

## РЕЗЮМЕ

УДК 621.9.02

### **Михайлов М. И., Никитенко Д. В., Кузьмич В. И. Расчет величины огранки при вихревом фрезеровании цилиндрических поверхностей**

Изучено влияние параметров инструмента и режима резания при вихревой обработке цилиндрических поверхностей. Установлено, что при увеличении относительной частоты вращения инструментальной головки и обрабатываемой детали в три раза в интервале от 20 до 60 огранка уменьшается до 9 раз, а в интервале от 120 до 360 – до 7,5 раза при  $r_f = 15,5$  мм,  $R_a = 27$  мм,  $\varepsilon = 0^\circ$ . При увеличении радиуса  $R_a$  от 20 до 27 мм огранка увеличивается в среднем в 1,9 раза. Выявлено, что при увеличении угла  $\varepsilon$  от  $0^\circ$  до  $15^\circ$  огранка уменьшается в среднем до 1,1 раза.

### **Mikhailov M. I., Nikitenko D. V., Kuzmich V. I. Calculation of the Amount of Cutting during Whirl Circular Milling**

The influence of the tools parameters and a cutting mode during whirl circular milling are studied. It is established that at the increase of relative rotational frequency of the tool head and the part worked by three times in the interval from 20 to 60 cutting is reduced by the value of up to 9, and in the interval from 120 to 360 it is up to 7.5 times at  $r_f = 15.5$  mm,  $R_a = 27$  mm,  $\varepsilon = 0^\circ$ . When radius  $R_a$  is increased from 20 to 27 mm cutting is increased by 1.9 on the average. It is established that at the angle  $\varepsilon$  increase from  $0^\circ$  to  $15^\circ$  cutting is reduced by up to 1.1 on the average.

УДК 004.94

### **Короткевич С. Г., Ковтун В. А., Вырский А. Н. Оценка эксплуатационной надежности топливных баков с опорами креплений зерноуборочных комбайнов методом компьютерного моделирования**

Представлены результаты исследований, полученные в области прочностных свойств комплектующих изделий зерноуборочных комбайнов, которые могут быть использованы при ремонте и модернизации сельскохозяйственной техники с целью оптимизации технических объектов, а также при проектировании новых образцов технических конструкций. Проведены измерения возникающих значений виброускорений при различных режимах эксплуатации зерноуборочного комбайна и получен коэффициент динамики, который в дальнейшем учитывается в программном комплексе ANSYS и позволяет максимально точно определить возникающие напряжения в конструкционных элементах. Разработана конечно-элементная компьютерная модель конструкции топливного бака и его опор крепления. Проведен расчет и анализ распределения напряжений в конструкции, в результате чего были предложены необходимые усиливающие изменения. Методом компьютерного моделирования дана оценка и показана эффективность предложенных решений без проведения стендовых испытаний многочисленных дорогостоящих прототипов.

### **Korotkevich S. G., Kovtun V. A., Vytsky A. N. Evaluation of Maintainability of Fuel Tanks with Their Mounting Supports for Combine Harvesters by the Method of Computer Simulation**

The results of the study obtained in the aspect of strength properties of the components of the combine harvesters are presented which can be used during repair and modernization of agricultural machinery with the purpose of optimization of technical objects and also in designing new models of engineering structures. Measurements of the values of vibration acceleration occurring at various conditions of the grain combine harvesters operation are provided and the dynamic coefficient is produced which is later taken into consideration in program complex

ANSYS and enables maximum accurate determination of the stresses appearing in the structural elements. A finite-element computer model of the structure of the fuel tank and its mounting supports is developed. The calculation and the analysis of distribution of the stresses in the structure were conducted following which the necessary strengthening changes were proposed. Using the method of computer simulation the assessment of the proposed solutions is made and its efficiency is shown without development testing of multiple costly prototypes.

