвижное закрепление, устойчивость.

В настоящей работе исследуется устойчивость многослойных цилиндрических панелей. Рассматриваемые оболочки — прямоугольные в плане, выполненные из поперечно-клееной древесины (CLT) и имеют шарнирно-неподвижное опирание. В качестве математической модели исследования НДС используется функционал полной потенциальной энергии деформации с учетом поперечных сдвигов (модель Тимошенко – Рейснера). Проведено исследование устойчивости трех конструкций разной геометрии. На основании полученных данных вычислительного эксперимента проведен анализ влияния числа и ориентации слоев оболочки на устойчивость конструкции. Даны рекомендации по ориентации слоев для гладких панелей.

Табл.: 4. Ил.: 3. Библиогр.: 21 назв.

**Kamenev I. V., Karpov V. V., Kondratieva L. N. Stability of CLT cylindrical panels.** Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 30–38.

*Keywords:* cylindrical panels, CLT, stability, Lagrange functional, hinged and rigid support.

The article considers the stability of multilayer cylindrical panels. The shells under consideration are rectangular in plan, made of cross-laminated timber (CLT) and have a hinged and fixed support. As a mathematical model for studying SSS, the total potential energy of deformation functional is applied, taking into account transverse shifts (Timoshenko-Reisner model). The study of the stability of three constructions of different geometry has been carried out. Based on the obtained data of a computational experiment, an analysis was made of the influence of the number and orientation of shell layers on the stability of the structure. Recommendations on the orientation of layers for smooth surface panels are given.

УДК 624.074.433

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-39-46

**Разов И. О. Влияние температуры окружающей среды на частоты свободных колебаний тонкостенных магистральных газопроводов большого диаметра**

**тра при надземной прокладке** // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 39–46.

*Ключевые слова:* тонкостенные трубопроводы, цилиндрические оболочки, продольная сжимающая сила, полубезмоментная теория, влияние температуры.

Исследуется влияние температуры окружающей среды на динамические характеристики надземного магистрального трубопровода большого диаметра. С использованием расчетной схемы в виде тонкостенной цилиндрической оболочки и геометрически нелинейного варианта полубезмоментной теории цилиндрических оболочек определяются частоты свободных колебаний. Учтено совместное влияние внутреннего рабочего давления, параметра продольной сжимающей силы, температуры. На основании уравнения движения в усилиях, с учетом допущений полубезмоментной теории и внешних воздействий, получено уравнение движения в перемещениях. Граничные условия приняты шарнирные, рассматриваются трубы средней длины и длинные в диапазоне отношения длины к радиусу  $8 < L/R < 15$  от опоры до опоры. Проведено исследование влияния изменения температуры на частоты свободных колебаний надземных газопроводов при различных значениях продольной сжимающей силы и геометрических характеристик. Установлена зависимость изменения частот свободных колебаний от нагрева и охлаждения участка трубопровода с учетом совокупного воздействия внутреннего рабочего давления и продольной сжимающей силы.

Табл.: 2. Ил.: 2. Библиогр.: 21 назв.

*Razov I. O. Influence of ambient temperature on the frequencies of free vibrations of thin-walled main gas pipelines of large diameter at above-ground laying.* Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 39–46.

*Keywords:* thin-walled pipelines, cylindrical shells, longitudinal compressive forces, semi-momentless theory, temperature effect.

The influence of the ambient temperature on the dynamic characteristics of the above-ground main pipeline of large diameter is investigated. On the basis of the calculation scheme in the form of a thin-walled cylindrical shell and a geometrically nonlinear version of the semi-momentless theory of cylindrical shells, the frequencies of free vibrations are determined. The design scheme takes into account the joint influence of the internal working pressure, the parameter of the longitudinal compressive force, and the temperature. On the basis of the equation of motion in forces, taking into account the assumptions of the semi-momentum theory and external influences, the equation of motion

in displacements is obtained. Boundary conditions are assumed to be hinged, pipes of medium length and long ones are considered in the range of length-to-radius ratio  $8 < L/R < 15$  from support to support. A study was made of the influence of temperature changes on the frequencies of free vibrations of above-ground gas pipelines for various values of the parameter of the longitudinal compressive force and geometric characteristics. The dependence of the change in the frequencies of free vibrations on the heating and cooling of the pipeline section is established, taking into account the combined effect of the internal working pressure and the parameter of the longitudinal compressive force.

