

АНОТАЦІЇ

УДК 622.012:658.5:622.68

Азарян В.А. Мобильный дробильно-сортировочный радиометрический комплекс как часть технологии управления качеством рудопотоков карьера

Цель. Целью данной работы является обоснование использования мобильного дробильно-сортировочного радиометрического комплекса как части технологии управления качеством рудопотоков при открытой добыче железной руды и разработка функциональной и технологической схемы его применения.

Методы исследований. Статистические исследования свидетельствуют, что наибольший процент потерь и разубоживания руд приходится на отработку добычных блоков карьеров, расположенных в приконтактных зонах «руда-пустая порода». По данным Горного департамента ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», средний показатель величины разубоживания в карьере составляет 2,0–3,5 %, а в блоках приконтактной зоны – до 18 %. Одним из способов стабилизации качества в рудопотоке является повышение качества в забоях с наибольшим показателем разубоживания и минимизация амплитуды колебаний. Это возможно при использовании различных видов сепарации (сортировки), заключающейся в отсечении некондиционной части от общего потока добытой рудной массы.

Научная новизна. Основной технологической целью управления качеством рудопотоков является обеспечение устойчивого планового качества руды, поступающей из карьера в целом, и минимизации амплитудных и временных колебаний содержания полезного компонента в потоке в гарантированных границах заданного интервала путем интеграции всех элементов системы. Решение проблемы стабилизации качества в общекарьерном рудопотоке является весьма актуальным для современной железорудной отрасли.

Практическое значение. Разработаны функциональная и технологическая схема, а также общая схема формирования общекарьерного рудопотока с использованием мобильного дробильно-сортировочного радиометрического комплекса как части технологии управления качеством рудопотоков карьера. Мобильный дробильно-сортировочный комплекс радиометрической сортировки, являющийся частью технологии управления качеством рудопотоков карьеров и отсекающий некондиционную горную массу в приконтактной зоне «руда-порода» по установленному критерию бинарности среды исходя из значений эффективного атомного номера, позволяет получить технологический, экологический, энергосберегающий и экономический эффект.

Результаты. Технологический эффект заключается в повышении качества рудного потока из забоев приконтактных зон карьера на 5 % по содержанию общего железа и в снижении амплитуды колебаний качества в рудном потоке. Экологический эффект заключается в снижении общего объема породных отвалов за счет возможности размещения хвостов сепарации во внутрикарьерном отвале. Энергосберегающий эффект от применения мобильного дробильно-сортировочного радиометрического комплекса состоит в снижении себестоимости обогащения на 1,0–1,5 % за счет получения дополнительного объема концентрата.

Ключевые слова: Мобильный дробильно-сортировочный радиометрический комплекс, технология управления качеством рудопотоков, амплитуда колебаний содержания полезного компонента, приконтактная зона «руда-порода».

Азарян В.А. Мобільний дробильно-сортувальний радіометричний комплекс як частина технології управління якістю рудопотоків кар'єра

Мета. Метою даної роботи є обґрунтування використання мобільного дробарно-сортувального радіометричного комплексу як частини технології управління якістю рудопотоков при відкритому видобутку залізної руди і розробка функціональної і технологічної схеми його застосування.

Методи досліджень. Статистичні дослідження свідчать, що найбільший відсоток втрат і разубоження руд припадає на відпрацювання видобувних блоків кар'єрів, розташованих у приконтактних зонах «руда-пуста порода». За даними Гірничого департаменту ПАТ «Арселорміттал Кривий Ріг», середній показник величини разубоження в кар'єрі становить 2,0–3,5 %, а в блоках приконтактно́ї зони – до 18 %. Одним із способів стабілізації якості в рудопотоці є підвищення якості у забоях з найбільшим показником разубожування і мінімізація амплітуди коливань. Це можливо при використанні різних видів сепарації (сортування), що полягає у відсіканні некондиційної частини від загального потоку видобутої рудної маси.

Наукова новизна. Основною технологічною метою управління якістю рудопотоков є забезпечення сталої планової якості руди, що надходить з кар'єру в цілому, та мінімізації амплітудних і тимчасових коливань вмісту корисного компонента в потоці у гарантованих межах заданого інтервалу шляхом інтеграції всіх елементів системи. Вирішення проблеми стабілізації якості в загальнокар'єрному рудопотоці є досить актуальним питанням для сучасної залізорудної галузі.