УДК 631.35

**Кондрашова А. Н., Джасов Д. В., Шантыко А. С., Попов В. Б. Снижение нагрузки элементов конструкции моста управляемых колес косилки самоходной путем рациональной установки гидроцилиндров**

Проведен анализ напряженно-деформированного состояния элементов моста управляемых колес косилки самоходной при различных условиях замыкания гидроцилиндров механизма поворота. Предложен интегрированный критерий выбора гидроцилиндра, который в крайнем положении должен замкнуться для минимизации нагрузок на элементы конструкции моста.

**Kondrashova A. N., Jasov D. V., Shantyko A. S., Popov V. B. Reducing Stress Loading of the Steerable Axle Structural Elements of the Self –Propelled Mower by Means of Efficient Positioning of Hydraulic Actuators**

The analysis of the stressed-strained state of the steerable axle elements of the self-propelled mower at various conditions of closing of the hydraulic actuator of the turning mechanism is conducted. An integrated criterion for the selection of the hydraulic actuator cylinder is proposed which should close at the end of the piston stroke to minimize loads on the axle structural elements.

УДК 631.35

**Ожерельев В. Н., Попов В. Б. Инновации процесса выделения зерна из колоса**

Проведен анализ физико-механических свойств зерновых колосовых культур и сформулирована задача снижения энергоемкости процесса их обмолота. Представлена инновационная конструкция молотильного аппарата, обеспечивающего в поперечном по отношению к стержню колоса направлении знакопеременное воздействие на колос. На базе экспериментальной установки был поставлен лабораторный эксперимент, сформированы адекватные математические модели в виде уравнений регрессии и определены основные параметры процесса выделения зерна из колоса. Реализация в конструкции молотильного устройства зерноуборочного комбайна знакопеременного воздействия для разрушения связей зерен со стержнем колоса обладает (по сравнению с использованием традиционного барабана бильного типа) высоким потенциалом для снижения энергоемкости процесса обмолота зерновых колосовых культур.

**Ozhereliyev V. N., Popov V. B. The Innovations of the Process of Separation of the Grain from the Ear**

The analysis of physical-mechanical properties of cereal crops is conducted and the problem of reducing energy intensity of the process of their threshing is formulated. The innovation design of the threshing mechanism providing alternating action upon the ear in the direction transverse to the stem of the ear is presented. On the basis of experimental unit a laboratory experiment was conducted, adequate mathematical models in the form of regression equations are formed and the main parameters of the process of separation of the grain from the ear are defined. Implementation of alternating action in the grain combine harvester threshing device design for breaking the ties of the grains with the stem of the ear has higher potential (as compared with the use of traditional rasp-bar threshing drum) for reducing energy intensity of the process of cereal crops threshing.

УДК 548.24

**Рюмцев А. А., Остриков О. М. Напряженно-деформированное состояние металлического стекла при деформировании его поверхности сосредоточенной нагрузкой в случае формирования полосы сдвига у поверхности материала**

Предложена методика определения полей напряжений в металлическом стекле при деформировании его поверхности сосредоточенной нагрузкой в случае формирования полосы сдвига у поверхности материала. Описан характер распределения напряжений по телу материала, а также определены опасные участки концентрации напряжений, где возможно развитие трещин.

**Riumtsev A. A., Ostricov O. M. Mode of Deformation of Metallic Glass during Deformation of Its Surface by Concentrated Load in Case of the Formation of the Shear Band Near the Surface of the Material**

The method of determining stress fields in metallic glass during deformation of its surface by the concentrated load in case of the formation of the shear band near the surface of the material is proposed. The nature of stress distribution over the body of the material is described and also black spots of stress concentration are determined where crack propagation is possible.

УДК 621.83

**Громько П. Н., Хатетовский С. Н., Трусов И. В., Юркова В. Л. Минимизация габаритных размеров ручной лебедки, разработанной на основе передачи эксцентрикового типа**

Предложено использовать для создания необходимого тягового усилия ручной лебедки эксцентриковую передачу внутреннего зацепления со сдвоенным эксцентриком. Описаны результаты исследований компьютерных моделей эксцентриковой передачи со сдвоенным эксцентриком ведущей шестерни с числом контактных пар (эксцентрик – зуб центрального колеса) – 2, 3 и 4. Установлено, что рациональное число контактных пар для данной эксцентриковой передачи равно 3, что позволило минимизировать габаритные размеры ручной лебедки в осевом направлении.