УДК 624.131.7

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-47-55

*Жусупбеков А. Ж., Улицкий В. М., Дьяконов И. П., Ершова М. В. Влияние особенностей работы расчетной схемы и ее входных параметров на величину деформаций грунтового массива* // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 47–55.

*Ключевые слова:* напряженно-деформируемое состояние основания, расчетная схема, граничные условия, траектория напряжения, грунтовый массив, модели грунта.

Дан краткий обзор проблем определения напряженно-деформируемого состояния грунта. В ходе работы построена и проанализирована обобщенная расчетная схема нагружения грунта для г. Санкт-Петербурга с использованием численных моделей грунта (Mohr-Coulomb, HardeningSoil). При анализировании расчетной схемы использовались численные методы расчета, по итогам которых определено влияние геометрических размеров схемы и модели грунта на осадку. В качестве примера рассмотрена экскавация глубокого котлована в условиях плотной городской застройки с последующим анализом траектории напряжений грунта. Результаты данного исследования могут быть использованы при разработке дополнительных компонент в существующую методику определения напряженно-деформированного состояния грунта для повышения точности расчетов.

Табл.: 3. Ил.: 11. Библиогр.: 20 назв.

*Zhussupbekov A. Z., Ulitsky V. M., Dyakonov I. P., Ershova M. V. The influence of the features of the design scheme and its input parameters on the amount of deformations of the soil mass.* Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 47–55.

*Keywords:* stress-strain state of the base, design scheme, boundary conditions, stress trajectory, soil mass, soil models.

This article provides a brief overview of the problems of determining the stress-strain state of the soil. In the course of the work, a generalized computational scheme of loading in St. Petersburg was constructed and analyzed using numerical soil models (Mohr-Coulomb, Hardening Soil). When analyzing the design scheme, there were used numerical calculation methods, based on the results of which there was determined the impact of the geometric dimensions of the scheme and the soil model on the soil settlement. As an example, there is considered the excavation of a deep pit in conditions of dense urban development with subsequent analysis of the trajectory of soil stresses. The results of this study can be used in the development of additional components to the existing methodology for determining the stress-strain state of the soil to improve the accuracy of calculations.

УДК 65.014:69.007

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-56-64

*Бовтеев С. В.* **Анализ и направления совершенствования организационной структуры реставрационно-строительного предприятия** // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 56–64.

*Ключевые слова:* организационная структура, анализ структуры, анкетирование, интервьюирование.

Рассмотрена сфера деятельности и выявлены особенности реставрационно-строительного предприятия. Представлены результаты анализа существующей организационной структуры предприятия, а также проведенного диагностического анкетирования, интервьюирования и тестирования работников предприятия. Проанализированы результаты тестирования работников по методике Белбина, проведенного в целях определения соответствия занимаемых работниками должностей их внутренним командным ролям. Дан ряд предложений по совершенствованию организационной структуры и системы управления реставрационно-строительного предприятия, включая развертывание проектного офиса и создание единой информационной среды.

Ил.: 4. Библиогр.: 15 назв.

*Bovteev S. V.* **Analysis and directions for organizational structure improvement of the restoration and construction company.** Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 56–64.

*Keywords:* organizational structure, analysis of structure, questioning, interviewing.

The article considers the sphere of activity and reveals the features of the restoration and construction company. The results of the analysis of the existing organizational structure of the company, as well as the diagnostic survey, interviewing and testing of employees of the company are

presented. The results of testing employees according to the Belbin method, conducted in order to determine the compliance of the positions occupied by employees with their internal command roles, are analyzed. A number of proposals are given to improve the organizational structure and management system of the restoration and construction enterprise, including the deployment of a project management office and the creation of enterprise information system.

УДК 721.021

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-65-74

*Горовой Н. В., Хмельницкая М. К., Плетнева К. Г., Волков А. В.* **Организация работы специалистов при создании эксплуатационных информационных моделей исторических зданий** // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 65–74.

*Ключевые слова:* ТИМ, ВІМ, координация, объемно-планировочные решения, цифровые двойники.