Практичне значення. Розроблено функціональну та технологічну схему, а також загальну схему формування загальнокар'єрного рудопотока з використанням мобільного дробарно-сортувального радіометричного комплексу як частини технології управління якістю рудопотоков кар'єра. Мобільний дробарно-сортувальний комплекс радіометричного сортування, що є частиною технології управління якістю рудопотоков кар'єрів і відсікаючий некондиційну гірничу масу в приконтактній зоні «руда-порода» за встановленим критерієм бинарності середовища виходячи зі значень ефективного атомного номера, дозволяє отримати технологічний, екологічний, енергосберігаючий та економічний ефект.

Результати. Технологічний ефект полягає в підвищенні якості рудної потоку з забойів приконтактних зон кар'єра на 5 % за вмістом загального заліза і в зниженні амплітуди коливань якості в рудному потоці. Екологічний ефект полягає в зниженні загального обсягу породних відвалів за рахунок можливості розміщення хвостів сепарації у внутрикарьерному відвалі. Енергосберігаючий ефект від застосування мобільного дробильно-сортувального радіометричного комплексу полягає в зниженні собівартості збагачення на 1,0–1,5 % за рахунок отримання додаткового обсягу концентрату.

Ключові слова: мобільний дробильно-сортувальний радіометричний комплекс, технологія управління якістю рудопотоков, амплітуда коливань вмісту корисного компонента, приконтактная зона «руда-порода».

Azarian V. A. Mobile crushing and screening radiometric complex as part of the techniques of quality control of quarry ore line

Goal. The aim of this work is justification of the use of mobile crushing and screening radiometric complex technology of quality management of ore line in open pit mining of iron ore and development of functional and technological scheme of its application.

Research methods. Statistics show that the greatest percentage of losses and dilution of ores falls on the testing blocks mining pits located in the contact zones of "ore-gangue". According to the Mining Department of PJSC "ArcelorMittal Kryvyi Rih", the average value of dilution in the career is 2.0–3.5 %, and in blocks near-contact zone to 18 %. One way of stabilizing the quality of the ore-flow is to increase the quality in the faces with the highest dilution and minimization of the amplitude of oscillation. This is possible when using different types of separation (sorting), which consists in cutting off the defective part of the total flow of the extracted ore mass.

Scientific novelty. The main technological objective of the quality management of the ore line is planned to ensure sustainable quality of ore supplied from the quarry as a whole and minimize the amplitude and time fluctuations of the content of useful component in the flow guaranteed the boundaries of the specified interval through the integration of all elements of the system. The solution to the problem of stabilization of quality in the ore-flow is very relevant to the modern iron ore industry.

Practical value. Developed functional and technological scheme and the General scheme of formation obscuring of ore-flow with the use of mobile crushing and screening radiometric complex as part of the techniques of quality control of quarry ore line have. Mobile crushing and screening plant, radiometric sorting, which is part of the technology of quality control of the intensity of the pits and shut-off off-grade rock mass in the near contact zone "ore-breed" according to the criterion established binaries environment based on values of the effective atomic number, allows to obtain technological, ecological, energy-saving and economic effect.

Results. Technological effect is to increase the quality of the ore stream from the mine of near-contact zones of the quarry by 5% for the total iron content and reducing the amplitude of quality variations in the ore stream. Environmental effect is to reduce the total volume of waste rock dumps due to the possibility of tailings to separation in a buttress blade. Energy saving effect of the use of mobile crushing and screening radiometric facility is to reduce the cost of enrichment on 1,0-1,5 % due to the additional volume of concentrate.

Keywords: mobile crushing and screening radiometric complex technology of quality management of the ore line, the amplitude of oscillation of the content of useful component, the contact area "ore-rock".

УДК 622.7.092

Азарян А.А., Кучер В.Г., Швеиц Д.В. Расширение функциональных возможностей лабораторных анализаторов пыловых продуктов магнетитовых руд

Цель. Целью данной работы является разработка новой конструкции лабораторного анализатора содержания магнитного железа (магнетита) в твердой фазе пыловых проб рудобогажительных фабрик, перерабатывающих магнетитовые руды. Обогащение руд и известные анализаторы содержания магнетита базируются на использовании пондеромоторного метода, когда ферромагнитная составляющая твердого пульпы притягивается к магниту, при этом сила притяжения характеризует содержание магнетита в контролируемом объеме.

Методы исследования. До последнего времени не рассматривались анализаторы содержания магнетита, построенные на измерении силы отрыва притянутой к постоянному магниту контролируемой пробы. Такой метод контроля момента отрыва пробы значительно упрощает конструкцию анализатора и повышает точность измерений.