**Gromyko P. N., Khatetovski S. N., Trusov I. V., Yurkova V. L. Minimization of Overall Dimensions of the Hand Winch Developed on the Basis of Eccentric Gearing**

The use of the internal eccentric gear set with a double eccentric to create the necessary traction force of the hand winch is proposed. The results of the study of computer models of eccentric gearing with a twin eccentric of the drive gear with the number of contact pairs (eccentric – tooth of the center wheel) equal to 2, 3 and 4 are presented. It is established that the rational number of contact pairs for this eccentric gearing is equal to 3 which allowed to minimize overall dimensions of the winch in the axial direction.

УДК 693.554.1:621.825.22

**Галушкин Д. В., Одарченко И. Б., Ткачев В. М., Бобарикин Ю. Л., Селютин А. М. Техника и технология получения механических муфтовых соединений арматуры с параллельной резьбой**

Приведены способ и устройство для получения утолщений на концах арматурных стержней и последующего получения наружной резьбы. Разработана также конструкция механического муфтового соединения арматурных стержней, обладающая повышенной усталостной прочностью.

Реализация полученных результатов обеспечит возможность разработки отечественного оборудования для формирования резьбовых участков на арматурных стержнях ответственного назначения и будет способствовать дальнейшему внедрению импортозамещающих технологий и строительных инноваций в Республике Беларусь, а также расширению экспортных возможностей.

**Galushkin D. V., Odarchenko I. B., Tkachev V. M., Bobarykin Y. L., Selutin A. M. The Technique and the Technology of Producing Mechanical Coupling Joints of the Reinforcement with Parallel Thread**

The method and the device for producing bosses at the ends of reinforcement bars and then producing external thread are presented. The design of the mechanical coupling joints for the reinforcement bars having high fatigue strength is developed.

The implementation of the results obtained will enable to develop domestic equipment for producing thread areas on the reinforcement bars of high duty and will contribute to further introduction of import-substitution technologies and constructional innovations in the Republic of Belarus and also to expanding export possibilities.

УДК 621.793

**Пантелеенко Ф. И., Захаренко В. В., Специан М. В. Структура и свойства самофлюсующегося металлического покрытия типа EutalloyRW 12496, полученного газопламенным напылением с последующим оплавлением**

Изучено формирование структуры и свойства покрытий, полученных из сплава типа EutalloyRW 12496 (Ni–Cr–B–Si). Данный тип сплава может использоваться для упрочнения, защиты от абразивных частиц и коррозии. Покрытие было получено путем «горячего» газопламенного напыления с использованием порошка. Исследованы макро-, микро-структуры, что позволило оценить отсутствие дефектов, малую пористость и хорошую адгезию покрытия с подложкой. Измеренная микротвердость образцов показала увеличение твердости покрытия по сравнению со стальной подложкой в 5 раз.

**Panteleyenko F. I., Zakharenko V. V., Spetsian M. V. The Structure and the Properties of the Self-Fluxing Metal Coating of Eutalloy RW12496 type Produced by Flame Spraying with the Following Flowing**

The formation of the structure and the properties of coatings produced of the EutalloyRW 12496 (Ni–Cr–B–Si) type alloy are considered. This type of alloy can be used for hardening, for the protection from abrasive particles and corrosion. The coating was produced by hot flame spraying with the use of powder. The macro- and microstructures were studied which enabled to appreciate the absence of defects, low porosity and good adhesion of the coating to the substrate. Measured microhardness of the samples demonstrated the coating hardness increase by 5 times as compared with the steel substrate.