Сохранение исторического облика Санкт-Петербурга является одним из актуальных вопросов в области архитектуры и градостроительства нашей страны. Несмотря на публикации по этой проблематике, организации, выполняющие эксплуатацию объектов культурного наследия, сталкиваются с плохим качеством или отсутствием проектной документации, вследствие чего затрудняется процесс реконструкции. В статье предлагается решение данных проблем: разработка и постоянная актуализация эксплуатационных информационных моделей зданий или цифровых двойников. Цель данного исследования — выявить особенности взаимодействия специалистов различных разделов проектной документации при создании цифровых двойников исторических зданий и сооружений. В результате исследования предлагается методика взаимодействия специалистов, выполняющих возведение эксплуатационной модели, в среде информационного моделирования. В качестве результата приведена пошаговая методика взаимодействия специалистов.

Ил.: 8. Библиогр.: 22 назв.

*Gorovoi N. V., Khmelnitskaya M. K., Pletnyova K. G., Volkov A. V.* **Organization of specialists' work at developing information models of historical buildings.** Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 65–74.

*Keywords:* information modeling technologies, BIM, coordination, space-planning solutions, digital twins.

The preservation of the historical appearance of St. Petersburg is one of the urgent issues in the field of architecture and urban planning of Russia. Despite of numerous publications on this issue, organizations

operating cultural heritage sites face poor quality or lack of project documentation, which hinders the reconstruction process. The article proposes a solution to these problems, namely, the development and continuous updating of operational information models of buildings, or digital twins. The purpose of this study is to identify the features of interaction between specialists from various sections of project documentation when creating digital twins of historical buildings and structures. As a result of the study, the authors propose a methodology for interaction of specialists performing the construction of operation model in the information modeling environment. A step-by-step method of interaction of specialists is offered.

УДК 658.512:624.05

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-75-82

*Хурейни Надим К. Р.* **Совершенствование методов анализа, оценки и планирования рисков в строительных проектах** // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 75–82.

*Ключевые слова:* управление рисками, оценка риска, управление строительными проектами, неопределенности, строительство.

Обоснован метод, предназначенный для анализа взаимосвязи между рисками и несвоевременностью выполнения строительных монтажных работ и оценки их воздействия на продолжительность строительного проекта. Задержки и риски, приводящие к несвоевременности завершения проектов, являются одной из наиболее частых и основных проблем в строительных проектах. Доступные исследования по качественной и количественной оценке рисков не учитывают, что величина критериев риска зависит от многих факторов. Например, временно-пространственное расположение задачи, для которой назначен риск. Также они не учитывают зависимость и взаимодействие между рисками. В нашей работе дополнительно предложено разбить расписание проекта на еженедельные контрольные точки, где используется недельный индекс прогресса работы, средневзвешенный индекс каждого риска для критических и некритических работ, определить долю каждого риска, чтобы представить необходимую информацию лицам, принимающим решение, для разработки соответствующих мер реагирования. Исходя из приведенного нами примера расчета было установлено, какие риски оказывают наибольшее воздействие на соблюдение сроков.

Табл.: 1. Ил.: 1. Библиогр.: 19 назв.

*Nadim Q. R. Huraini.* **Improving methods of analysis, assessment and planning risks in construction projects.** Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 75–82.

*Keywords:* risk management, risk assessment, construction project management, uncertainties, construction.

The article presents a substantiation of the method designed to analyze the relationship between risks and failure to keep deadlines in construction project installation work and assess its impact on the duration of a construction project. Delays and risks leading to the untimely project completion are one of the most frequent and major problems in construction projects. Available research works on qualitative and quantitative risk assessment do not take into account the fact that the value of the risk criteria depends on many factors, for example, the temporal and spatial location of the task to which the risk is assigned. Neither do they take into account the dependence and interaction between risks. Our study additionally proposes to break down the project schedule into weekly checkpoints, where we apply the weekly work progress index, the average weighted index of each risk for critical and non-critical work, to determine the proportion of each risk in order to provide the necessary information to decision makers to develop appropriate response measures. Based on the example calculation we give in the article, it has been determined what risks have the greatest impact on compliance with project work deadlines.

УДК 691: 666.961

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-83-91

*Гришина А. Н., Королев Е. В.* **Особенности химического состава гидросиликатов бария, полученных по различным технологиям** // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 83–91.

*Ключевые слова:* гидросиликаты бария, технология синтеза, химический состав, карбонизация.

