

ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ И МАШИНОВЕДЕНИЯ

УДК 62.752, 621.8.02

Динамические взаимодействия дополнительных масс в задачах гашения колебаний объекта защиты от вибраций

С.В. Белокобыльский^{1 a}, С.В. Елисеев^{2 b}

¹Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

²Иркутский государственный университет путей сообщения, ул. Чернышевского 15, Иркутск, Россия

^arector@brstu.ru, ^beliseev_s@inbox.ru

Статья поступила 10.06.2014, принята 15.08.2014

Рассматриваются особенности методологического обоснования в технологиях построения математических моделей механических колебательных систем с дополнительными связями, а также особенности учета распределения массоинерционных свойств механических колебательных систем, математические модели которых формируются на основе метода предельных переходов или исключения некоторых координат исходной системы. Отмечено, что особая важность задачи исследования заключается в разработке метода оценки динамических свойств системы, совершающей угловые колебания, и разработке принципов построения динамических гасителей колебаний с учетом структуры или взаимного расположения составляющих элементов. Получены математические модели виброзащитных систем, имеющих в колебательной структуре рычаги первого и второго родов. Показаны возможности оценки формирования различных амплитудно-частотных характеристик при кинематических возмущениях. Предлагаются аналитические соотношения, определяющие влияние на динамические свойства взаимного расположения масс объекта защиты и гасителя, а также особенностей рычажных связей, т. к. введение дополнительных массоинерционных элементов в колебательные системы, содержащие рычажные механизмы, приносит динамические связи. Проявление этих связей зависит от взаимного расположения масс объекта защиты и дополнительного элемента. При этом расположение масс приводит к разным эффектам, в зависимости от типа рычажных связей, которые могут быть реализованы рычагами первого и второго рода.

Ключевые слова: рычажные связи, динамические взаимодействия элементов колебательных систем, амплитудно-частотные характеристики, структурные математические модели.

Dynamic interactions of additional masses in problems of oscillation suppression of vibration protection unit

S.V. Belokobylsky^{1 a}, S.V. Eliseev^{2 b}

¹Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

²Irkutsk State Transport University, 15 Chernyshevsky St., Irkutsk, Russia

^arector@brstu.ru, ^beliseev_s@inbox.ru

Received 10.06.2014, accepted 15.08.2014

Features of methodological justification in technologies of building mathematical models of mechanical oscillatory systems with additional ties have been considered. Features of distribution record of baricentric properties of mechanical oscillatory systems with their mathematical models formed on the basis of a method of limiting transitions or a method of excluding some coordinates of the original system have also been considered. It should be emphasized that special importance of the problem under research is to develop a method of evaluating dynamic properties of the system, committing angular oscillations, and to develop some principles of building dynamic oscillation suppressors regarding to the structure or interposition of elements. Mathematical models of vibroprotective systems with levers of the first and second orders in oscillatory structure have been received. Possibilities of assessing formation of various amplitude-frequency characteristics under kinematic indignations have been shown. Some analytical ratios have been proposed. They define the influence of interposition of the weights of a vibration protection unit and an oscillation suppressor. They also define features of lever ties since the introduction of the additional weight inertia elements into oscillating systems containing linkage mechanisms brings a dynamic connection. Development of these ties depends on the interposition of the weights of a vibration protection unit and of a complementary element. So, weight position leads to various effects depending on the type of lever ties which can be realized by the levers of the first and second orders.

Keywords: lever ties, dynamic interactions of oscillatory system elements, amplitude-frequency characteristics, structural mathematical models.

Неудерживающие связи в динамических взаимодействиях сыпучей среды и вибрирующей поверхности: научно-методологическое обоснование технологии процессов вибрационного упрочнения*

С.В. Елисеев^{1 a}, В.Б. Кашуба^{2 b}, А.Г. Пнёв^{3 c}, А.В. Елисеев^{1 d}, И.С. Ситов^{2 e}

¹ Иркутский государственный университет путей сообщения, ул. Чернышевского 15, Иркутск, Россия

² Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

³ ЗАО «У-УЛЗ», ул. Хоринская 1, Улан-Удэ, Россия

^aeliseev_s@inbox.ru, ^bnauka@brstu.ru, ^cpnev@rambler.ru, ^davsh@ya.ru ^ecitov@yandex.ru

Статья поступила 10.06.2014, принята 20.08.2014

Рассматриваются вопросы построения математической модели процесса вибрационного упрочнения поверхностей длинномерных деталей при взаимодействии с сыпучей средой из стальных шариков. Развита методологическая основа построения процесса устойчивого вибрационного взаимодействия с учетом неудерживающего характера связей. Предложены и изучены возможности упрощения модели вибрационного стенда от системы с шестью степенями свободы до одной. Сформулированы условия симметричного размещения системы инерционного вибрационного возбуждения колебаний. Разработаны теоретические основы формирования аналитических соотношений, определяющих возможности реализации процессов взаимодействия с непрерывным подбрасыванием. Приведены графики зависимостей условий непрерывного подбрасывания от настроечных параметров. Разработана концепция вибрационного взаимодействия сыпучей среды с поверхностью, объясняющая ряд динамических режимов, в частности наблюдаемых биений в реализации доминирующих вертикальных колебаний. Представлены данные о проведенных экспериментах в натуральных условиях. Показаны границы применимости рекомендации по обеспечению устойчивой работы. Приведены результаты численного моделирования, осциллограммы и данные замеров с использованием специального виброизмерительного оборудования.

Ключевые слова: неудерживающие связи, вибрационное упрочнение, вибрация сыпучей среды, вибрации твердого тела, непрерывное подбрасывание.

Unilateral constraints in dynamic interactions of granular medium and vibrating surface: scientific and methodological basis of the technology of vibration hardening processes

S.V. Eliseev^{1 a}, V.B. Kashuba^{2 b}, A.G. Pnev^{3 c}, A.V. Eliseev^{1 d}, I.S. Sitov^{2 e}

¹ Irkutsk State Transport University, 15 Chernishevsky St., Irkutsk, Russia

² Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

³ CJSC «U-ULZ», 1 Khorinskaya St., Ulan-Ude, Russia

^aeliseev_s@inbox.ru, ^bnauka@brstu.ru, ^cpnev@rambler.ru, ^davsh@ya.ru ^ecitov@yandex.ru

Received 10.06.2014, accepted 20.08.2014

The problems of constructing a mathematical model of the process of vibration hardening of surfaces of long parts under interaction with granular medium of steel balls have been considered. Methodological basis of sustainable construction of vibration interaction with unilateral nature of the links taking into account has been developed. Possibilities of simplification of the model of vibration stand from the system with six degrees of freedom to the system with one degree have been proposed and studied. Conditions of symmetrical arrangement of the inertial vibration excitation of oscillations have been formulated. Theoretical basis of formation of analytic relations that define the feasibility of interaction processes with continuous tossing has been developed. Dependency diagrams of the conditions of continuous tossing on the settings have been given. The concept of vibration interaction of granular medium with a surface, explaining a number of dynamic modes such as beats observed while implementing dominant vertical oscillations, in particular, has been developed. The data of the experiments carried in natural conditions have been provided. The limits of applicability of the recommendation about ensuring stable operation have been shown. The article has been illustrated with the results of numerical simulation, oscillograph charts and measurement results with using special vibration-measuring equipment.

Keywords: unilateral constraints, vibrational hardening, granular medium vibration, solid body vibrations, continuous tossing.

* Авторы выражают благодарность за консультацию и участие в эксперименте к.г.-м.н., старшему научному сотруднику лаборатории сейсмологии и сейсмогеологии ФГБУН Института земной коры СО РАН Евгению Николаевичу Черных.

Особенности динамических взаимодействий шарнирно-рычажного механизма колебательной системы

В.Б. Кашуба^{1 a}, Е.В. Каимов^{2 b}

¹Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

²Иркутский государственный университет путей сообщения, ул. Чернышевского 15, Иркутск, Россия

^anauka@brstu.ru, ^beliseev_s@inbox.ru

Статья поступила 12.06.2014, принята 16.08.2014

Рассмотрены особенности построения математических моделей механических колебательных систем, в структуре которых, кроме упругих элементов и объекта защиты, имеются шарнирно-рычажные механизмы. Разработана методика определения необходимых параметров динамического состояния при различных видах возмущений. Рассмотрена возможность учета конструктивно-технических форм механизмов, находящихся в структуре механической колебательной системы в качестве некоторого самостоятельного, в определенной степени автономного образования, взаимодействующего с типовыми элементами колебательного контура. Показаны возможности построения математических моделей в виде структурных схем эквивалентных в динамическом отношении систем автоматического управления. Обоснованы возможности учета динамических свойств механизмов с приведенными массами в шарнирах. Получены передаточные функции систем с встроенными механизмами, отражающие особенности дополнительных связей, имеющих вид элементов с передаточными функциями дифференцирующих звеньев второго порядка. Предложена методическая основа учета динамических свойств колебательных систем с расширенным набором типовых элементов нетрадиционного типа. Обозначены особенности механизмов в структуре механических колебательных систем, которые могут использоваться для обеспечения настройки параметров технического объекта в задачах динамического взаимодействия при вибрационных воздействиях.

Ключевые слова: управление динамическими системами, вибрационная защита, передаточные функции, вибрационные свойства механизмов.

Features of dynamic interactions of hinged and link mechanisms of oscillating system

V.B. Kashuba^{1 a}, E.V. Kaimov^{2 b}

¹Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

²Irkutsk State Transport University, 15 Chernyshevsky St., Irkutsk, Russia

^anauka@brstu.ru, ^beliseev_s@inbox.ru

Received 12.06.2014, accepted 16.08.2014

Features of building mathematical models of mechanical oscillating systems, having not only elastic elements and an object of protection but also hinged and link mechanisms in their structures, have been considered. The technique of determination of necessary parameters of a dynamic state under various disturbance types has been developed. Possibility of estimating structural and technical forms of mechanisms, which are in the structure of the mechanical oscillating system as an individual, to some extent, autonomous formation interacting with standard elements of oscillating circuit, has been studied. Possibilities of building mathematical models in the form of block diagrams of dynamically-equivalent automatic control systems have been demonstrated. Possibilities of accounting dynamic properties of mechanisms with reduced masses in hinges have been proved. Transfer functions of systems with built-in mechanisms which reflect features of additional ties having an appearance of elements with transfer functions of the differentiating links of the second order have been received. The methodical basis of the accounting of dynamic properties of oscillatory systems with an expanded set of standard elements of nonconventional type has been offered. Features of the mechanisms in the structure of mechanical systems, that can be used to ensure configuration of parameters of a technical object in terms of dynamic interaction in vibration impacts, have been proposed.

Keywords: dynamic systems control, vibration protection, transfer functions, vibration properties of mechanisms.

Особенности контакта жесткой шероховатой поверхности с упругопластическим полупространством при разгрузке*

П.М. Огар^a, В.А. Тарасов^b, Д.Б. Горохов^c

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^aogar@brstu.ru, ^bTV-post@yandex.ru, ^cdenis_gorohov@mail.ru

Статья поступила 15.06.2014, принята 20.08.2014

В статье исследован вопрос об изменении относительной площади контакта при снижении нагрузки, приложенной к стыку шероховатых поверхностей. Изначально рассмотрено внедрение жесткой шероховатой сферы (индентора) в упругопластическое упрочняемое полупространство, а также упругое восстановление отпечатка при разгрузке. При описании упругопластичного материала использован степенной закон Холломона (Hollomon's power law). Площадь контакта при упругом восстановлении определена с учетом эффектов «sink-in/pile-up». Для описания контакта жесткой шероховатой поверхности с упругопластическим полупространством использована дискретная модель шероховатой поверхности. Микронеровности представлены в виде набора одинаковых сферических сегментов, распределение которых по высоте соответствует опорной кривой профиля реальной шероховатой поверхности. При описании опорной кривой использовано распределение неполной бета-функции. Параметры опорной кривой определены через высотные параметры шероховатости согласно стандарту ISO 4281/1-1997. Получены зависимости безразмерного силового упругогеометрического параметра F_q от относительной величины внедрения ε при нагружении и аналогичного параметра F_{qe} от величины $\varepsilon - \Delta\varepsilon$ при разгрузке.

Показаны зависимости относительных площадей контакта η и η_e от безразмерных нагрузок F_q и F_{qe} при нагружении и разгрузке для разных значений экспоненты упрочнения n и параметра $\varepsilon_y = \sigma_y / E^$, где σ_y – предел текучести, E^* – контактный модуль упругости. Полученные результаты имеют практическое значение для прогнозирования эксплуатационных показателей неподвижных соединений деталей машин на стадии проектирования, в частности при обеспечении герметичности фланцевых соединений и затворов сосудов высокого давления.*

Ключевые слова: шероховатая поверхность, упругопластическое полупространство, степенной закон Холломона, разгрузка, упругое восстановление отпечатка, относительная площадь контакта.

Some peculiarities of a contact of a rigid rough surface with elastoplastic half-space under load relief

P.M. Ogar^a, V.A. Tarasov^b, D.B. Gorohov^c

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^aogar@brstu.ru, ^bTV-post@yandex.ru, ^cdenis_gorohov@mail.ru

Received 15.06.2014, accepted 20.08.2014

The article deals with the issue of relative area change under decrease of a load applied to the joint of rough surfaces. Indentation of a rigid rough sphere (indenter) into elastoplastic hardenable half-space has been considered. Dint elastic recovery under load relief has also been considered. When describing elastoplastic material, Hollomon's power law has been used. Contact area in the elastic recovery has been defined with taking into account the effects of «sink-in / pile-up». To describe a contact of a rigid rough surface with elastoplastic half-space a discrete model of a rough surface has been used. Microroughnesses have been shown as a set of identical spherical segments, distribution in altitude of which corresponds to bearing profile curve of a real surface. To describe the bearing profile curve, incomplete beta function of distribution has been used. Parameters of the bearing profile curve have been defined by means of altitude roughness parameters according to the standard ISO 4281/1-1997. The dependence of the dimensionless force elasogetic parameter F_q on a relative coefficient of indentation ε under loading and the dependence of analogous parameter F_{qe} on coefficient of $\varepsilon - \Delta\varepsilon$ under load relief have been received. The dependencies of relative contact areas η and η_e on dimensionless loads F_q and F_{qe} under loading and load relief have been given for various values of the hardening exponent n and the parameter $\varepsilon_y = \sigma_y / E^$ (where σ_y is a yield strength, E^* is a contact elastic modulus). The findings are of practical importance for the performance prediction of fixed joints of machine elements at the design stage and, in particular, for tightness supply of flange couplings and the seals of high pressure vessels.*

Keywords: rough surface, elastoplastic half-space, Hollomon's power law, load relief, dint elastic recovery, relative contact area.

* Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки по проекту № 1754.

Новая динамическая модель бурильной колонны с учетом проходки (погружения) при кулоновом трении и режимы детерминированного хаоса

В.А. Коронатов

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

kortavik@mail.ru

Статья поступила 4.06.2014, принята 16.08.2014

Предложена новая одномассовая динамическая модель бурильной колонны, которая, в отличие от существующих, учитывает не только взаимодействие колонны с забоем скважины, но и сам процесс погружения (проходку). Предполагалось, что силы сопротивления со стороны забоя, действующие на породоразрушающий инструмент (долото), – это аналог поликомпонентного трения. Реальная характеристика сил сопротивления заменялась аппроксимацией Паде. Такой подход позволяет решать новый класс актуальных задач по бурению, где необходимо учитывать процесс проходки бурильной колонны в забое скважины, что ранее было затруднено. Становится возможным также описывать не только безостановочные автоколебания, возникающие при проходке бурильной колонны, но и релаксационные. Путем численного интегрирования дифференциальных уравнений изучался переходный режим релаксационных автоколебаний, когда вращение долота чередуется с длительными остановками (заклиниванием) за счет влияния сил сухого трения, изменяющихся согласно закону Кулона. Предполагалось, что проходка бурильной колонны может также чередоваться с длительными остановками. Получена формула для определения динамического предельного напряжения породы, определяющая динамическую сопротивляемость забоя при бурении. Метод В.Ф. Журавлева по определению поликомпонентного трения через Паде аппроксимацию, применяемый при описании скольжения тел по шероховатой плоскости, был обобщен на задачи бурения при определении момента и силы сопротивления со стороны забоя скважины. Данная модель – новая нелинейная динамическая система, приводящая к возникновению детерминированного хаоса. Результаты численного счета показали, что, в зависимости от параметров системы, при сделанных допущениях бурильная колонна при погружении может входить либо в устойчивый периодический режим автоколебаний, либо в режим детерминированного хаоса. В первом случае в фазовом пространстве область притяжения фазовых траекторий является регулярный аттрактор, а во втором – странный хаотичный аттрактор. Явление хаоса для предложенной динамической модели бурильной колонны наглядно показано в трехмерном фазовом пространстве.

Ключевые слова: бурильная колонна, долото, забой скважины, сопротивляемость породы, проходка, автоколебания, фрикционные, крутильные, релаксационный, переходный режим, кулоново трение, поликомпонентное трение, метод В.Ф. Журавлева, аппроксимация Паде, детерминированный хаос, фазовые траектории, фазовое пространство.

New dynamic model of a drill string with headway (drill-string advancement) under Coulomb friction and modes of determined chaos

V.A. Koronotov

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

kortavik@mail.ru

Received 4.06.2014, accepted 16.08.2014

A new single-weight dynamic model of a drill string has been presented. Unlike of those already existed, it takes into account not only interaction of a drill string with the downhole but also the process of drill-string advancement (headway). It is suggested that the resistance forces exerted on a rock destruction tool (thermally stable polycrystalline bit) are the analogue of the multicomponent friction. Objective parameters of the resistance forces were changed with Pade approximation. Such approach allows solving a new class of actual drilling tasks where the process of drill-string advancement in the downhole is necessary to be taken into consideration; it has been hampered before. It becomes possible to describe not only continuous self-oscillations come out of drill-string advancement but also relaxation ones. By using numerical integration of differential equations a transition mode of relaxation self-oscillations (when the rotation of the thermally stable polycrystalline bit is taken turns with prolonged laying off (blocking) based on the influence of the dry friction forces changing by Coulomb's law) has been studied. It is suggested that the drill-string advancement can also be taken turns with prolonged laying off. A formula has been stated to determine rock dynamic limit stress which determines downhole dynamic resistance at drilling. V.F. Zhuravlev method on determining multicomponent friction through Pade approximation, which is used to describe rough surface gliding of bodies, has been generalized for drilling tasks when determining the resistant moment and the resistant force from the downhole. This model is a new dynamic system leading to determined chaos. The numeric count results have

shown that depending on the system parameters and under assumptions done a drill string can enter either a steady periodic oscillation mode or a determined chaos mode when going down. In the former case, the domain of the phase path attraction in the phase space is a regular attractor. In the latter case, it is a strange chaotic attractor. Chaotic effect for the proposed dynamic model of a drill string has been clearly shown in the three-dimensional phase space.

Keywords: drill string, thermally stable polycrystalline bit, downhole, rock strength, drilling progress, self-oscillations, friction, torsion, relaxation, transition mode, Coulomb friction, multicomponent friction, V.F. Zhuravlev method, Pade approximation, determined chaos, phase paths, phase space.

Вертикальная динамика вагона с учетом неровностей колеи

А.А. Ахмадеева^a, В.Е. Гозбенко^b, С.К. Каргапольцев^c

Иркутский государственный университет путей сообщения, ул. Чернышевского 15, Иркутск, Россия

^aaxalla@bk.ru, ^bvgozbenko@yandex.ru, ^ckck@irgups.ru

Статья поступила 7.06.2014, принята 20.08.2014

Рассматривается вертикальная динамика вагона для обеспечения безопасности движения поездов, надежности работы вагонов и пути. Принято, что динамическая модель вагона имеет пять степеней свободы. Сложный колебательный процесс разделен на отдельные составляющие: вертикальные, поперечные и продольные горизонтальные. При этом принято во внимание, что обрессоренная масса вагона может совершать также и угловые колебания. Предварительно были составлены выражения для потенциальной и кинетической энергии, затем с помощью уравнений Лагранжа второго рода – уравнения движения механической системы. Так как в динамике подвижного состава одной из наиболее важных проблем является исследование вынужденных колебаний железнодорожных экипажей, вызванных неровностями рельсовых нитей, в качестве кинематического воздействия на тележки были использованы формулы профессора Н.Н. Кудрявцева. В составляемой модели два колеса вагонной тележки будем рассматривать как одно, тогда эквивалентное возмущение является усредненным значением возмущений, передаваемых на каждое колесо. То есть, галопированием тележек можно пренебречь. Изолированные возмущения определены, используя рассуждения о времени прохождения колес над неровностью пути. Полученные дифференциальные уравнения достаточно сложны для аналитического решения. Поэтому для нахождения решений использовался математический пакет программ MathCAD, который предоставляет набор встроенных функций по численному решению дифференциальных уравнений. В качестве входных данных приняты массоинерционные характеристики и геометрические размеры полувагона модели 12-132. Скорость движения вагона и длина неровности варьировались в достаточно широком диапазоне. В результате численного моделирования получены графики зависимостей линейных и угловых колебаний от длины неровности. Получено, что амплитуда колебаний изменяется в определенных пределах от 0 до 0,007 (вертикальные колебания) и от -10^{-4} до $+10^{-4}$ рад. (при скорости 20 м/с и длине неровности 25 м).

Ключевые слова: динамика, динамическая модель, колебания, вагон, тележка, кузов, неровности пути, модель неровности, колесо, рельс, возмущения, уравнения движения, жесткость, демпфирование.

Vertical dynamics of the railway car with a gauge irregularity being taken into account

A.A. Akhmadeeva^a, V.E. Gozbenko^b, S.K. Kargapolcev^c

Irkutsk State Transport University, Chernyshevski st., 15, Irkutsk, Russia

^aaxalla@bk.ru, ^bvgozbenko@yandex.ru, ^ckck@irgups.ru

Received 7.06.2014, accepted 20.08.2014

The article considers vertical dynamics of a railway car to ensure the safety of train movements, reliability of reliability of cars and railway track. It is assumed that the dynamic model of the car has five degrees of freedom. Complex oscillatory process is divided into separate components: vertical, transverse and longitudinal horizontal. At the same time it has been taken into account that the car spring-suspended weight can also make angular fluctuations. Firstly, expressions for potential and kinetic energy have been formulated and thereafter the equations of mechanical system motions have been set up by using the Lagrange's equations of the second kind. Since one of the most important issues of the rolling stock dynamics is studying forced railway vehicles oscillations caused by irregularities of rails, so professor N.N. Kudryavtsev's formula has been used as kinematic effects on carts. In the model, two bogie wheels are considered as one, then the equivalent disturbance becomes averaged value for disturbances transmitted to each wheel. In other words, galloping bogies can be neglected. Isolated disturbances have been defined by using the time for wheels passing above the track irregularity. The differential equations received are quite complex for analytical solutions. Therefore, to find solutions, the MathCAD mathematical software package with a set of built-in functions on the numerical solution of differential equations has been used. As input data, baricentric parameters and geometrical dimension of an open box car (model 12-132) have been taken. Railway car motion speed and irregularity length has been varied within a wide range. As a result of numerical simulation, dependency diagrams for linear and angular fluctuations and irregularity length have been received. It has been found that the oscillation amplitude is changed in a certain range from 0 to 0.007 (vertical oscillations) and from $+10^{-4}$ to -10^{-4} (for a speed of 20 m/s and irregularity length of 25 m).

Keywords: dynamics, dynamic model, oscillations, railway car, bogie, car body, irregularities of rails, model of irregularity of rails, wheel, rail, disturbance, motion equations, stiffness, damping.

Способ загрузки порошкового материала в устройство для центробежного формования изделий с поворотным механизмом

Н.П. Петров^{1 a}, А.С. Яньюшкин^{2 b}, Ю.Г. Мразов^{2 c}

¹Чувашский государственный университет им. Ульянова, Московский пр-т 15, Чебоксары, Россия

²Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^anikola2034@yandex.ru, ^byanyushkin@brstu.ru, ^cteachmach@brstu.ru

Статья получена 20.05.2014, принята 15.08.2014

В статье отражены возможные способы формообразования сложных изделий методами предварительной прокатки с вертикальной осью вращения матрицы. Рассмотрены кинематика и динамика движения порошка. С использованием аналитических зависимостей, описывающих процесс загрузки и разгрузки при кинетическом индентировании сферой, определена удельная энергоёмкость пластического вытеснения материала от уровня исходной поверхности. При этом сделано допущение о сферической форме остаточной лунки. Энергетическая твердость материала определена как отношение приращению работы пластического деформирования к приращению объема вытесненного материала. Данный способ загрузки порошкового материала позволяет получить изделия с равномерной и заданной плотностью, а также многослойные, со сложной формой поверхности. Равномерность действия центробежных сил может обеспечить удержание и уплотнение порошка на внутренней поверхности вращающейся формы, а степень уплотнения порошка будет регулируемой за счет предварительного равномерного распределения порошка по контуру. Сочетание центробежного формования порошка во вращающейся матрице с его уплотнением формирующим элементом позволяет получить изделия типа тел вращения – полые, глухие с одной стороны, с управляемой плотностью, одно- и многослойные, а также сложной формы.

Ключевые слова: порошковые материалы, детали машин, способ получения, загрузки, устройства, формование, качество, способ формования, сложные формы.

Method of powder material loading into rotational molder for products with rotary mechanism

N.P. Petrov^{1 a}, A.S. Yanyushkin^{2 b}, Yu.G. Mrazov^{2 c}

¹Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, 15 Moskovsky Ave., Cheboksary, Russia

²Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^anikola2034@yandex.ru, ^byanyushkin@brstu.ru, ^cteachmach@brstu.ru

Received 20.05.2014, accepted 15.08.2014

The paper presents possible ways of forming complex products by pre-rolling methods with a vertical axis of matrix rotation. Kinematics and dynamics of powder motion has been studied. Energy density of plastic extrusion of the material according to the level of initial surface has been defined with analytical dependences describing loading and unloading processes under kinetic indentation by the sphere. The assumption about spherical shape of residual dimple has been presented. Energy hardness of the material has been defined as the ratio of incremental work of the plastic deformation to incremental volume of extruded material. This method of loading particulate material allows getting products with a uniform and predetermined density, and multilayer products with complex-shaped surface. Uniformity of centrifugal force can provide powder holding and compaction on the inner surface of a rotary mold, and the degree of powder compaction is controlled by pre-uniform distribution of the powder over the contour. The combination of rotational molding powder in a rotating matrix with its compression by forming element allows getting products of a rotation-body type, i.e. they are hollow, without openings on one side, with controlled density, single-and multilayer and with complex shapes.

Keywords: powder materials, machine parts, production process, loadings, molding, quality, molding process, complex shapes.

Контактные процессы при алмазной обработке инструментальных материалов

В.Ю. Попов^a, А.С. Янющкин^b, О.И. Медведева^c, В.Ю. Скиба^d

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^aberkutoff@rambler.ru, ^byanyushkin@brstu.ru, ^cm.olgai@yandex.ru, ^dskeeba_vadim@mail.ru

Статья поступила 03.06.2014, принята 03.08.2014

Данная работа направлена на повышение производительности и экономичности процесса шлифования и затачивания на базе исследования условий контактного взаимодействия отдельно взятого абразивного зерна и поверхности круга с различными обрабатываемыми материалами, прежде всего с инструментальными быстрорежущими сталями, твердыми сплавами и современными наноматериалами. В статье рассмотрены вопросы, связанные с проблемой обрабатываемости инструментальных сталей, которые все еще широко распространены при изготовлении металлорежущих и деревообрабатывающих инструментов. Обладая рядом достоинств, они имеют и серьезные недостатки – повышенную склонность к обезуглероживанию и довольно высокую чувствительность к перегреву, что снижает их износостойкость. Центральное место в статье занимают вопросы потери работоспособности алмазных кругов и обрабатываемости инструментальных материалов, от решения которых зависят качество и эксплуатационные свойства машиностроительной продукции. В последние годы изучению этих процессов посвящено значительное количество исследований, но лишь отдельные работы содержат данные на микро- и субмикроровнях.

Ключевые слова: быстрорежущие стали, шлифование, алмазные круги, металлическая связка, комбинированная электроалмазная обработка, инструментальные материалы, адгезивно-диффузионные явления, засаливание.