УДК 621.3.032

**Давыдова О. В., Подденежный Е. Н., Дробышевская Н. Е., Бойко А. А., Стренк В., Томала Р. Синтез ультрадисперсных порошков иттрий-алюминиевого граната, со-активированного ионами церия и европия методом горения**

Изучен новый вариант формирования ультрадисперсных порошков иттрий-алюминиевого граната, солегированного ионами церия и европия методом термохимического синтеза (горения). Установлено, что размеры первичных частиц YAG : Ce, Eu составляют  $D \approx 45,3$  нм – для порошка, полученного горением в муфельной печи и прокаленного при температуре 650 °С.

Показано, что полученные материалы обладают яркой люминесценцией с максимумом на длине волны 550 нм (желтое излучение) при возбуждении на длине волны  $\lambda = 460\text{--}470$  нм (синий светодиод), а суммарное излучение демонстрирует яркий белый свет со смещением в красную область спектра.

**Davydova O. V., Poddenezhny E. N., Drobyshevskaya N. E., Boika A. A., Strenk W., Tomala R. The Synthesis of Ultradispersed Yttrium Aluminum Garnet Powders Co-Activated with Cerium and Europium Ions by the Combustion Method**

The new variant of the formation of ultradispersed powders of yttrium aluminum garnet co-activated with cerium and europium prepared by the thermo-chemical synthesis method

(combustion) was studied. It is established that the size of the primary particles of YAG : Ce, Eu is  $D \approx 45.3$  nm for the powder obtained by combustion in a muffle furnace and sintered at the temperature of 650 °C.

It is shown that the obtained materials possess the bright luminescence with a maximum at a wavelength of 550 nm (yellow emission), when excited at a wavelength of  $\lambda = 460\text{--}470$  nm (blue LED) and the total radiation demonstrates a bright white light with the shift to the red spectrum area.

УДК 548.232.4

**Шабловский О. Н., Кроль Д. Г., Концевой И. А. Локально-неравновесные свойства фазовой границы высокоскоростной кристаллизации переохлажденного расплава. Часть 2. Формирование теплового потока на поверхности дендрита**

Обнаружены значительные качественные и количественные различия в структуре тепловых полей для трех рассмотренных веществ: никеля, меди и германия. Главное отличие фазовых границ меди и германия от никеля состоит в том, что для них процессы локально-неравновесного теплопереноса дозвуковые, отсутствует трансзвуковой переход. Вместе с тем существуют большие количественные различия между функциями, определяющими пространственную неоднородность тепловых полей меди и германия. Получены уравнения координатных линий, позволяющие анализировать двухмерные и трехмерные геометрические свойства фазовой границы. Изучен вопрос о влиянии морфологических свойств поверхности роста на характер пространственного распределения теплового потока, поступающего к твердой фазе. Обнаружено, что по мере возрастания кривизны на вершине дендрита резко увеличивается нормальная к поверхности роста компонента теплового потока.

**Shablovsky O. N., Kroll D. G., Kontsevov I. A. Locally-Nonequilibrium Properties of the Phase Boundary at High-Speed Crystallization of the Overcooled Melt. Part 2. Forming a Heat Flux on the Surface of Dendrite**

There exist considerable qualitative and quantitative difference in the structure of the thermal field of nickel, copper and germanium. The main difference between phase boundaries of copper and germanium and those of nickel is that the former ones have no transonic transition so that their processes of locally non equilibrium heat transfer are presonic. There also exist vast quantitative difference between functions describing spatial nonuniformity of heat fields of copper and germanium. The equations of coordinate lines we obtained enable to analyze two-dimensional and three-dimensional properties of phase boundaries. The effect of morphology of the growth surface on the spatial distribution of the heat flux supplying the solid phase is studied. It is established that the normal component of the heat flux increases abruptly with the increase of the curvature on the dendrite apex.