В статье рассмотрено влияние процедурного фактора на химический состав гидросиликатов бария, применяемых для управления структурообразованием цементного камня. Установлено, что исходные характеристики растворов гидросиликатов натрия (жидкого стекла) могут оказывать влияние на карбонизацию продукта осаждения. Выявлено, что при длительном промывании продуктов осаждения жидких стекол (гидросиликатов бария) их химический состав не изменяется. Концентрации растворов для синтеза также оказывают влияние на карбонизацию — использование низкоконцентрированных растворов солей повышает содержание в продукте карбоната бария. Предлагается исследование химического состава методом ИК-Фурье спектроскопии проводить только для порошков продуктов осаждения, подвергнутых температурной обработке при температуре 800 °С в течение 60 мин. Результаты исследования могут быть использованы для контроля качества гидросиликат-

ных добавок, используемых при создании композиционных минеральных вяжущих.

Табл.: 3. Ил.: 8. Библиогр.: 14 назв.

*Grishina A. N., Korolev E. V. Features of the chemical composition of barium hydrosilicates synthesized by different technologies. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 83–91.*

*Keywords:* barium hydrosilicates, synthesis technology, chemical composition, carbonation.

The article considers the procedural factor effect on the chemical composition of barium hydrosilicates used to control the structure formation of cement stone. It is established that the initial characteristics of sodium hydrosilicate solutions (liquid glass) can influence the carbonation of the deposition product. It has been revealed that during prolonged washing of the deposition products of liquid glasses (barium hydrosilicates), their chemical composition does not change. Concentrations of solutions for synthesis also have an effect on carbonation – so, the use of low-concentration salt solutions increases the content of barium carbonate in the product. It is proposed to study the chemical composition by FTIR spectroscopy method only for powders of deposition products subjected to temperature treatment at a temperature of 800 °C for 60 minutes. The results of the study can be used to control the quality of hydrosilicate additives used at producing composite mineral binders.

УДК 069.44

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-92-99

*Харитонов А. М., Панова Е. Г., Шангина Н. Н., Сизов Д. С. Материаловедческая оценка конструкций Триумфальной Арки в Пальмире // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 92–99.*

*Ключевые слова:* Триумфальная Арка, Пальмира, реставрация, инженерно-технологические исследования.

Реставрация Триумфальной Арки Пальмиры, объекта Всемирного наследия Юнеско, требует проведения масштабных комплексных научных исследований, важнейшим элементом которых является анализ системы материалов, использованных при возведении сооружения. Помимо получения недостающей информации о видах, составах и свойствах исторических материалов, для обеспечения необходимого ресурса долговечности конструкций объекта необходимо определить основные деструктивные факторы среды, требующие учета при реставрации. За время существования Арки неоднократно проводились восстановительные работы, поэтому исследование материалов позволяет также выявить, что и как было изменено при поздних ремонтных вмешательствах.

В статье рассмотрены обобщенные результаты натурного обследования, а также лабораторных исследований образцов строительных материалов, отобранных из различных конструкций Арки, определены состав и свойства материалов, их подверженность разрушению под действием антропогенных и природных воздействий. Полученные данные позволяют выполнить научно обоснованный выбор системы реставрационных материалов и разработать технологии восстановления и сохранения памятника.

Ил.: 10. Библиогр.: 8 назв.

*Kharitonov A. M., Panova E. G., Shangina N. N., Sizov D. S. Material science assessment of the Palmyra Arch of Triumph structures. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 92–99.*

*Keywords:* Arch of Triumph, Palmyra, restoration, engineering and technological research.

The restoration of Palmyra Arch of Triumph, which is a UNESCO World Heritage Site, requires large-scale comprehensive scientific research, the most important element of which is the analysis of the materials used in the structure erection. In addition to obtaining the missing information about the types, compositions and properties of historical materials, it is necessary to determine the main destructive factors of the environment that must be taken into account during restoration in order to ensure the necessary longevity of the structures of the object. Over the period of the Arch existence, the restoration works have been repeatedly carried out, therefore, the study of materials also allows identifying what and how was changed as a result repair interventions of later time period. The article considers the generalized results of a full-scale survey, as well as laboratory studies of samples of building materials selected from various Arch structures. The composition and properties of materials, their susceptibility to destruction under the influence of anthropogenic and natural influences are determined. The data obtained make it possible to make a scientifically sound choice of a system of restoration materials and develop technologies for the restoration and preservation of the monument.

УДК 666.9

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-100-107

*Черевко С. А. Ускоритель схватывания известковых смесей на основе техногенного сырья // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 100–107.*

*Ключевые слова:* техногенное сырье, шлак алюминия, известковые смеси, ускоритель схватывания, рентгенофазовый анализ.