Contact processes in diamond processing of tool materials

V.Y. Popov^a, A.S. Yanyushkin^b, O.I. Medvedeva^c, Skeeba V.Y.^d

Bratsk State University, 40 Makarenko str., Bratsk, Russia

^aberkutoff@rambler.ru, ^byanyushkin@brstu.ru, ^cm.olgai@yandex.ru, ^dskeeba_vadim@mail.ru

Received 03.06.2014, accepted 03.08.2014

This work is aimed at increasing the productivity and efficiency of the process of grinding and sharpening based on the study of the conditions of contact interaction of a single abrasive grain and the surface of the circle with different materials processed primarily with tool high-speed steels, hard alloys and advanced nanomaterials. The article discusses some issues related to the problem of processibility of tool steels, which are still widely used when produce metal-cutting and woodworking tools. With a number of advantages, they have serious disadvantages such as increased susceptibility to decarburization and quite high sensitivity to overheating which reduce their wear resistance. The problem of loss of workability of diamond circles and processibility of tool materials takes central place in the article. The solution of the problem influences on the quality and performance of the machine-building products. A considerable amount of research is devoted to the study of these processes, but only a few papers contain data on the micro- and sub-microlevels.

Keywords: high-speed steels, grinding, diamond circles, metal bond, combined electric and diamond processing, tool materials, adhesive and diffusion phenomena.

Исследование зависимости спектра собственных частот от упруго-инерционных параметров силовых передач лесохозяйственных машинно-тракторных агрегатов

А.И. Свитачев^{1 a}, А.Н. Чекаев^{2 b}

¹Сибирский государственный технологический университет, пр. Мира 82, Красноярск, Россия

²Красноярский институт железнодорожного транспорта, ул. Ладо Кетчовели 89, Красноярск, Россия

^aa_svitach@mail.ru, ^bdante20_02@mail.ru

Статья получена 13.05.2014, принята 15.08.2014

Работа посвящена исследованию динамических свойств силовых передач машинно-тракторных агрегатов. Одним из важных динамических свойств является оценка спектра собственных частот машинного агрегата, представляемого в виде многомассовой колебательной системы. Однако собственные частоты не дают подробной картины динамических свойств силовой передачи, а более полную информацию несут амплитудно-частотные характеристики, найденные по передаточным функциям. Ведь амплитудно-частотная характеристика представляет собой дробно-рациональную функцию, и некоторые собственные частоты могут и не проявиться из-за соотношения нулей и полюсов при нахождении амплитудно-частотных характеристик. Авторами рассмотрена задача нахождения спектра собственных частот и амплитудно-частотных характеристик в зависимости от конструктивных параметров динамической модели, составлены алгоритм и программа реализации в системе MathCad. Приведены результаты расчетов спектра собственных частот шестимассовой модели трелевочного трактора ЛХТ-55, графическое изображение изменения спектра собственных частот и изменение амплитудно-частотных характеристик при различных податливостях валов заднего моста. Также представлены изменения спектра собственных частот и амплитудно-частотных характеристик при варьировании податливости первичного вала. Данная статья еще раз подтверждает, что нахождение собственных частот без исследования АЧХ не дает полной картины динамических свойств силовой передачи.

Ключевые слова: динамические характеристики, передаточные числа, силовая передача, спектр собственных частот.

Study of the dependence of the spectrum of natural frequencies on elastic-inertial parameters of power transmissions of forestry tractor units

A.I. Svitachev^{1 a}, A.N. Chekayev^{2 b}

¹Siberian State Technological University, 82 Mira Ave., Krasnoyarsk, Russia

²Krasnoyarsk State Transport University, 89 Lado Ketshoveli Str., Krasnoyarsk, Russia

^aa_svitach@mail.ru, ^bdante20_02@mail.ru

Received 13.05.2014, accepted 15.08.2014

The article is devoted to the study of dynamic properties of power transmission of tractor units. One of the important dynamic properties is to evaluate the spectrum of natural frequencies of the machine aggregate represented in the form of multimass vibration system. However, natural frequencies do not give a complete picture about dynamic properties of power transmission, and more detailed information is given by amplitude-frequency characteristics found by transfer functions. Amplitude-frequency characteristics is a rational function, and some natural frequencies might not occur due to the ratio of zeros and poles when finding amplitude-frequency characteristics. The authors of the article have considered the problem of finding the spectrum of natural frequencies and amplitude-frequency characteristics depending on the constructive parameters of a dynamic model. Algorithm and program of implementation in the MathCad system have been composed. The results of calculations of the spectrum of natural frequencies for six-mass model of a skidder LHT-55 have been presented. Graphical representation of changes in the spectrum of natural frequencies and changes in amplitude-frequency characteristics under various flexibilities of the shafts of the rear axle have also been presented in the article. Changes in the spectrum of natural frequencies and amplitude-frequency characteristics under variation of the flexibility of the primary shaft have been given. This article reconfirms that finding natural frequencies without examining amplitude-frequency characteristics does not give a complete picture of dynamic properties of power transmission.

Keywords: dynamic characteristics, ratios, power transmission, spectrum of natural frequencies

Экспериментальная оценка способности автомобильных безвоздушных шин самоочищаться от грязи

В.В. Мазур^a, М.А. Мазур^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^a mazurvv@yandex.ru, ^b marianne1973@yandex.ru

Статья поступила 24.06.2014, принята 25.08.2014

Достижения в области химии полимеров способствуют созданию принципиально новых конструкций автомобильных колес и шин, характеризующихся повышенной стойкостью к механическим повреждениям и при этом не уступающим по своим эксплуатационным свойствам традиционным пневматическим шинам. Применение колес с безвоздушными шинами из эластичных полиуретанов позволяет не только повысить безопасность гражданских автомобилей, но и живучесть военной автомобильной техники, а также снизить трудоемкость обслуживания ходовой части колесных машин. Однако существует мнение, что при эксплуатации на дорогах с размокнутой грунтовой поверхностью и в условиях тяжелого бездорожья открытые полости, образованные гибкими спицами безвоздушных шин, будут забиваться грязью, вызывая дисбаланс и биение колес. На кафедре автомобильного транспорта Братского государственного университета проведены дорожные испытания способности безвоздушных шин с гибкими полиуретановыми спицами самоочищаться от глинистого грунта в процессе качения. По результатам испытаний установлено, что способность автомобильных безвоздушных шин самоочищаться от грязи не уступает пневматическим шинам традиционных конструкций, а открытые полости между гибкими спицами не являются фактором, ограничивающим применение безвоздушных шин на колесных машинах повышенной проходимости.

Ключевые слова: безвоздушные шины, гибкие полиуретановые спицы, глина, глинистый грунт, грязь, самоочищение автомобильных шин, испытания шин.

Experimental evaluation of the ability of automotive airless tyres to self-purify mud

V. V. Mazur^a, M. A. Mazur^b

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^a mazurvv@yandex.ru, ^b marianne1973@yandex.ru

Received 06.24.2014, accepted 25.08.2014

Advances in polymer chemistry contribute to the creation of fundamentally new constructions of automotive wheels and tyres with increased resistance to mechanical damage and matching to traditional pneumatic tyres according to their performance characteristics. By using wheels with airless tyres made of elastic polyurethane, it allows not only improving the safety of civil vehicles, but also the persistence of military vehicles, as well as reducing the complexity of service of a running gear of wheeled vehicles. However, it is believed that by using them on the roads with the sodden ground surface and in hard off-road conditions, open cavities formed by flexible spokes of airless tyres will be clogged with mud and cause some disbalance and beating of the wheels. To test the ability of the airless tyres with flexible polyurethane spokes to self-purify from clayey ground in the process of the frictionless bearing some road tests have been taken at the Department of Motor Transport of Bratsk State University. According to the test results, it has been found out that the ability of automotive airless tyres to self-purify from mud is not inferior to pneumatic tyres of traditional designs, and open cavities between flexible spokes are not a limiting factor for using airless tyres on wheeled vehicles of off-road capacity.

Keywords: airless tyres, flexible polyurethane spokes, clay, clayey ground, mud, self-purifying tyres, tyre test.

Варианты модернизации гидросистем с длинноходовыми гидроцилиндрами

Д.Ю. Кобзов^{1 a}, С.П. Ереско^{2 b}, И.О. Кобзова^{1 c}, Д.С. Корякина^{1 d}, С.А. Черезов^{1 e}

¹Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

²Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика Решетнёва, пр. «Красноярский рабочий» 31, Красноярск, Россия

^akobzov7159@mail.ru, ^beresko07@mail.ru, ^ckobzova.inna@mail.ru, ^ddarja.koryakina@yandex.ru, ^esacherezoff@yandex.ru

Статья поступила 20.05.2014, принята 15.08.2014

В настоящее время в зарубежном и отечественном машиностроении, в частности в экскаваторостроении, осуществляется ряд мер по повышению единичных мощностей машин. Следствием этого главным образом является повышение уровня давления рабочей жидкости в гидросистемах машин и увеличение основных размеров гидроагрегатов, в частности гидроцилиндров их рабочего оборудования, к числу которых надо отнести ход штока гидроцилиндра, его линейные и диаметральные размеры, а, следовательно, и массу. Анализ надежности машин в эксплуатации показал, что отказы элементов гидравлического привода составляют половину от общего количества всех отказов по машине. При этом в гидроприводе максимальный процент отказов приходится на долю гидроцилиндров. В процессе эксплуатации гидроцилиндр возвратно-поступательного перемещения двустороннего действия с односторонним штоком в результате его функционального продольно-поперечного нагружения деформируется в вертикальной продольной плоскости с появлением полного прогиба, который резко усиливает действующие на него изгибающие нагрузки и реакции, возникающие в его подвижных герметизируемых сопряжениях. Последние резко интенсифицируют процесс изнашивания трущихся элементов. Не исключена вероятность искривления штока и заклинивания его в корпусе, и, как следствие, неработоспособность гидроцилиндра.

Ключевые слова: гидросистема, гидроцилиндр, деформация, поддержка.

Options for modernization of hydraulic systems with long-stroke hydraulic cylinders

D.Yu. Kobzov^{1 a}, S.P. Eresko^{2 b}, I.O. Kobzova^{1 c}, D.S. Koryakina^{1 d}, S.A. Cherezov^{1 e}

¹Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

²Siberian State Aerospace University after academician Reshetnev, 31 Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, Russia

^akobzov7159@mail.ru, ^beresko07@mail.ru, ^ckobzova.inna@mail.ru, ^ddarja.koryakina@yandex.ru, ^esacherezoff@yandex.ru

Received 20.05.2014, accepted 15.08.2014

Nowadays in a foreign and domestic engineering industry and in an excavator industry, in particular, a number of measures is being taken to increase a unit capacity of machinery. A consequence of this is mainly an increase in the level of pressure of working liquid in machinery hydraulic systems and an increase in the main sizes of their hydraulic units; hydraulic cylinders of their working equipment, in particular, such as a valve rod stroke of the hydraulic cylinder, its linear and diametrical sizes, and, therefore, weight. The analysis of machinery service reliability has showed that refusals of hydraulic drive elements make a half from the total of all refusals of the machinery. As this takes place, the maximum percent of refusals in a hydraulic actuator falls to the share of hydraulic cylinders. While in service and as a result of the functional transverse and longitudinal loading, the hydraulic cylinder with reciprocating motion of bilateral action with a unilateral rod is deformed in the vertical longitudinal plane with full-scale deflection which sharply increases bending loadings and reactions arising in its mobile sealed interfaces. The interfaces sharply intensify the process of wear-out rubbing parts. The probability of a rod curving and its blocking in the case and, as a consequence, disability of a hydraulic cylinder cannot be excluded.

Keywords: hydraulic system, hydraulic cylinder, deformation, support.

Разработка иерархии конечных элементов с переменным числом узлов на ребрах для исследования напряженно-деформированного состояния объектов машиностроения

С.Ю. Трутаев^a, В.В. Трутаева^b

ОАО «ИркутскНИИХиммаш», ул. Академика Курчатова 3, Иркутск, Россия

^astas@himmash.irk.ru, ^bhimmash@irk.ru

Статья поступила 6.05.2014, принята 14.08.2014

Рассмотрены используемые в настоящее время различные подходы к формированию конечно-элементных моделей для исследования напряженного и деформированного состояния технологического оборудования в рамках проектирования новых и реконструкции существующих производственных объектов химического и нефтегазового машиностроения. Рассмотрена разработанная авторами иерархия конечных элементов для оптимального проектирования объектов машиностроения и, в частности, бугельных разъемных соединений, эксплуатируемых на нефтехимических, нефтеперерабатывающих и нефтегазовых производствах. Иерархия конечных элементов представлена семейством объемных конечных элементов – параллелепипед, тетраэдр, призма, пирамида, гибрид. Показано, что при расчете машиностроительных изделий сложной формы для получения оптимальных с точки зрения качества генерируемой конечно-элементной сетки и минимизации времени расчета результатов в ряде случаев целесообразно применение в одной расчетной схеме объемных конечных элементов различных топологических типов. Для этого в разработанной иерархии объемных конечных элементов предусмотрена возможность использования элементов с линейной, квадратичной и кубической аппроксимацией границ. Для обеспечения возможности корректного применения в одной конечно-элементной модели конечных элементов различных топологических типов в статье представлено доказательство совместности функций формы на смежных границах при стыковке элементов.

Ключевые слова: метод конечных элементов, напряженно-деформированное состояние, функции формы, объемный конечный элемент, топология.

Development of a hierarchy of finite elements with variable number of nodes on the edge to investigate stress-strain state of engineering equipment

S.Yu. Trutaev^a, V.V. Trutaeva^b

JSC «Irkutsk Scientific Research Institution of Chemical Machinery», 3 Academician Kurchatov St., Irkutsk, Russia

^astas@himmash.irk.ru, ^bhimmash@irk.ru

Received 6.05.2014, accepted 14.08.2014

The article deals with various approaches to formation of finite-element models to study stress and strain state of engineering equipment within designing new and reconstructing existing production facilities of chemical and petroleum engineering. Authors have developed a hierarchy of finite elements to design engineering facilities in an optimum way, and hub detachable contact joints operated in petrochemical, oil refining and oil and gas industries, in particular. The hierarchy of the finite elements has been presented as the population of volumetric finite elements such as a parallelepiped, a tetrahedron, a prism, a pyramid, and a hybrid. To get optimal results (according to the quality of generated finite element grid and the minimization of the calculation time) and when calculating engineering equipment with complex shapes, in some cases it makes sense to use volumetric finite elements of different topological types in one design scheme. For this purpose, the hierarchy of volumetric finite elements allows using components with linear, quadratic and cubic approximation of boundaries. To enable the correct use of different topological types in one finite element model, the article presents the proof of consistency of the shape functions at the adjacent boundaries when matching elements.