УДК 666.762.11

**Алексеев А. А., Алексеев Ю. А., Соболев Е. В., Петришин Г. В., Дробышевская Н. Е., М. Ф. С. Х. Аль-Камали. Влияние высокотемпературного воздействия водорода на структурные характеристики электрокорундовой керамики разработанного состава**

Разработана технологическая схема формирования электрокорундовой керамики – начиная от получения керамической связки, введения ее в состав шихты, прессования получившейся массы, сушки сформированных заготовок, и как итог – их спекания по установленному температурному режиму до состояния готовых изделий. С целью улучшения физико-химических свойств керамики разработанного состава были проведены исследования в области стабилизации ее структуры и свойств в зависимости от вида наполнителя (смеси электрокорунда и керамической связки разработанного состава). С применением метода рентгенофазового анализа было проведено изучение процессов

фазообразования в конечном изделии под действием термообработки на воздухе или в среде водорода. Предложено, что основным механизмом воздействия на рабочие характеристики получаемых материалов является процесс образования жидкой фазы из связки, ее контакт с поверхностью зерен из электрокорунда с последующей кристаллизацией при инерционном остывании, что определяет микротвердость и общий рабочий ресурс получаемых материалов.

**Alexeyenko A. A., Alexeyenko Y. A., Sobolev E. V., Petrishin G. V., Drobyshevskaya N. E., Al Kamali M. F. S. H. The Influence of High Temperature Hydrogen Action on Structural Characteristics of Aluminum Oxide Ceramics of the Composition Developed**

A process flowsheet for the formation of aluminum oxide ceramics is developed – starting from producing ceramic bond, introducing it into the charge, compaction of the mass obtained, drying of the workpieces formed and finally their sintering according to a preset temperature condition to the condition of finished products. For the purpose of improving physical and chemical properties of the ceramics of the composition developed the studies in the aspect of stabilization of the ceramics structure and properties were carried out depending on the type of the filler material (a mixture of the electrocorundum and the ceramic bond of the composition developed). Using the method of X-ray phase analysis the study of the processes of phase formation in the end product under the action of thermal treatment in the air or in the hydrogen medium was carried out. It is suggested that the main mechanism of the influence on operating characteristics of the materials produced should be the process of liquid phase formation from the bond, its contact with the surface of the grains of the electrocorundum with the following crystallization during inertial cooling-down which determines microhardness and total endurance of the materials produced.

*УДК 502.55:628.192*

**Бобрышева С. Н., Жукалов В. И., Журов М. М. Комбинированный сорбент нефти и нефтепродуктов на основе полимерного волокнистого melt-blown материала**

Описан способ получения комбинированного сорбента для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. Выявлена возможность повышения сорбционной способности полимерного волокнистого melt-blown материала путем введения в волокно поляризованных частиц диоксида кремния  $\text{SiO}_2$  и нанесения на волокна частиц модифицированной бентонитовой глины.

**Bobrysheva S. N., Zhukalov V. I., Zhurov M. M. Combined Sorbent of Oil and Oil Products Based on Polymer Fiber Melt Blown Material**

The method of producing the combined sorbent for liquidating of oil and oil product outflow is described. The possibility of improving sorption capacity of the polymer fibrous melt blown material by means of introducing polarized particles of silicon dioxide  $\text{SiO}_2$  into the fiber and applying the particles of a modified bentonite clay to the fiber is revealed.

*УДК 697.34.536.7*

**Петраш В. Д., Полунин Ю. Н. Зависимость энергетической эффективности работы теплонасосной системы теплоснабжения от параметров абонентских систем**

Для усовершенствованной системы контактно-рекуперативного отбора с трансформацией теплоты отработанных газов вращающихся печей по результатам исследования получена обобщенная зависимость действительного коэффициента преобразования. Определены рациональные значения соотношений расходов теплоносителей систем отопления и горячего водоснабжения, обеспечивающих высокие значения коэффициентов преобразования для отработанных газов с температурой 75 и 150 °С. При этом учитывается влияние соотношения расходов теплоносителя технологического и коммунально-бытового назначения.