В статье приводятся результаты исследования, посвященные вопросам переработки техногенного

сырья (солевого шлака) от переплавки алюминия. Предлагается технологический процесс, целевым продуктом которого является эффективный ускоритель схватывания строительных смесей на основе извести. Приведены данные по химическому и минеральному составу шлака. Разработана принципиальная технологическая схема переработки техногенного сырья. Выполнена лабораторная апробация предложенного технологического процесса. Показана эффективность применения полученного ускорителя на строительных смесях. Результаты исследования могут быть использованы для проектирования строительных смесей различного назначения на основе извести, в том числе для выполнения реставрационных работ.

Табл.: 2. Ил.: 12. Библиогр.: 20 назв.

*Cherevko S. A. Accelerator for lime mixture setting based on man-made raw materials.* Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 100–107.

*Keywords:* man-made raw materials, aluminum slag, lime mixtures, setting accelerator, X-ray phase analysis.

The article presents the results of a study on the processing of man-made raw materials (salt slag) from aluminum smelting. A technological process is proposed, the target product of which is an effective accelerator for lime-based building mixes' setting. Data on the chemical and mineral composition of slag are given. A basic technological scheme for processing man-made raw materials has been developed. Laboratory approbation of the proposed technological process was performed. The efficiency of using the obtained accelerator on building mixes is shown. The results of the study can be used for the design of building mixes for various purposes based on lime, including those intended for performing restoration work.

УДК 504.062.4 : 303.725.36

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-108-116

*Кутышкин А. В., Шульгин О. В. Использование динамического норматива для оценки экологического аспекта функционирования региональной системы потребительского водопользования // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 108–116.*

*Ключевые слова:* динамический норматив, вода, водопотребление, очистка воды.

В статье предложено использование динамического норматива для оценки функционирования региональной системы потребительского водопользования. В его состав включены показатели, характеризующие основные параметры данной системы, регистрируемые действующей системой государственной статистики. Проведена апробация динамического норматива на соответствующих данных Ханты-

Мансийского автономного округа за период с 2013 г. по 2020 г. Установлено, что наибольшее влияние на результативность региональной системы потребительского водопользования оказывает недостаток её основных производственных фондов. Результаты исследования в целом согласуются с оценками наличия эффекта декаплинга в экономике, полученными на основе расчетов модифицированного коэффициента декаплинга, и оценками экологического состояния региона, ежегодно публикуемыми региональной профильной службой.

Табл.: 5. Библиогр.: 20 назв.

*Kutyshkin A. V., Shulgin O. V. Use of dynamic standard to assess the environmental aspect of the functioning of the regional system of consumer water use.* Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 108–116.

*Keywords:* dynamic standard, water, water consumption, water treatment.

The article proposes using the dynamic standard for assessing the functioning of the regional system of consumer water use. It includes the indicators that characterize the main parameters of this system and are recorded by the currently used system of the state statistics. The dynamic standard was tested on the corresponding data of Khanty-Mansi autonomous region for the period from 2013 to 2020. It has been found out that the greatest impact on the performance of the regional system of consumer water is induced by the lack of its basic production assets. The results of the study are generally consistent with the estimates of the decoupling effect present in the economy obtained on the basis of calculations of its modified decoupling coefficient, as well as with the estimates of the ecological state of the region published annually by the regional specialized service.

УДК 621.565.952.78

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-117-124

*Никулин Н. Ю., Шеремет Е. О., Алифанова А. И., Яковлев В. А. Определение геометрии поверхности теплообмена измененной формы в кожухотрубном теплообменнике // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 117–124.*

*Ключевые слова:* теплообменник, поверхность теплообмена, теплообменная трубка, межтрубное пространство.

В настоящее время уделяется внимание важной задаче в промышленности — повышению коэффициента теплопередачи теплообменников с гладкими трубками. В статье рассмотрен один из способов повышения коэффициента теплопередачи между греющим и нагреваемым теплоносителями в кожухотрубном теплообменном аппарате. Предложен способ, увели-

чивающий степень турбулентности потока теплоносителя путём оснащения пластины рёбрами цилиндрической формы. Представлены исследования, проведённые методом математического моделирования в программе ANSYS Fluent. По результатам математического моделирования выбрана оптимальная схема размещения ребер, позволяющая обеспечить наиболее полное обтекание пластины турбулизированным потоком. Представлены варианты размещения ребер с описанием основных тепловых и гидравлических характеристик потоков теплоносителей.

Табл.: 2. Ил.: 5. Библиогр.: 21 назв.