Keywords: method of finite elements, stress-strain state, shape function, volumetric finite element, topology.

Поиск оптимальных решений при проектировании процессов механической обработки

Е.А. Кудряшов^a, И.М. Смирнов^b, А.Е. Лебединский^c

Юго-Западный государственный университет, ул. 50-летия Октября 94, г. Курск

^akea-swsu@list.ru, ^bpochta@oaoniii.ru, ^clord47@yandex.ru

Статья поступила 16.06.2014, принята 19.08.2014

Рассмотрены направления повышения точности обработки, в том числе: обеспечением высокой точности изготовления и сборки отдельных элементов технологической системы, повышением ее жесткости и надежности в эксплуатации; оптимизация факторов управления показателями качества технологического процесса; разработка систем автоматизированного управления точностью обработки резанием. Приведен пример основных взаимосвязанных условий оптимизации технологического процесса изготовления деталей: сочетание заданной точности обработки, высокой производительности и минимально возможной себестоимости. Дана характеристика процессов лезвийной обработки, согласно которой любой из них следует рассматривать как интеграцию отдельных этапов. При этом следует учитывать, что в зависимости от конкретных производственных условий практически любая операция технологического процесса может быть реализована различными способами. Рассмотрена задача оптимизации условий резания в рамках технологической операции, которая сводится к оптимизации функционирования сформированной модели технологического процесса.

Ключевые слова: показатели качества, технологический процесс, оптимизация, механическая обработка деталей.

Search of ultimate solutions in the design of machining processes

E.A. Kudryashov^a, I.M. Smirnov^b, A.E. Lebedinsky^c

Southwest State University, 94, 50th Anniversary of October St., Kursk, Russia

^akea-swsu@list.ru, ^bpochta@oaoniii.ru, ^clord47@yandex.ru

Received 16.06.2014, accepted 19.08.2014

The article considers some direction of how the accuracy of processing can be improved, including ensuring high accuracy of manufacturing and assembly of individual elements of technological system, improving its inflexibility and reliability in operation; optimization of the factors of the quality for technological process, development of automatic control systems for the accuracy of machining cutting. The authors give an example of basic interrelated conditions for optimization of the process of manufacturing parts: it is a combination of processing accuracy given and high performance with the lowest possible prime cost. The article also observes the feature of the blade machining processes when each process should be regarded as an integration of individual stages. However, it should be taken into account that depending on the specific production conditions almost any operation in technological process can be implemented in various ways. This article relates to the problem of optimizing cutting conditions in technological operations, which is reduced to optimization of how the model, formed by technological process, operates.

Keywords: quality indexes, technological process, optimization, part machining.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 681.5

Методика получения коэффициентов элементарных звеньев в виде целочисленных значений

Ю.Н. Алпатов^a, А.А. Дриженко^b, С.С. Унистюк^c

Братский государственный университет, Макаренко 40, Братск, Россия

^aiipm@brstu.ru, ^bdrizhenko@mail.ru, ^c1229664@gmail.com

Статья поступила 15.06.2014, принята 20.08.2014

Техническая реализация элементарных звеньев, полученных при разложении дробно-рациональной функции в виде цепной дроби, часто вызывает необходимость получения коэффициентов передач и постоянных времени в виде целочисленных значений, так как использование вещественных коэффициентов в некоторых случаях невозможно. В статье предложена методика, с помощью которой можно представить любые коэффициенты элементарных звеньев в виде целочисленных значений. Методика основана на использовании теории цепных дробей. Любое число $\frac{a}{b}$ можно представить в виде конечной цепной дроби. Установлено, что в качестве делителей необходимо брать только простые числа. На основе методики получен общий алгоритм разложения дробного числа $\frac{a}{b}$. Из общего алгоритма получены три алгоритма, которые соответствуют трем случаям числа $\frac{a}{b}$: a – четное число, b – нечетное число; a – нечетное число, b – нечетное число; a – нечетное число, b – четное число. Случай, где a – четное число и b – четное число, необходимо привести к одному из трех разобранных случаев, для чего надо сократить дробь $\frac{a}{b}$. С помощью разработанной методики возможно представить любые коэффициенты элементарных звеньев в виде целочисленных значений. Это позволяет реализовать элементарные звенья, когда требуются целые значения параметров.

Ключевые слова: разложение дробно-рациональной функции, разложение числа, простое число, четное число, нечетное число, целочисленные значения, вещественные коэффициенты, элементарные звенья.

Technique for receiving coefficients of elementary units in the form of whole-number values

Yu.N. Alpatov, A.A. Drizhenko, S.S. Unistyuk

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^aiipm@brstu.ru, ^bdrizhenko@mail.ru, ^c1229664@gmail.com

Received 15.06.2014, accepted 20.08.2014

Engineering implementation of elementary units, received under expansion of a fractional-rational function in the form of chain fraction, often makes it necessary to receive coefficients of transmissions and time constants in the form of whole-number values because it is not always possible to use real coefficients. Technique which helps to present any coefficients of elementary units in the form of whole-number values has been offered in the article. The technique is based on the use of the theory of chain fractions. It is possible to present any number $\frac{a}{b}$ in the form of final chain fraction. It has been established that only prime numbers are necessary to be taken as divider. General algorithm of expansion of a fractional number $\frac{a}{b}$ has been received on the basis of this technique. Three algorithms have been received from the general algorithm which correspond to three cases of number $\frac{a}{b}$: a is an even number, b is an odd number; a is an odd number, b is an odd number; a is an odd number, b is an even number.

The case in which a is an even number and b is an even number should be led to one of three cases mentioned above by reducing

the fraction $\frac{a}{b}$. With the aid of the developed technique it is possible to present any coefficients of elementary units in the form of whole-number values. It allows to implement elementary units when whole values of parameters are needed.

Keywords: expansion of a fractional-rational function, number expansion, prime number, even number, odd number, whole-number values, real coefficients, elementary units.

Оптимизация параллельных списков функционально-поточкового языка программирования «Пифагор»

В.С. Васильев^a, И.Н. Рыженко^b, И.В. Матковский^c

Сибирский федеральный университет, пр. Свободный 78, Красноярск, Россия

^arrrFer@mail.ru, ^brodgi.krs@gmail.com, ^cAlpha900i@mail.ru

Статья поступила 25.05.2014, принята 20.08.2014

Рассматриваются оптимизирующие преобразования параллельных списков в программах, написанных на языке функционально-поточкового программирования «Пифагор». Параллельные списки являются выразительным языковым средством, обеспечивая описание независимых данных и функций. Их использование позволяет компактно описать параллельные фрагменты за счет наличия в языке возможностей эквивалентного преобразования в более простые структуры. Параллельные списки могут вкладываться друг в друга, формируя сложные иерархические структуры, которые, в ряде случаев, могут быть выявлены и преобразованы в структуры с меньшим уровнем вложенности на этапе трансляции программы. Выполнение операторов программы на языке Пифагор контролируется управляющими автоматами, которые значительно усложняются тем, что на вход соответствующих операторов могут поступать параллельные списки. В случаях, когда удается установить, что параллельный список не содержит вложенных параллельных списков, размерность которых зависит от аргумента функции, возможна интерпретация списка на этапе трансляции. Интерпретация списка не только является самостоятельным оптимизирующим преобразованием, но и повышает эффективность применения других преобразований, что показано в статье на примере оптимизации управляющих автоматов. В ряде случаев такое преобразование приведет к полному удалению параллельных списков за счет дополнительного применения эквивалентных преобразований, закрепленных в модели вычислений. В заключительной части представлены ограничения, накладываемые архитектурой на программу и позволяющие реализовывать трансляцию функционально-поточковых параллельных программ в топологию сверхбольших интегральных схем. Также показана возможность более эффективной оптимизации параллельных списков при трансляции на архитектуру систем на кристалле за счет учета дополнительных ограничений.

Ключевые слова: функциональное программирование, оптимизация кода, разработка СБИС, параллельное программирование.

Optimization of parallel lists of the functional and dataflow programming language PIFAGOR

V.S. Vasiliev^a, I.N. Ryzhenko^b, I.V. Matkovsky^c

Siberian Federal University, 78 Svobodny ave., Krasnoyarsk, Russia

^arrrFer@mail.ru, ^brodgi.krs@gmail.com, ^cAlpha900i@mail.ru

Received 25.05.2014, accepted 20.08.2014

This research examines the optimizing transformations of the parallel lists in the programmes written on the functional and dataflow programming language PIFAGOR. The parallel lists describes independent data and functions of the PIFAGOR language. This lists are used for define parallel fragments of code. The parallel lists can make hierarchy structures. In some cases this structures can be identified and simplified at the stage of program translation. Running the operator of the program on PIFAGOR is controlled by control machines and become more complicated because of the parallel lists being input on operators. If it is possible to identify that there are no attached parallel lists in the initial parallel list, depending on the argument of function, it is possible to interpret the lists at the stage of program translation. Interpretation of the list is not only independent optimizing transformation but also it is a way to increase the efficiency of the use of other transformations. In the article it is demonstrated by the example of optimization of control machines. In some cases this transformation can give the possibility for a complete delete of the parallel lists due to additional usage of the equivalent transformations determined at the computing model. The conclusion of the article shows the possibility for more effective optimization of the parallel lists for system on a chip/VLSI circuit architecture due to additional restrictions applied by the architecture.

Keywords: functional programming, code optimization, VLSI design, parallel programming.

Автоматические регуляторы для установок распределенной генерации

Ю.Н. Булатов^{1 a}, А.В. Крюков^{2 b}, Чан Зюй Хын^{3 c}

¹Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

²Иркутский государственный университет путей сообщения, ул. Чернышевского 15, Иркутск, Россия

³Иркутский государственный технический университет, ул. Лермонтова 83, Иркутск, Россия

^abulatovyura@yandex.ru, ^band_kryukov@mail.ru, ^ctranduyhung67@yahoo.com

Статья поступила 10.05.2014, принята 05.08.2014

В настоящее время происходит переход электроэнергетики России на новую технологическую платформу, основанную на использовании концепции интеллектуальных сетей (smart grid). Эта концепция предусматривает широкое применение установок распределенной генерации, которые могут работать в составе действующих сетей или объединяться в сетевые кластеры. Статья посвящена вопросам автоматического регулирования возбуждения и скорости вращения генераторов, работающих в составе сетевых кластеров, предназначенных для электроснабжения нетяговых потребителей железных дорог переменного тока. Для регулирования частоты и напряжения в различных режимах работы используются автоматический регулятор частоты вращения, работающий по пропорционально-интегрально-дифференциальному принципу, и микропроцессорный автоматический регулятор возбуждения. Предложена методика согласованной настройки автоматических регуляторов возбуждения и частоты вращения синхронных генераторов, работающих в составе сетевых кластеров. При оптимизации и согласовании настроек регуляторов возбуждения и частоты использовался метод непараметрической идентификации системы «турбина – генератор», которую можно представить в виде комплексных передаточных функций основных каналов и перекрестных связей регуляторов и генератора. Метод идентификации ориентирован на пассивный подход с применением аппарата дискретного преобразования Фурье и вейвлет-преобразования для выделения шума регулятора, используемого в качестве тестового воздействия. На основе компьютерного моделирования в среде MATLAB подтверждена эффективность применения предложенных методов согласованной настройки регуляторов.

Ключевые слова: системы электроснабжения железных дорог, сетевые кластеры, распределенная генерация, согласованная настройка регуляторов возбуждения и частоты.

Automatic regulators for installations of distributed generation

Yu.N. Bulatov^{1 a}, A.V. Kryukov^{2 b}, Tran Duy Hung^{3 c}

¹Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

²Irkutsk State Transport University, 15 Chernishevsky St., Irkutsk, Russia

³Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov St., Irkutsk, Russia

^abulatovyura@yandex.ru, ^band_kryukov@mail.ru, ^ctranduyhung67@yahoo.com

Received 10.05.2014, accepted 5.08.2014

Nowadays there is a transition of electric power industry of Russia to the new technological platform based on the use of the concept of intellectual networks (smart grid). This concept provides broad usage of installations of the distributed generation which can work as a part of operating networks or be merged into network clusters. The article is devoted to the questions of automatic control of excitation and rotation speed of the generators working as a part of network clusters intended to power supply the non-traction consumers for railroads of alternating current. To regulate frequency and voltage in various operating modes automatic controller of the rotation frequency, working on proportional-integrated-differential principle, and microprocessor-based automatic excitation controller have been used. The technique of the coordinated parameterization for automatic excitation and rotation frequency controllers of the synchronous generators, working as a part of network clusters, has been offered. When optimize and coordinate the parameterization of excitation and frequency controllers, the method of nonparametric identification of «turbine-generator» system, which can be presented in the form of the complex transfer functions of the main channels and cross communications of controllers and the generator, has been used. Identification method is aimed at passive approach with the use of the device for discrete Fourier transformation and Wavelet-transformation to allocate the controller noise which is used as a test input. On the basis of computer modeling in the Matlab environment the efficiency of using these methods of the coordinated parameterization of controllers has been confirmed.

Keywords: systems of power supply of the railroads, network clusters, distributed generation, coordinated parameterization of excitement and frequency controllers.