**Petrash V. D., Polunin Y. N. The Dependence of Energy Efficiency of the Operation of the Heat Pump Heat Supply System on the User's System Parameters**

For the improved system of contact-recuperative removal of discharge gases with heat transformation from rotary furnaces a generalized dependence of the real transformation coefficient is produced based on the results of the study. Efficient values of the ratio of heat transfer agent consumption of heat supply and hot water supply systems providing high values of transformation coefficients for discharge gases with the temperatures of 75 and 150 °C are determined. With this the influence of the ratio of the consumption values of the heat transfer agent of technological and municipal designation is taken into account.

УДК 621.577

**Нижников А. А., Овсянник А. В. Эксергетический анализ теплоутилизационной установки с детандером на основе озонобезопасных фреонов**

Представлены результаты исследования теплоутилизационной установки с детандером на низкокипящем рабочем теле, работающей за счет утилизации теплоты вторичных энергоресурсов (ВЭР). Результатом работы утилизационной установки является электрическая и тепловая энергии. Рабочим телом является озонобезопасный хладагент R404a. В ходе исследования был проведен эксергетический анализ установки, на основании которого был определен коэффициент полезного действия и рабочая температура цикла.

**Nizhnikov A. A., Ovsianik A. V. Exergic Analysis of the Heat Recovery Unit with the Gas Expansion Machine Based on Ozone Safe Freons**

The results of the study of the heat recovery unit with the gas expansion machine with low-boiling working medium which is operated based on the recovery of the waste energy heat are presented. The operation of the heat recovery unit results in producing electric and heat energy. The working medium is ozone safe refrigerant R404a. During the study the exergic analysis of the unit was carried out based on which an efficiency factor and operating temperature of the cycle were determined.

UDC 338.532.4.025.24

**Ivanouskaya I. V., Drahun M. P. Price Collusion of Manufacturers and Social Welfare Losses in Belarus**

The price collusion (explicit and tacit) of manufacturers in goods markets is considered to be illegal because it results in competition restriction or infringement of economic interests of other business entities or consumers. In exceptional cases agreements of that kind can be recognized admissible on condition that they result in production development, the growth of goods sales volumes, stimulation of technological progress or world wide recovery of domestic goods competitiveness. In view of this the assessment of short- and long-term social consequences of the price collusion in the goods markets is an actual problem from the point of view of antitrust regulation. The object of our study is to assess inefficiency of the price collusion of manufacturers in the markets of wood particle boards, plywood and fiberboards of Belarus. We developed a methodological approach to the quantitative assessment of inefficiency of the price collusion of manufacturers in oligopoly goods markets. Financial reporting of wood-working companies and the data of the Pricing Policy Department for 2006–2010 were used as the initial data for the quantitative analysis. It is established that the goods markets under study during the period analyzed were statically and dynamically ineffective and their antimonopoly regulation is economically inadvisable.

**Ивановская И. В., Драгун Н. П. Ценовой сговор и потери общественного благосостояния в Беларуси**

Ценовой сговор производителей на товарных рынках (и явный, и молчаливый) считается незаконным, поскольку приводит к ограничению конкуренции или ущемлению

экономических интересов других субъектов бизнеса и/или потребителей. В исключительных случаях соглашения такого рода могут быть признаны допустимыми, если их результатом является совершенствование производства, рост объемов реализации товаров, стимулирование технического прогресса либо повышение конкурентоспособности отечественных товаров на мировом рынке. В этой связи оценка краткосрочных и долгосрочных социальных последствий ценового сговора на товарных рынках является актуальной проблемой с точки зрения антимонопольного регулирования. Целью нашего исследования является оценка неэффективности ценового сговора производителей на рынках ДСП, фанеры и ДВП Беларуси. Нами предложен методологический подход к количественной оценке неэффективности ценового сговора производителей на олигополистических товарных рынках. В качестве исходных данных для количественного анализа использовались отчетность деревообрабатывающих предприятий и данные Департамента ценовой политики Министерства экономики Беларуси за 2006–2010 гг. Установлено, что исследуемые товарные рынки в анализируемом периоде были статически и динамически неэффективными, антимонопольное их регулирование экономически нецелесообразно.