*Nikulin N. U., Sheremet E. O., Alifanova A. I., Yakovlev V. A. Determining the geometry of the modified shape heat transfer surface in the shell-and-tube heat exchanger. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 117–124.*

*Keywords:* heat exchanger, heat exchange surface, heat exchange tube, inter-tube space.

At present, much attention is paid to an important task in industry, namely, increasing the heat transfer coefficient of heat exchangers with smooth tubes. The article considers one of the techniques to increase the heat transfer coefficient between the heating and heated coolants in a shell-and-tube heat exchanger. The authors propose using the method of increasing the degree of turbulence of the coolant flow by equipping the plate with cylindrical ribs. The results of research carried out by the method of mathematical modeling in the ANSYS Fluent program are presented. Based on the results of mathematical modeling, the optimal rib arrangement has been chosen, which makes it possible to ensure the most complete turbulent flow around the plate. Options for placing ribs with a description of the main thermal and hydraulic characteristics of coolant flows are presented.

УДК 625.7/8

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-125-133

*Жуковский Е. М. Методика проектирования и конструирования нежестких дорожных одежд с различной прочностью по ширине проезжей части // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 125–133.*

*Ключевые слова:* дорожная одежда, проектирование дорог, прочность.

Статья посвящена актуальным вопросам проектирования нежестких дорожных одежд. В настоящий момент без должного внимания остается вопрос конструирования дорожных одежд с учетом реального воздействия транспортной нагрузки, влагонакопления и промерзания. Традиционно дорожная одежда устраивается с одинаковой прочностью на всю ширину проезжей части многополосной автомобильной

дороги, с одинаковой конструкцией как для самой загруженной полосы, так и для второстепенных полос. Влагонакопление и промерзание в прочностных расчетах не участвует. Предлагаемая методика позволяет объединить данные факторы. Результаты исследования данной статьи могут быть использованы при проектировании нежестких дорожных одежд.

Ил.: 5. Библиогр.: 20 назв.

*Zhukouski Ya. M. Methodology for the design and construction of non-rigid road pavement with varying strength values across the width of the roadway. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 125–133.*

*Keywords:* road pavement, road design, strength.

The article is devoted to topical issues of designing non-rigid road pavement. At present, the issue of road pavement design is not paid due attention, taking into account the real impact of traffic loads, moisture accumulation and freezing. Traditionally, road pavement is constructed with the same strength for the entire width of the carriageway of a multi-lane highway, with the same design for both the busiest lane and secondary lanes. Moisture accumulation and freezing are not taken into account in strength calculations. The proposed methodology allows combining these factors. The results of the study of this article can be used in the design of non-rigid road pavements.

УДК 656.13

DOI 10.23968/1999-5571-2022-19-6-134-140

*Белехов А. А., Капенкова А. И., Евтюков С. С. Оценка возможности установки систем сбора и накопления энергии на транспортные средства, находящиеся в эксплуатации // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 6 (95). С. 134–140.*

*Ключевые слова:* рекуперация, энергия, переоборудование, безопасность.

В статье рассматриваются конструкции существующих систем сбора и накопления энергии, применяемых на автомобильном транспорте. Приведена статистика выпуска новых автомобилей, оснащаемых гибридным приводом, а также возрастная структура парка машин на территории Российской Федерации. Сделан вывод о возможности дооснащения уже эксплуатируемых транспортных средств системами рекуперации энергии с пневмогидроаккумуляторами. На основании разработанного алгоритма приведен пример оценки возможности внесения подобного изменения в специализированное транспортное средство, оснащенное дополнительным оборудованием с гидравлическим приводом.

Ил.: 4. Библиогр.: 20 назв.



*Belekhov A. A., Kapenkova A. I., Evtuykov S. S.*  
**Assessment of the possibility of installing energy collection and storage systems on vehicles in operation.**  
Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2022, no. 6 (95), pp. 134–140.

*Keywords:* recovery, energy, retrofitting, safety.

The article discusses the designs of existing energy collection and storage systems used in road transport. The authors present the available statistics regarding the

production of new cars equipped with a hybrid drive, as well as the age structure of the car fleet in the Russian Federation. It is concluded that it is possible to retrofit already operated vehicles with energy recovery systems with pneumohydraulic accumulators. Based on the developed algorithm, an example is given of assessing the possibility of making such a change in a specialized vehicle outfitted with additional equipment with a hydraulic drive.