Техническое обоснование применения компенсирующих устройств для стабилизации согласованного режима работы высоковольтной линии электропередачи

В.А. Козлов^a, Г.А. Большанин^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^akozlov_va@bk.ru, ^bbolshaning@mail.ru

Статья поступила 6.05.2014, принята 20.07.2014

Техническое обеспечение согласования линии электропередачи с электрической нагрузкой с последующей стабилизацией режима предполагает использование специально подобранных компенсирующих устройств активной и реактивной мощностей. Сформированы основные требования к компенсирующим устройствам активной и реактивной мощностей, используемым для обеспечения мероприятия по стабилизации согласованного режима работы линии электропередачи. Приведен пример технического обоснования для реального объекта. Приведены результаты статистических исследований передачи активной и реактивной мощностей по ЛЭП-330 кВ в один из промышленных районов страны в течение года. Определены установленные активная и реактивная мощности компенсирующих устройств. Показано, что компенсирующие устройства установленной мощности обеспечат согласованный режим работы линии электропередачи, по крайней мере, в течение года. Определены погрешности в работе компенсирующих устройств активной и реактивной мощностей. Показано, что компенсирующие устройства активной и реактивной мощностей работают с минимальными погрешностями. На основании выполненных исследований сделан вывод о целесообразности применения выбранных компенсирующих устройств для реализации и последующей стабилизации согласованного режима работы линии электропередачи.

Ключевые слова: трехпроводная линия электропередачи, согласованный режим, электрическая нагрузка, падающая волна, компенсирующее устройство.

Technical basis for the use of compensating devices to stabilize coordinated mode of a high-voltage power line

V.A. Kozlov^a, G.A. Bolshinin^b

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^akozlov_va@bk.ru, ^bbolshaning@mail.ru

Received 6.05.2014, accepted 20.07.2014

Technical support of coordination of the power line with electrical load to subsequent mode stabilization involves the use of specially selected compensating devices of active and reactive capacity. Basic requirements for compensating devices of active and reactive capacity used for supporting stabilization mode of a power line have been formed. An example of technical basis for the real object has been given. The results of statistical studies of transferring active and reactive capacity for a year over 330 kV power transmission line into one of the industrial areas of the country have also been given. Active and reactive capacities for compensation devices have been determined. It has been shown that compensating devices of installed capacity will provide a coordinated work mode of power lines, at least, for a year. Some errors in the work of compensating devices of active and reactive capacities have been determined. It has been shown that compensating devices of active and reactive capacities work with minimal errors. On the basis of the conducted research it has been concluded that it is worth using selected compensating devices for to implement and stabilize coordinated mode of power line.

Keywords: three-wire power line, coordinated mode, electrical load, incident wave, compensating device.

Коррозионный мониторинг как средство управления целостностью трубопроводов в нефтехимической промышленности

П.А. Лобова^a, А.Н. Баранов^b

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, ул. Лермонтова 83, Иркутск, Россия
polina.lobova@gmail.com, baranow@mail.ru
Статья получена 19.05.2014, статья принята 29.07.2014

В предлагаемой статье рассмотрен коррозионный мониторинг как эффективное средство прогнозирования сроков службы и управления целостностью промышленных оборудования и трубопроводов, которые являются важной составной частью инфраструктуры месторождения. Кроме того, практическое применение мониторинга связано с оценкой эффективности применяемых ингибиторов коррозии, бактерицидов, поглотителя кислорода и снижения удельных затрат на ингибирование. Показано, что современные методы контроля коррозии недостаточно эффективны при выявлении стресс-коррозионных повреждений. Предложена комплектация узлов контроля коррозии (УКК) дополнительными средствами контроля коррозии: пробоотборник с трехуровневым принципом действия и держатель трех пластин – для УКК, смонтированных на системах нефтесбора; биозонды – для УКК, установленных на водоводах промысла. Целесообразность установки пробоотборников и держателей на системах нефтесбора связана с увеличением обводненности транспортируемых сред по мере эксплуатации месторождений. Основной причиной неблагоприятной коррозионной обстановки на многих месторождениях является высокая биозараженность сульфатовосстанавливающими бактериями промышленных сточных вод. Установка биозондов обеспечит полную картину биозараженности объекта. Предлагаемые устройства позволяют оперативно принимать решения о целесообразности ингибирования того или иного направления. В свою очередь, оптимизация подачи химических реагентов приводит к существенной экономии затрат на дорогостоящие ингибиторы, применяемые при антикоррозионных мероприятиях.

Ключевые слова: коррозионный мониторинг, ингибитор коррозии, сульфатовосстанавливающие бактерии, обводненность транспортируемой среды, пробоотборник с трехуровневым принципом действия, держатель трех пластин, биозонд.

Corrosion monitoring as a means to control the pipeline integrity in petrochemical industry

P.A. Lobova^a, A.N. Baranov^b

National Research Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov St., Irkutsk, Russia
polina.lobova@gmail.com, baranow@mail.ru
Received 19.05.2014, accepted 29.07.2014

The article deals with the corrosion monitoring as an effective means of predicting service life and controlling integrity of oilfield equipment and pipelines which are an important part of infrastructure of the oil field. Furthermore, practical application of the monitoring involves assessing the effectiveness of corrosion inhibitors, bactericides, and oxygen absorbent and reducing unit costs for inhibition. It has been shown that modern methods of corrosion control are not effective enough in detecting stress corrosion damage. Complete set of the units of controlling corrosion by additional means of corrosion control has been proposed. A sampler with three-level principle of action and a holder of three bars should be used for the corrosion control units installed on oil gathering systems. Biosounds should be used for the corrosion control units installed on water conduits of the oil field. Practicability of setting samplers and holders on oil gathering systems is connected with an increase of water cut of fluids as developed fields. The main reason for the unfavorable corrosion situation in many fields is a high level of bioinfection with sulfur reducing bacteria in commercial wastewater. If biosounds are installed, a complete picture of the field bioinfection can be seen. The equipment proposed will allow making decisions on whether inhibiting one or another direction quickly. Whereas, optimization of chemical supply leads to significant cost savings on expensive inhibitors used in anti-corrosion measures.

Keywords: corrosion monitoring, corrosion inhibitor, sulfur reducing bacteria, water cut of fluids, sampler with three-level principle of action, holder of three bars, biosound

Формирование структуры и свойств кремнеземистого керамического материала на основе микрокремнезема с комплексной кальцийсодержащей добавкой

Н.А. Лохова^a, М.И. Цинделиани^b

Братский государственный университет, Макаренко 40, Братск, Россия

^anlokhova@yandex.ru, ^bkuklajoty@rambler.ru

Статья поступила 10.05.2014, принята 20.07.2014

Одним из направлений развития промышленности строительных материалов является обеспечение комплексного использования природного сырья, вторичных ресурсов и отходов различных отраслей промышленности в процессе производства. Приведена оптимизация составов и технологических параметров производства стеновых керамических материалов на основе пыли газоочистки производства ферросплавов с комбинированной кальцийсодержащей добавкой (высококальциевая зола-унос + закарбонизованный суглинок Анзевинского месторождения). Высококальциевая зола-унос служит затравкой для кристаллизации, а закарбонизованный суглинок пополняет фонд алюмосиликатного ресурса и активизирует спекание путем парогазовыделения при разложении глинистых минералов. Введение добавки зародышевой кристаллизации (зола-унос) в количестве 5 % при расходе суглинка 30 обеспечивает формирование черепка повышенной прочности при сохранении низких значений средней плотности. Изложены особенности структурообразования керамического материала рационального состава (изучались свойства образцов, изготовленных полусухим прессованием при удельном давлении 20 МПа и влажности шихты 16 %, обожженных в диапазоне температур 100–950 °С). Установлено, что рациональная температура обжига для изготовления эффективных керамических материалов – 900 °С.

Ключевые слова: высококальциевая зола-унос, пыль газоочистки ферросплавного производства, закарбонизованный суглинок, кальцийсодержащая добавка, структурообразование.

Formation of the structure and properties of silica ceramic material on the basis of the silica with calcium-containing additive agent

N.A. Lohova^a, M.I. Tsindeliani^b

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^anlokhova@yandex.ru, ^bkuklajoty@rambler.ru

Received 10.05.2014, accepted 20.07.2014

One of the directions of the development of construction materials industry is to support integrated use of natural resources, recoverable resources and waste products from various industries in manufacturing process. Optimization of the composition and technological parameters of the manufacture of wall ceramic materials on the basis of the fume from gas purification of ferroalloy production with combined calcium-containing additive agent (high-calcium fly ash + carbonized loam from Anzebinsky deposit) has been shown. High-calcium fly ash serves as a primer for crystallization and carbonized loam increases the fund of silica-alumina resource and activates the sintering by releasing gas and vapor under breakdown of clay minerals. By integrating nucleating additive agent (fly ash) in an amount of 5% at a flow rate of 30, it ensures the formation of loam crock of increased strength while maintaining low values of the average density. Features of the structure formation of the ceramic material of rational composition have been presented (the properties of samples made by dry pressing at a pressure of 20 MPa and 16% of batch moisture, fired in the temperature range of 100–950° C, have been studied). It has been established that the firing temperature for manufacturing effective ceramic materials is 900° C.

Keywords: high-calcium fly ash, fume from gas purification of ferroalloy production, carbonized loam, calcium-containing additive agent, structure formation.

Топливная экономичность технологического процесса перемещения пиломатериалов вилочным автопогрузчиком

А.А. Коваленко^а, Б.Г. Мартынов^б

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. Кирова, пер. Институтский 5, Санкт-Петербург, Россия

^аkovalenko_aleksandr@yahoo.com, ^бlesbisnes@mail.ru

Статья получена 16.06.2014, принята 19.08.2014

Колесные вилочные погрузчики на современных деревообрабатывающих предприятиях занимают одну из ключевых позиций по внутренним перемещениям пиломатериалов. Во время выполнения данного технологического процесса – перемещения пиломатериалов – особое внимание уделяется экономии топлива и рационализации его использования. Наиболее эффективное использование топлива помогает снизить удельные приведенные затраты, что способствует в целом снижению общих затрат. В статье приведены методика определения расхода топлива по операциям и экспериментальные данные техпроцесса перемещения пиломатериалов в сушильную камеру вилочным погрузчиком на деревообрабатывающем предприятии. Был составлен баланс топлива и определена вероятность появления его составляющих операций. Проведен статистический анализ полученных данных расхода топлива на выполнение технологического процесса. Дана оценка эффективности использования топлива. Сведены в таблицу все экспериментальные и аналитические данные. Определены основные факторы, влияющие на работу вилочного погрузчика при перемещении пиломатериалов в сушильную камеру. Приводятся зависимости расхода топлива в виде удельного расхода топлива от природно-производственных факторов и линейные регрессионные уравнения, прогнозирующие топливную экономичность. В заключение статьи приведены выводы и рекомендации по достижению рационального использования топлива.

Ключевые слова: удельный расход топлива, топливная экономичность, природно-производственные факторы, вилочный погрузчик.

Fuel economy for the technical process of moving the timber with forklift truck

A.A. Kovalenko^a, B.G. Martynov^b

St. Petersburg State Forestry Engineering University under name of S.M. Kirov, 5 Institutsky lane, St. Petersburg, Russia

^akovalenko_aleksandr@yahoo.com, ^blesbisnes@mail.ru

Received 16.06.2014, accepted 19.08.2014

Wheel forklift trucks take one of the key positions on modern timber enterprises according to internal timber displacement. During the technical process, i.e. the process of moving the timber, the particular attention has been taken to fuel economy and efficiency. Most efficient use of fuel helps to reduce the unit costs presented, which contributes to the overall reduction in the total cost. The article presents the method of determining the fuel consumption over transactions and the experimental data of the technical process of moving the timber into the drying chamber with a forklift truck on a timber enterprise. A fuel balance has been made up and the occurrence probability of its constituent operations has been determined. A statistical data analysis of fuel consumption for performing the technical process has been carried out. Fuel efficiency has been estimated. All the experimental and analytical data have been tabulated. The main factors affecting the operation of the forklift truck when moving the timber into the drying chamber have been determined. The dependences of the fuel consumption in the form of specific fuel consumption on natural factors of production and the linear regression equation predicting fuel economy have been presented. Finally, the article presents some conclusions and recommendations to achieve the sustainable fuel use.

Keywords: fuel consumption, fuel economy, natural factors of production, forklift truck.

Влияние вида резания и зоны сечения кряжа на шероховатость строганой поверхности древесины лиственницы

С.П. Исаев^a, Н.О. Бегункова^b, О.И. Бегунков^c, В.В. Заев^d

Тихоокеанский государственный университет, ул. Тихоокеанская 136, Хабаровск, Россия

SPIsaev@gmail.com, natali-beg@mail.ru, olegbeg@mail.ru, Ghostvv@mail.ru

Статья получена 15.06.2014, принята 16.08.2014

В статье приведены результаты исследования влияния вида резания на шероховатость поверхности строганого шпона, изготовленного из древесины лиственницы. Помимо вида резания исследовано влияние зон поперечного сечения круглого лесоматериала на шероховатость поверхности шпона. При проведении эксперимента использовался метод многофакторного планирования с применением В-плана второго порядка. В эксперимент были включены два фактора: координата по ширине бруса и координата по его высоте. При этом размерность координат была задана в долях диаметра круглого лесоматериала. В результате реализации опытов и обработки данных эксперимента получены уравнения регрессии, устанавливающие влияние условий резания древесины лиственницы на шероховатость строганой поверхности. Анализ графических зависимостей, построенных на основании уравнений регрессии, позволил установить, что наиболее качественный шпон получается при продольном направлении движения резания. При этом шероховатость поверхности (Rm_{max}) строганого шпона примерно в 2,5 раза ниже, чем поверхности шпона, сформированного при поперечном движении резания, что позволяет уменьшить толщину шпона с 0,8 мм до 0,6 мм и обеспечить увеличение выхода строганого шпона в среднем на 25 %.

Ключевые слова: шероховатость, строганный шпон, лиственница, вид резания.

The influence of cutting type and block cross-section zone on roughness of sliced surface of larch wood

S.P. Isaev^a, N.O. Begunkova^b, O.I. Begunkov^c, V.V. Zaev^d

Pacific National University, 136 Tikhookeanskaya St., Khabarovsk, Russia

SPIsaev@gmail.com, natali-beg@mail.ru, olegbeg@mail.ru, Ghostvv@mail.ru

Received 15.06.2014, accepted 16.08.2014

The article provides the research results of cutting type influence on surface roughness of sliced veneer sheets produced from larch wood. Besides, the influence of round wood cross-section zones on surface roughness of veneer has been studied. To conduct the experiment multi factor planning method with B-plan of second-order has been used. The experiment contained two factors such as a bar width coordinate and bar height coordinate. The dimension of coordinates has been specified in parts of round wood diameter. Following the result of implementing the experiments and proceeding the experiment data, the regression equations have been received to define the influence of conditions of larch wood cutting on the roughness of sliced surface. The analysis of graphic dependencies, made on the basis of regression equations, allows to define that the most qualitative veneer is received in lengthwise direction of cutting motion. It makes surface roughness (Rm_{max}) of sliced veneer in 2.5 times lower than roughness of veneer surface formed in transverse cutting motion. It allows reducing veneer thickness from 0.8 mm to 0.6 mm and provides the increase of sliced veneer yield per 25%.

Keywords: roughness, sliced veneer, larch, type of cutting.

К вопросу об определении производительности карьерных комбайнов в различных условиях эксплуатации

А.Ю. Чебан

Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, ул. Тургенева 51, Хабаровск, Россия
chebanay@mail.ru

Статья поступила 13.05.2014, принята 27.07.2014

Рассматривается вопрос определения технической производительности карьерных комбайнов в зависимости от физико-механических характеристик разрабатываемых горных пород. Указывается место карьерного комбайна в технологическом комплексе горного оборудования на разработке вскрышных и добычных пород по послойно-полосовой технологии. Анализируются факторы, сдерживающие внедрение и развитие послойно-полосовой технологии на отечественных горнодобывающих предприятиях. Предлагается определение производительности комбайна, исходя из баланса мощности двигателя и мощностей, затрачиваемых на привод рабочего органа, транспортеров и механизма передвижения карьерного комбайна. В расчетной схеме делаются допущения, позволяющие упростить определение технической производительности. Мощность, потребляемая на привод рабочего органа комбайна, определяется с учетом затрат энергии на фрезерование и подъем породы. Эксплуатационная производительность комбайна рассчитывается с учетом потерь времени на обслуживание, маневрирование и смену автосамосвалов под погрузкой. Учитывается также зависимость эксплуатационной производительности комбайна от опыта машиниста. В работе приводятся рекомендуемые величины коэффициентов, учитывающих различные потери времени при определении эксплуатационной производительности. Предлагаемая методика расчета производительности позволяет более обоснованно подходить к выбору модели карьерного комбайна применительно к работе в конкретных горно-геологических условиях.

Ключевые слова: карьерные комбайны, горные породы, техническая и эксплуатационная производительность, послойно-полосовая технология, сложноструктурное месторождение.

On determination of the capacity level of surface miners under various operating conditions

A.Yu. Cheban

Institute of Mining of Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 51 Turgenev Str., Khabarovsk, Russia
chebanay@mail.ru

Received 13.05.2014, accepted 27.07.2014

The article deals with the question of determination of technical capacity level of surface miners depending on the physical and mechanical properties of mined rocks. It also specifies the location of the surface miner in technological package of mining equipment under mining overburden and gain rocks with layer-by-layer and bandpass technology. The factors constraining implementation and development of layer-by-layer and bandpass technology at domestic mining enterprises are analyzed. Determination of a capacity level is also proposed proceeding from the balance of engine power and the power required to the working body drive, transporters and a mechanism of movement of a surface miner. Some allowances have been made in calculation scheme to simplify determination of technical capacity. The power consumed on a drive of the working body of a surface miner is determined by taking into account the energy consumption for rocks milling and hoisting. Operational capacity of the miner is calculated by taking into account the loss of time for maintaining, maneuvering and changing dump trucks under loading. Dependence of operational capacity of a surface miner on operator's experience is also taken into account. The article shows some recommended coefficient values that take into account various losses of time when determining operational capacity. The method proposed for calculating capacity allows choosing the model of a surface miner in a more efficient way relating to the work in particular geological conditions.

Keywords: surface miners, rocks, technical and operational capacity level, layer-by-layer and bandpass technology, complex structured deposit.

Шестеренные насосы для гидрофицированных машин и нефтехимических производств

И.П. Аистов^а, А.В. Свищёв^б

Омский государственный технический университет, пр. Мира 11, Омск, Россия

^аaistov_i@mail.ru, ^бalsvishev@mail.ru

Статья поступила 12.05.2014, принята 19.07.2014

Рассматриваются шестеренные насосы для гидрофицированных машин различного технологического назначения, которые получили широкое распространение в различной технике, например, в дорожных и грузоподъемных машинах, в агрегатах нефтехимических производств и т. д. Их основными преимуществами являются конструкционная простота, компактность, надежность в работе и сравнительно высокий КПД, возможность эксплуатации агрегатов на высоких частотах вращения приводного вала (до 100 с⁻¹). Однако шестеренные насосы (ШН) обладают и недостатками, это чувствительность к механическим примесям в перекачиваемой рабочей жидкости, пульсация нагнетаемого рабочего давления и неравномерность подачи рабочей жидкости, повышенная виброакустическая активность (причем, существует однозначная связь между пульсационной производительностью ШН и уровнем его акустического шума). Одним из путей обеспечения работоспособности и повышения эффективности гидрофицированных машин является совершенствование конструкции этих агрегатов. В статье проведен анализ научно-технической литературы и патентных материалов, который позволил выявить современные тенденции развития конструкций шестеренных насосов, а именно: упрощение конструкции, удобство эксплуатации и ремонта, снижение массы, габаритных размеров, шума и вибрации изготовления, повышение надежности, ресурса работы, механического и объемного КПД.

Ключевые слова: гидрофицированные машины, гидропривод, шестеренный насос, гидромашина, насосостроение.

Gear rotary pumps for hydroficated machines and petrochemical industry

I.P. Aistov^а, A. V.Svishev^б

Omsk State Technical University, avenue Mira 11, Omsk, Russia

^аaistov_i@mail.ru, ^бalsvishev@mail.ru

Received 12.05.2014, accepted 19.07.2014

The article considers gear rotary pumps for various technological applications, which are widely used in different technical units, such as road or hoisting machines, petrochemical industry units and so on. Their main advantages are design simplicity, compactness, reliability and comparatively high efficiency, ability to use units at a high rotation speed of the drive shaft (to 100 sec⁻¹). Nevertheless, gear rotary pumps have some disadvantages such as sensitivity to mechanical impurities in the pumped power fluid; pulsation of the supercharge operating pressure and irregularity of power fluid supply; vibroacoustic hyperactivity (there is a clear connection between gear pumps pulsation performance of and their acoustic noise level). One of the ways to ensure efficient performance of hydroficated machines and to increase its efficiency is to improve the design of these unites. The article gives a detailed analysis of scientific and technical literature and patents that reveals contemporary trends in gear rotary pumps designs development, namely design simplification; serviceability and maintainability; reduction of weight, overall dimensions, noise and vibration making; reliability, operation life, mechanical and volumetric efficiency enhancement.

Keywords: hydroficated machines, hydraulic power unit, gear rotary pump, hydraulic machine, pump engineering.

Обоснование параметров выравнивающейся платформы универсальной лесозаготовительной машины

А.Н. Сухих^а, А.В. Багинов^б

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аcyxux2005@mail.ru, ^бbaga.bsu@gmail.com

Статья получена 14.06.2014, принята 20.08.2014

Основным направлением совершенствования лесозаготовительных машин, повышающего их эффективность, может стать создание парка новых лесных машин, обеспечивающих освоение современных технологий лесозаготовок на базе универсальных машин. Производство лесозаготовительных машин развивается по линии создания объединенных систем агрегатов, предназначенных для выполнения части или всего комплекса лесосечных операций. Для этого предложена валочно-трелевочная машина с трехопорной выравнивающейся платформой. Смоделирована работа трехопорной выравнивающейся платформы и определена величина хода штока гидроцилиндров оборудования данной платформы для компенсации уклона рельефа местности и выравнивания поворотной платформы на уклонах. Трехопорная выравнивающаяся платформа позволит оператору универсальной машины находиться в удобном положении при заготовке леса на склонах. Применение предлагаемой разработки позволит улучшить характеристики отечественных лесозаготовительных машин, повысит эффективность лесозаготовок при работе в сложных условиях на склонах.

Ключевые слова: лесозаготовительные машины, совершенствование, трехопорная выравнивающаяся платформа, эффективность, лесозаготовки.

Justification of parameters for self-leveling platforms of all-purpose timber harvesting machine

A.N. Suhih^a, A.V. Baginov^b

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^acyxux2005@mail.ru, ^bbaga.bsu@gmail.com

Received 14.06.2014, accepted 20.08.2014

The main direction of improvement of timber harvesting machines, which increases their efficiency, might be the creation of a new vehicle park of timber harvesting machines ensuring the development of modern harvesting technologies on the basis of all-purpose machines. Timber harvesting machinery is being developed through the creation of joint systems of units designed to perform all or a part of the complex of timber logging operations. To perform it a felling and skidding machine with a three-point self-leveling platform has been proposed. A run mode of the three-point self-leveling platform has been modeled and the scope of the valve rod travel in hydraulic cylinders for the equipment of three-point self-leveling platforms has been defined to compensate the slope of the lie of the ground and to level a rotary platform on slopes. Three-point self-leveling platform will allow the operator of the all-purpose timber harvesting machine to be in a comfortable position when logging on slopes. If the development proposed is used, it will improve characteristics of home forest machines, increase the efficiency of logging when working in difficult conditions on slopes.

Keywords: timber harvesting machine, improvement, three-point self-leveling platform, efficiency, logging.

Сравнительная характеристика стеновых керамических изделий из природного и техногенного сырья

М.И. Цинделиани

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

kuklajoty@rambler.ru

Статья поступила 15.05.2014, принята 29.07.2014

Одним из способов улучшения технико-экономических показателей и повышения качества стеновой керамики является расширение сырьевой базы путем полной или частичной замены глинистого сырья местными техногенными отходами. В качестве таких сырьевых компонентов для производства стеновых керамических изделий могут выступать микрокремнезем (МК) – отход Братского завода ферросплавов – и высококальциевая зола-унос (З-У), отход от сжигания углей Ирша-Бородинского месторождения, образующийся на Иркутской ТЭС-7. В Иркутской области одним из главных потребителей МК и З-У может стать кирпичная промышленность, потребляющая ежегодно свыше 100 млн. тонн глинистого сырья и нуждающаяся в пополнении сырьевых ресурсов. В работе приведена сравнительная оценка основных характеристик стеновых керамических изделий, производимых из суглинка и с применением микрокремнезема. В статье представлены результаты опытно-промышленного эксперимента и радиологического исследования керамических материалов на основе микрокремнезема. Установлено, что на основе микрокремнезема и добавок возможно изготовление эффективного лицевого кирпича при пониженной температуре обжига (850 °С). Установлено, что морозостойкость кремнеземистых керамических материалов составляет 75 циклов попеременного замораживания и оттаивания, что отвечает требованиям для лицевых изделий.

Ключевые слова: высококальциевая зола-унос, микрокремнезем, закарбонизованный суглинок, жидкое стекло, кислоты жирные талловые омыленные.

Comparative characteristics of wall ceramic products from natural and man-made raw materials

M.I. Tsindeliani

Bratsk State University, 40 Makarenko Str., Bratsk, Russia

kuklajoty@rambler.ru

Received 15.05.2014, accepted 29.07.2014

One of the ways to improve technical and economic performance and increase the quality of wall ceramics is to expand resource base by replacing totally or partially clay raw materials with local man-made waste. To produce wall ceramic products microsilica (wastes from Bratsk Ferroalloy Plant) and high-calcium fly ash (coal combustion waste from Irsha-Borodinsky deposit generated at Irkutsk Thermal Power Plant-7) can be used as the raw materials. In the Irkutsk region brick industry can become one of the main consumers of microsilica and high-calcium fly ash. It consumes more than 100 million ton of the clay raw materials annually and needs to have its raw resources replenished. The article gives a comparative evaluation of the main characteristics of wall ceramic products produced from the clay loam and with the use of microsilica. The article presents the results of an industrial experiment and radiological study of ceramic materials based on microsilica. It has been established that on the basis of microsilica and some additives effective face bricks can be produced under lower firing temperature (850°C). It has also been established that freeze-thaw resistance of silica ceramic materials is 75 cycles of freezing and thawing and meets the requirements for face products.

Keywords: high-calcium fly ash, microsilica, carbonized clay loam, liquid glass, tall oil fatty saponified acids.

Контроль качества и оценка надежности сборных железобетонных конструкций со сложным напряженным состоянием

Г.В. Коваленко^a, С.А. Жердева^b, И.В. Дудина^c

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^ask@brstu.ru, ^biva21041977@yandex.ru, ^cisf@brstu.ru

Статья поступила 25.06.2014, принята 28.08.2014

Приводится анализ напряженно-деформированного состояния несущих стеновых панелей, испытывающих сложное напряженное состояние, по разным расчетным моделям. Приведены численное моделирование и практическое использование нелинейно-деформационной модели, изложены рекомендации по контролю качества несущих стеновых панелей на основе интегральной оценки их надежности. Приведена методика натурных испытаний сборных железобетонных конструкций согласно ГОСТ 8829-94. В процессе нагружения при испытаниях оценивались следующие параметры работы конструкции: перемещения опор, прогибы конструкции в сечениях, подлежащих анализу, от вертикальной и горизонтальной нагрузок – линейные деформации. Для проведения численного эксперимента и для практического использования дискретной модели была написана программа для ЭВМ по оценке напряженно-деформированного состояния железобетонных стеновых панелей при сложном напряженном состоянии с учетом физической нелинейности материалов DIASTEN. Программа позволяет получить распределение напряжений по сечению на каждом этапе нагружения с учетом влияния эксцентриситетов, а также оценить несущую способность и эксплуатационную пригодность стеновых панелей. Внедрение на заводах ЖБИ автоматизированной системы неразрушающего контроля позволит получить достаточную статистическую информацию о действительной эксплуатационной пригодности и надежности конструкций.

Ключевые слова: сборные железобетонные конструкции, сложное напряженное состояние, контроль качества, оценка надежности, нелинейно-деформационная модель, приемочный контроль.

Quality control and evaluation of reliability of precast concrete structures with combined stress state

G.V. Kovalenko^a, S.A. Zherdeva^b, I.V. Dudina^c

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^ask@brstu.ru, ^biva21041977@yandex.ru, ^cisf@brstu.ru

Received 25.06.2014, accepted 28.08.2014

The article deals with the stress strain behavior of the load-bearing wall panels experiencing combined stress state, on various design models. Numerical modelling and practical use of nonlinear and deformation model has been given, some recommendations about quality control of load-bearing wall panels have been presented on the basis of an integrated assessment of their reliability. According to All-Union State Standard 8829-94 a technique of natural tests of precast concrete structures has been given. When loading during tests some assessments were made such as displacement of the supports, structural deflections in the sections under analysis because of the vertical and horizontal loads, i.e. linear deformations. To carry out a numerical study and to use a discrete model practically a computer program was written. It is aimed at assessing the stress strain behavior of the concrete wall panels under combined stress state taking into account physical nonlinearity of the materials DIASTEN. The program allows getting distribution of stresses over the section at each loading stage taking into account concentricity influence. It also allows assessing load-bearing ability and operational suitability of the wall panels. If automated system of nondestructive control is put into practice on concrete product plants, it will allow getting sufficient statistical information about valid operational suitability and reliability of structures.

Keywords: precast concrete structures, combined stress state, quality control, reliability assessment, nonlinear and deformation model, acceptance inspection.

Определение оптимальных размеров бруса и досок при раскрое пиловочника средних и больших размеров брусом-развальным способом

А.И. Агапов

Вятский государственный университет, ул. Московская 36, Киров, Россия

kaf_mtd@vyatsu.ru

Статья поступила 10.05.2014, принята 15.08.2014

Математическая модель оптимизационной задачи раскроя пиловочника составлена для раскроя пиловочника с получением одного бруса и трех пар боковых досок. Математическая модель включает в себя целевую функцию и четыре уравнения связи. Для решения математической модели использовался метод множителей Лагранжа. Алгоритм решения задачи представлен в относительных единицах. Расчет оптимальных размеров по полученному алгоритму решения задачи производился численным методом. Подтверждается ранее принятая гипотеза о том, что с увеличением толщины бруса и, следовательно, его объема, размеры и объем боковых досок уменьшаются, и наоборот. Очевидно, имеется такое соотношение размеров бруса и боковых досок, при котором целевая функция принимает максимальное значение. Для данной схемы раскроя пиловочника оптимальная толщина бруса составляет 0,359 от диаметра бревна в вершинном торце.

Ключевые слова: пиловочник, брусомый способ, брус и доски, математическая модель, критерий оптимальности, целевая функция, уравнение связи, функция Лагранжа, алгоритм задачи, численный метод, оптимальные размеры.

Setting optimal sizing of the square-sawn timber and boards when cutting medium and large sawn timber with side log way of sawing

A.I. Agapov

Vyatka State University, 36 Moskovskaya St., Kirov, Russia

kaf_mtd@vyatsu.ru

Received 10.05.2014, accepted 15.08.2014

To breakdown sawn timber with getting square-sawn timber and three pairs of side boards a mathematical model of optimization task for sawing process has been formulated. The model includes an objective function and four constraint equations. To solve the mathematical model Lagrange multiplier method has been used. Solution algorithm has been presented in relative units. Optimal sizing was calculated with numerical method and by using solution algorithm. Hypothesis, accepted earlier, has been confirmed that the thicker square-sawn timber is, hence the more its volume and sizing are, the less the volume and sizing of the side boards are, and vice versa. It is evident that there is a ratio between square-sawn timber sizing and sizing of side boards. For this scheme of breaking sawn timber down optimum bar thickness is 0.359 of the diameter of the log at the apex end.

Keywords: sawn timber, side log way of sawing, square-sawn timber and side boards, mathematical model, optimality criterion, objective function, constraint equation, Lagrange multiplier method, numerical method, optimal sizing.

Совместное влияние температуры и влажности древесины сосны на энергоёмкость процесса поперечного пиления

И.В. Григорьев^{1а}, Е.Г. Хитров^{1б}, В.А. Иванов^{2с}, В.И. Жданович^{3д}, М.В. Дербин^{3е}

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. Кирова, Институтский пер. 5, Санкт-Петербург, Россия

²Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

³Северный (Арктический) федеральный университет им. Ломоносова, наб. Северной Двины 17, Архангельск, Россия

^аtlzp@inbox.ru, ^бyegorkhitrov@gmail.com, ^сivanovva55@mail.ru, ^дlid@brstu.ru, ^еiti@narfu.ru

Статья получена 16.06.2014, принята 17.08.2014

Приводятся результаты экспериментальных исследований взаимного влияния отрицательной температуры и влажности на удельную работу при пилении древесины сосны острой пильной цепью. Эксперименты выполнялись на специализированном стенде сравнительного испытания пильных цепей в лаборатории кафедры технологии лесозаготовительных производств СПбГЛТУ. Для опытов использованы образцы древесины сосны размером 150x150x3000 мм с влажностью в диапазоне от 20 до 180 %, при температуре от 0 до – 30 °С. Приводятся результаты статистической обработки опытных данных: модель для определения поправочного коэффициента для учета взаимного влияния отрицательной температуры и влажности при определении удельной работы, показатели вариативности коэффициентов полученной модели. Адекватность полученной модели экспериментальным данным подтверждена с использованием критерия Фишера ($F_p = 1,24$). По результатам исследований установлен доверительный интервал изменения поправочного коэффициента (± 3 %). Результаты исследований показали, что пренебрежение взаимным влиянием отрицательной температуры и влажности при расчете удельной работы резания при пилении древесины сосны приводит к получению заниженных (до 74 %) значений удельной работы. В заключении освещается перспектива дальнейших исследований энергоёмкости процесса поперечного пиления древесины.

Ключевые слова: поперечное пиление, энергоёмкость, влажность, отрицательная температура, удельная работа резания.

Energy consumption in pine wood cross-sawing with regard of the mutual influence of temperature and humidity

I. V. Grigoriev^{1а}, E. G. Hitrov^{1б}, V. A. Ivanov^{2с}, V. I. Zhdanovich^{3д}, M. V. Derbin^{3е}

¹St Petersburg State Forest Technical University under name of S.M. Kirov, 5 Institutsky per., St Petersburg, Russia

²Bratsk state university, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

³Northern (Arctic) Federal University under name of M.V. Lomonosov, 17 Severnaya Dvina Emb., Arkhangelsk, Russia

^аtlzp@inbox.ru, ^бyegorkhitrov@gmail.com, ^сivanovva55@mail.ru, ^дlid@brstu.ru, ^еiti@narfu.ru

Received 16.06.2014, accepted 17.08.2014

The article presents the results of experimental studies of mutual influence of negative temperature and humidity on the specific work when sawing pine with a sharp saw chain. The experiments were carried out on a dedicated stand for comparative tests of saw chains in the laboratory of the Department of Timber Production of St Petersburg State Forest Technical University under name of S.M. Kirov. For the experiment, samples of pine wood with the size of 50x150x3000 mm and with moisture ranging from 20 to 180% at a temperature between 0-30°C were used. Some results of statistical processing of the experimental data have been presented. They are a model for determining the correction coefficient to account for the mutual influence of negative temperature and humidity when determining pre-unit work, indices of the variation coefficients of the given model. The adequacy of the model to experimental data has been confirmed with using Fisher's exact test ($F_p = 1.24$). According to the research, a confidence interval of changes for the correction coefficient (± 3 %) has been found. The results have shown that if neglected, the mutual influence of negative temperature and humidity leads to underestimated (up to 74%) values of the pre-unit work when calculating cross-sawing pre-unit work for pine sawing. The conclusion highlights the prospect of further research of energy consumption of the timber cross-sawing process.

Keywords: cross-sawing, energy consumption, humidity, negative temperature, cross-sawing pre-unit work.

Методика определения производительности чистого пиления и энергозатрат при поперечном пилении мерзлой древесины

В.Е. Жданович

Северный (Арктический) федеральный университет им. Ломоносова, наб. Северной Двины 17, Архангельск, Россия
ivanovva55@mail.ru

Статья получена 25.06.2014, принята 17.08.2014

Ранее была обоснована важность проведения дополнительных исследований энергоемкости процесса поперечного пиления древесины цепными пилами и предложена методологическая основа проведения экспериментальных исследований по определению основной удельной работы резания при поперечном пилении древесины цепями. В частности, предложен адаптированный под исследование процесса поперечного пиления древесины подход, основанный на положениях общей прикладной теории измельчения материалов; проанализирована возможность применения основных положений механики разрушения материалов при определении численных значений основной удельной работы резания при поперечном пилении древесины цепными пилами. Кроме того, была показана связь упругих постоянных древесины (а именно – модуля упругости древесины при сжатии поперек волокон) и удельной работы резания при пилении ввиду того, что при исследовании процесса поперечного пиления необходимо учитывать совместное влияние отрицательной температуры и влажности древесины на ее свойства. Количество влаги распределено по стволу дерева неравномерно, по этой причине величина удельной работы резания будет переменной величиной, зависящей от положения пильной шины в формируемом пропиле. Это, в свою очередь, вносит коррективы в методику расчета потребной на пиление мощности, а также показателей, так или иначе связанных с ней. В статье предложена модель для определения производительности чистого пиления при поперечном пилении мерзлой древесины цепями с учетом переменного характера распределения влажности по стволу дерева. По результатам выполненных исследований получены универсальные зависимости для определения максимальной (по мощности двигателя бензомоторной пилы) производительности чистого пиления, времени формирования пропила и совершенной работы при поперечном пилении мерзлой древесины. При этом переменный характер распределения влажности по стволу дерева учтен при помощи вспомогательной линейной функции. Перспективой дальнейших исследований является интеграция полученных результатов в методику оценки качества лесопользования с использованием универсального критерия оценки по разности энергозатрат на получение продуктов лесопользования и их энергоемкости (за показатель качества рассматриваемого процесса принимается энергетическая эффективность, получаемая как разность энергоемкости продуктов лесопользования и затрат на все фазы их получения).

Ключевые слова: поперечное пиление, производительность чистого пиления, мерзлая древесина.

Technique for determining finish sawing productivity and energy demands under cross-cutting of the frozen wood

V.E. Zhdanovich

Northern (Arctic) Federal University under name of M.V. Lomonosov, 17 Severnaya Dvina Emb., Arkhangelsk, Russia
ivanovva55@mail.ru

Статья получена 25.06.2014, принята 17.08.2014

Conducting some additional research in energy intensity of the cross-cutting process with gasoline chain saws is of great importance and has already been the subject of our research. Methodological basis for experimental research in determining the basic per-unit cutting work under cross-cutting with gasoline chain saws has been proposed. In particular, an approach, adapted to the research of the cross-cutting process and based on the provisions of the theory of material breakage, has been offered. Possibility of using some basic provisions of material breakage mechanics when finding numerical value of the basic pre-unit cutting work under cross-cutting with gasoline chain saws has been analyzed. Moreover, a relation between wood elastic constants (modulus of wood elasticity under compressing perpendicular the grain, specifically) and pre-unit cutting work under cross-cutting has been shown as a joint effect of negative temperatures and wood moisture content which is made on the wood properties when studying the cross-cutting process should necessarily be taken into consideration. The amount of moisture is distributed unequally along the tree trunk that is why the quantity of the pre-unit cutting work is variable depending on the chain guide position in the saw-cut which, in terms, makes allowances in technique for calculating required cutting capacity and all the data connected with the capacity. The article proposes the model for determining finish sawing productivity under cross-cutting of the frozen wood with gasoline chain saws and with taking into account a variable pattern of the moisture distribution along the tree trunk. According to the results of the research conducted, some general dependencies for determining maximum (which depends on the capacity of a gasoline chain saw) productivity of finish sawing, the saw-cut forming time and the perfect work under cross-cutting of the frozen wood have been received. A variable pattern of the moisture distribution along the tree trunk has been taken into account with the help of the auxiliary linear function. A potential for further research is the integration of the given results into the technique of quality control of wood exploitation by using general evaluation criterion depending on the

differences of energy demands to receive the products of wood exploitation and their energy intensity (power effectiveness, received as a difference between energy intensity of the products of wood exploitation and energy demands for all the phases of receiving the products, has been taken as a quality parameter of the process under research).

Keywords: cross-cutting, finish sawing productivity, frozen wood.

Опыт внедрения методов интенсивного лесного хозяйства на базе инновационного технологического кампуса ПетрГУ*

В.М. Лукашевич^{1 а}, А.Н. Пеккоев^{2 б}, А.А. Селиверстов^{1 с}, Ю.В. Суханов^{1 д}

¹Петрозаводский государственный университет, пр. Ленина 33, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия

²Карельский научный центр Российской академии наук, ул. Пушкинская 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия

^аlvm-dov@mail.ru, ^бpek-aleksei@list.ru, ^сalexander@petsu.ru, ^дyurii_ptz@bk.ru

Статья получена 11.05.2014, принята 13.08.2014

На лесоинженерном факультете Петрозаводского государственного университета в рамках международного сотрудничества изучаются современные подходы и технологии, помогающие при переходе к интенсивным методам ведения лесного хозяйства. Одним из результатов этой деятельности являются заложенные постоянные пробные площади на территории учебно-лабораторного комплекса ПетрГУ, используемые для обучения студентов и научных исследований в области ухода за лесом, а также для демонстрации современных технологий ведения интенсивного лесного хозяйства. В статье представлены результаты первого этапа исследования современных технологий рубок ухода на постоянных пробных площадях: приведены описание методик закладки пробных площадей и назначения деревьев в рубку; содержатся методы, технологии и описание систем машин, примененных для проведения рубок ухода разной интенсивности; приведены таксационные характеристики древостоев пробных площадей до и после рубок ухода, а также оценка качества проведенных рубок ухода на пробных площадях. В конце статьи приведены результаты компьютерного моделирования влияния проведенных рубок ухода на дальнейшее развитие древостоя с помощью программного продукта НИИ леса Финляндии MOTTI.

Ключевые слова: интенсивное лесное хозяйство, пробные площади, рубки ухода, моделирование хода роста

Experience in reducing intensive forestry methods based on innovation and technology campus of Petrozavodsk State University to practice

V.M. Lukashevich^{1 а}, A.N. Pekkoiev^{2 б}, A.A. Seliverstrov^{1 с}, Y.V. Sukhanov^{1 д}

¹Petrozavodsk State University, Lenin av. 33, Petrozavodsk, Russia

²Karelian Research Centre of Russian Academy of Sciences, Pushkinskaya str. 11, Petrozavodsk, Russia

^аlvm-dov@mail.ru, ^бpek-aleksei@list.ru, ^сalexander@petsu.ru, ^дyurii_ptz@bk.ru

Received 11.05.2014, accepted 13.08.2014

Faculty of Forestry at the Petrozavodsk State University (PetrSU) explores modern technologies of intensive forest management practices. One of the results of these activities are forest plots used for student learning, researching of forestry and demonstrating the modern technologies of intensive forestry. The article presents the results of the first phase of the study of modern technologies of thinning on the forest plots in educational-laboratory complex of Petrozavodsk State University: creating forest experimental plots, thinning with varying intensity, assess the quality of thinning and simulating in MOTTI program impact of thinning on the further development of the forest stand. This article was prepared as part of a research project Karelia ENPI CBC "Novel cross-border solutions for intensification of forestry and increasing energy wood use".

Keywords: intensive forestry, sample forest plots, thinning, forest stand growth simulation

Изменение рН и электропроводность снежного покрова Братска*

Н.И. Янченко^a, А.Н. Баранов^b, В.А. Ершов^c, Е.В. Тимкина^d

Иркутский государственный технический университет, ул. Лермонтова 83, Иркутск, Россия

^afduecn@bk.ru, ^ba_baranow@mail.ru, ^cv.ershov@mail.ru, ^dtimkina.ekaterina@yandex.ru

Статья поступила 15.05.2014, принята 11.08.2014

В марте 2013 и 2014 годов, перед активным снеготаянием, был выполнен отбор проб снежного покрова в Братске. Пробы снега характеризуют состояние атмосферного воздуха за период устойчивого снежного покрова с октября по март. Величина рН и электропроводности в фильтрате снеговой воды отражает наличие водорастворимых газовых примесей и аэрозолей в атмосфере. В качестве районов исследования снежного покрова выбраны селитебная территория и основная промышленная зона Братска. Установлено, что атмосфера в жилых районах менее загрязнена по сравнению с промышленной зоной. Особенностью снежного покрова в Братске является не закисление снежного покрова, а смещение рН в щелочную область. Это обусловлено применением соединений натрия в технологии производства алюминия и в целлюлозно-бумажном производстве. Отмечено, что в районах незамерзающей реки Ангара регистрируется повышенное значение электропроводности по сравнению с ближайшими точками отбора. Вероятно, это связано с процессами, идущими на границе «атмосфера – водная поверхность».

Ключевые слова: электропроводность, снежный покров, ландшафт, корреляция, величина рН.

Changing pH and conductivity of the snow cover in the city of Bratsk

N.I. Yanchenko^a, A.N. Baranov^b, V.A. Ershov^c, E.V. Timkina^d

Irkutsk State Technical University, 83 Lermontov Str., Irkutsk, Russia

^afduecn@bk.ru, ^ba_baranow@mail.ru, ^cv.ershov@mail.ru, ^dtimkina.ekaterina@yandex.ru

Received 15.05.2014, accepted 11.08.2014

In March 2013 and 2014 before the active snowmelting, sampling of snow in the city of Bratsk was done. Snow samples characterize the state of the air for a period of stable snow cover from October to March. PH value and conductivity of the filtrate snow water reflects the presence of water-soluble trace gases and aerosols in the atmosphere. As the survey shows, some areas of snow cover selected residential areas and the main industrial zone of Bratsk. It has been established that the atmosphere in residential areas is less polluted compared to industrial zones. Special feature of the snow cover in Bratsk is not its acidification but pH-shifting to the alkaline range. This is due to the use of compounds of sodium in aluminum production and in pulp and paper industry. It has been noted that in areas of unfrozen river Angara high conductivity value as compared to the closest points of the selection was registered. This is probably due to the processes occurring at the border «atmosphere – water surface».

Keywords: conductivity, snow cover, landscape, correlation, pH value.

Совместная переработка древесной зелени темнохвойных пород

Е.В. Петренко^{1a}, В.Н. Паршикова^{1b}, Р.А. Степень^{2c}

¹Торгово-экономический институт Сибирского федерального университета, ул. Л. Прушинской 2, Красноярск, Россия

²Сибирский государственный технологический университет, ул. Мира 82, Красноярск, Россия

^a evp.2011@yandex.ru, ^b pvn46a@mail.ru, ^c stepen.rob@yandex.ru

Статья получена 6.05.2014, принята 27.07.2014

Содержание и динамика пигментов и водорастворимых веществ, а также компонентный состав эфирного масла древесной зелени пихты и ели являются близкими, что указывает на целесообразность их совместной переработки. Совместная заготовка сырья позволяет механизировать ее проведение, благодаря чему из регламента исключается ручная дорогостоящая операция. Это дает возможность совместить заготовку и подготовку сырья к переработке, проведение которых может осуществляться при его транспортировании с лесосеки на промышленную площадку предприятия. Экономическая эффективность предлагаемой технологии достигается лишь при выработке, наряду с традиционным эфирным маслом, хвойных экстрактов. Результаты лабораторных исследований указывают на возможность модифицирования ими фенолоформальдегидных смол, открывающую перспективы их широкого применения в мебельной отрасли и в производстве древесных плит. Следствием этого должно стать развитие на базе малоэнергетических пихтово-еловых массивов постоянно действующих лесохимических комплексов. Внедрение технологии и разработка рабочего аппарата, сочетающего отгонку острым водным (этанольным) паром и орошение флорентинной водой (раствором этанола) сырья, позволяет увеличить выход товарного продукта до 15-17 % от абс. сухой массы и ускорить производственный процесс.

Ключевые слова: эфирное масло, хвойный экстракт, совместная заготовка и переработка сырья.

Co-processing of wood greens from dark coniferous species

E.V. Petrenko^{1a}, V.N. Parshikova^{1b}, R.A. Stepen^{2c}

¹Institute of Trade and Economics of Siberian Federal University, 2 Prushinskaya St., Krasnoyarsk, Russia

²Siberian State Technological University, 82 Mira St., Krasnoyarsk, Russia

^a evp.2011@yandex.ru, ^b pvn46a@mail.ru, ^c stepen.rob@yandex.ru

Received 6.05.2014, accepted 27.07.2014

Content and dynamics of pigments and water-soluble substances, as well as component composition of essential oil of wood fir and spruce greens are similar. It denotes the practicability of their co-processing. By co-stocking raw materials it allows mechanizing its implementation and excluding expensive manual operation. It gives a possibility to combine stocking and preparation of raw materials for processing which is possible only under transportation of raw materials from the cutting area to the industrial site of the enterprise. Economic effectiveness of the technology proposed can be achieved only by producing pine extracts along with traditional essential oil. The laboratory results indicate the possibility of modifying phenol-formaldehyde resins by them which opens prospects for their widespread use in the furniture-making industry and in the production of wood panels. The consequence of this should be the development of permanent wood chemical complexes on the basis of low-power fir-and-spruce sets. Implementation of the technology and development of the system, combining direct water-steam distillation (ethanolic) and irrigation with florentine water (ethanol) of raw materials allows increasing the output of market product up to 15-17% of the absolute dry weight and accelerating the manufacturing process.

Keywords: essential oil, pine extract, co-stocking and co-processing of raw materials.

Комплексная оценка адаптивной способности и перспективности древесных интродуцентов в условиях Восточной Сибири (на примере г. Братска)

П.С. Гнаткович

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

Gnatkovich_pavel_88@mail.ru

Статья получена 7.06.2014, принята 9.08.2014

В статье рассмотрены проблемы оптимизации и расширения ассортимента городской растительности посредством введения в культуру интродуцированных деревьев и кустарников для повышения устойчивости и долговечности зеленых насаждений, а также улучшения эстетических свойств городских посадок и обогащения визуальной среды. Проведена комплексная оценка степени адаптации древесных интродуцентов, произрастающих в Братске, по трем критериям – характер роста, генеративное развитие и зимостойкость в сравнении с данными показателями в условиях естественного произрастания (методика Н.А. Кохно). Исследованы 38 видов и одна декоративная форма древесных интродуцентов. Для определения перспективности использования декоративных интродуцентов в городском озеленении проведена комплексная оценка успешности интродукции по методике Главного ботанического сада с использованием следующих критериев: степень вызревания побегов, зимостойкость, сохранение габитуса, побегообразование, регулярность прироста побегов, способность к генеративному развитию и способы размножения, характеризующие состояние и перспективы выращивания растений в городских посадках. При статистической обработке собранных данных были получены зависимости успешности интродукции и уровня декоративности от степени адаптации видов в климатических условиях Братска. В результате исследования были определены перспективные виды древесно-кустарниковых растений для расширения ассортимента городской растительности. Для зеленого строительства в условиях Восточной Сибири и Братска в частности рекомендовано к использованию 29 видов и одна декоративная форма древесных растений, получившие высокие оценки адаптивной способности и успешности интродукции.

Ключевые слова: интродукция, адаптация, акклиматизация, декоративность, древесно-кустарниковая растительность, перспективность интродуцентов, ассортимент зеленых насаждений.

Complex assessment of adaptive capacity and prospectivity of wood introduced species in Eastern Siberia (by the example of the city of Bratsk)

P.S. Gnatkovich

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

Gnatkovich_pavel_88@mail.ru

Received 7.06.2014, accepted 9.08.2014

The article considers the problem of optimizing and expanding the range of urban vegetation by adding introduced trees and shrubs into culture to increase the stability and durability of green space as well as to improve aesthetics of urban plantations and to enrich visual environment. Complex assessment of the degree of adaptation of introduced species growing in Bratsk has been made. It is based on three criteria such as growth patterns, generative development, and winter hardiness in comparison with data rates in natural habitat (the Kohno technique). 38 species and one decorative form of wood introduced species have been studied. To determine the prospectivity of using decorative exotic species in urban landscaping complex assessment of introduction success has been made by using the method of the Central Botanical Gardens named after N.V. Tsitsin by following criteria: the degree of sprouts ripening, winter hardiness, habit saving, sprout formation, regularity of sprout growth, ability to generative development and ways of reproduction characterizing the state and prospects for plants cultivation in urban plantings. While processing the data collected, dependences of introduction success and decorativeness level on the degree of species adaptation to Bratsk climatic conditions have been received. As a result, prospective species of trees and shrubs have been determined to extend the range of urban vegetation. To build up green space in Eastern Siberia and in Bratsk particularly 29 species and one decorative form of wood plants received high marks on their adaptive capacity and introduction success have been recommended to use.

Keywords: introduction, adaptation, acclimatization, decorativeness, trees and shrubs, prospectivity of introduced species, range of green spaces.

Оценка видового разнообразия растительных сообществ окрестностей поселка Зяба Братского района

О.А. Костромина

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

oxi.bratsk@mail.ru

Статья поступила 13.06.2014, принята 20.08.2014

Проведены исследования по оценке видового разнообразия травянистой и кустарниковой растительности окрестностей п. Зяба Братского района. Объектом исследования является травянисто-кустарниковая растительность характерных растительных сообществ данного района. Цель исследования – оценить экологическое состояние лесов окрестностей п. Зяба по видовому богатству. Флористические и геоботанические исследования проводились в течение шести лет и предусматривали как полевые экспедиции, так и камеральную обработку материала. За это время был собран обширный гербарный материал, составлены геоботанические описания. Кроме того, учтены гербарные коллекции кафедры воспроизводства и переработки лесных ресурсов, собранные другими коллекторами в предыдущие годы. Проанализированы таксономическая, поясно-зональная, ареалогическая и биоморфологическая структуры флоры исследуемого района. Флористический анализ показал, что основу флоры составляют покрытосеменные растения (240 видов, 92,3 %). Соотношение числа видов двудольных и однодольных составляет 3,8:1, что практически совпадает с аналогичным соотношением во флоре Иркутской области (2,7:1). Десять ведущих семейств содержат 98 родов (54,75 % общего числа родов), охватывающих 148 видов (56,92 % общего разнообразия), из которых аборигенными являются 137 видов (52,69 % аборигенной фракции). Во флоре п. Зяба особенно широко представлены типичные доминанты бореальных флор Евразии – семейства Asteraceae, Poaceae (20,38 % всей флоры), на бореальный характер флоры указывает также высокое положение семейств Rosaceae и Ranunculaceae. Все это свидетельствует о типичности флористического состава. Видовое богатство района исследования было оценено как эталонное для нашего региона.

Ключевые слова: флора, биоразнообразие, флорогенез, таксономия, экобиоморфы, ареал.

Assessment of a vegetation community diversity in surrounding areas of the settlement of Zyaba of Bratsk region

O.A. Kostromina

Bratsk state university, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

oxi.bratsk@mail.ru

Received 13.06.2014, accepted 20.08.2014

Research on the assessment of vegetation community diversity of the grassland and shrub vegetation in surrounding areas of the settlement of Zyaba of the Bratsk region have been conducted. An object of research is grassland and shrub vegetation of the typical vegetation communities of this area. The research objective is to assess an ecological condition of the forests on their vegetation community diversity in surrounding areas of the settlement of Zyaba of Bratsk region. Floristic and geobotanical researches have been conducted within six years and provided both field expeditions, and cameral processing of a material. Extensive herbarium material has been gathered during this time and geobotanical descriptions have been made. Besides, herbarium collections of the Department of Reproduction and the Processings of forest resources collected by other collectors in previous years have been taken into consideration. Taxonomical, zonal, areographic and biomorphic structures of the plant kingdom of the area under research have been analyzed. Floristic analysis has shown that the majority of the plant kingdom is metasperms (240 species, 92.3%). Correlation between dicotyledonous and monocotyledonous plants is 3.8:1, which is almost the same with analogous correlation in Irkutsk oblast (2.7:1). 10 main families have 98 family geni (54.75% from the whole number of family geni) and they comprise 148 species (56.92% from the whole diversity), of which 137 species are the native plants (52.69% of native fraction). Typical dominators of boreal Euroasian plants are in the plant kingdom of the settlement of Zyaba of the Bratsk region. They are such families like Asteraceae, Poaceae (20.38% of the whole plants). Superior position of the families Rosaceae u Ranunculaceae demonstrate the boreal nature of the plants. All that speak for typical plant content. Species diversity of the area under research has been assessed as a standard one for our region.

Keywords: plant kingdom, biodiversity, florogenesis, taxonomy, ecobiomorphs, areal.