Научная новизна. Решение данной задачи составляет актуальность работы. Ее целью является математическое обоснование сил отрыва, действующих на пробу, получаемых на поверхности постоянного магнита при измерении в пробе содержания магнетита.

Практическая значимость. Разработанная конструкция предлагаемых лабораторных весов, установлена линейная зависимость силы отрыва пробы от содержания в ней магнетита при неизменном объеме пробы, а также зависимость точности измерений от их массы - стабильность измерений гарантируется при измерении проб массой более 40г. Для повышения экспрессности измерений в лабораторных условиях рекомендуется использование систем автоматического пробоотбора и доставки проб. Целесообразно изготовление экспериментального образца магнитных весов с последующим проведением испытаний в промышленных условиях.

Результаты. Предложено новое направление для разработки анализаторов контроля содержания магнетита в пыловых продуктах рудобогажительных фабрик с использованием пондеромоторного средства контроля методом отрыва притянутой к магниту пробы. Разработана конструкция лабораторных магнитных весов, реализующих предложенный метод контроля.

Азарян А.А., Кучер В.Г., Швеиц Д.В. Розширення функціональних можливостей лабораторних аналізаторів пильових продуктів магнетитових руд

Мета. Метою даної роботи є розробка нової конструкції лабораторного аналізатора вмісту магнітного заліза (магнетита) в твердій фазі пильових проб рудозбагачувальних фабрик, перероблюючих магнетитові руди. Збагачення магнетитових руд та відомі аналізатори вмісту магнетиту базуються на використанні пондеромоторного методу, коли ферромагнітна складова твердого пульпи притягується до магніту, при цьому сила притягіння характеризує вміст магнетита в контрольованому об'ємі.

Методи дослідження. До останнього часу не розглядалися аналізатори вмісту магнетиту, побудовані на вимірюванні сили відриву притягнутої до постійного магніту контрольованої проби. Такий метод контролю моменту відриву проби значно спрощує конструкцію аналізатора та підвищує точність вимірів.

Наукова новизна. Розв'язання даної задачі складає актуальність роботи. Її метою є математичне обґрунтування сил відриву, діючих на пробу, яка одержується на поверхні постійного магніту при вимірюванні в ній вмісту магнетиту.

Практична значимість. Розроблена конструкція запропонованих лабораторних ваг, встановлена лінійна залежність сили відриву проби від вмісту в ній магнетита при незмінному об'ємі проби, а також залежність точності вимірів від їх маси, - стабільність вимірів гарантується при вимірюванні проб масою більше 40г. Для підвищення експресності вимірів в лабораторних умовах рекомендується використання систем автоматичного пробовідбору та доставки проб. Доцільне виготовлення експериментального зразка магнітних ваг з подальшим проведенням випробувань в промислових умовах.

Результати. Запропоновано новий напрямок для розробки аналізаторів контролю вмісту магнетиту в пульпових продуктах рудозбагачувальних фабрик, з використанням пондеромоторного засобу контролю методом відриву при-тянутої до магніту проби. Розроблено конструкцію лабораторних магнітних ваг, що реалізують запропонований метод контролю.

Azaryan A.A., Kucher V.G., Shvets D.V. Increasing of the functional facilities of magnetite ore pulp products laboratory analyzers

The aim of work. The aim of this work is a development of a new design of a laboratory analyzer of the magnetic iron content in the solid phase of pulp samples of ore-dressing plants that processing magnetite ores. Ores beneficiation and known magnetite content analyzers are based on using the ponderomotive method, when the ferromagnetic component of the solid pulp is pulled to the magnet, and the pulling power characterizes the magnetite content in the controlled volume.

Methods of research. Until recently, the analyzers of the magnetite content, based on the measurement of the detachment force of a controlled sample pulled to a permanent magnet, were not considered. This method of monitoring the moment of detachment of the sample greatly simplifies the design of the analyzer and increases measurements accuracy.

Scientific novelty. The solution of this problem is the relevance of the work. Its aim is the mathematical justification of the detachment forces acting on the sample, obtained on the surface of a permanent magnet when measured in a sample of magnetite content.

Practical significance. The design of the proposed laboratory scales was developed, the linear dependence of the detachment strength of the sample on the magnetite content in it with an unchanged sample volume was determined, and the dependence of the measurements accuracy on their mass - the stability of measurements is guaranteed when measuring samples have a mass more than 40 g. For increasing the speed of measurements in the laboratory, automatic sampling and delivery systems are recommended. It is expedient to make an experimental sample of magnetic scales with subsequent testing in industrial conditions.

Results. A new direction for the development of analyzers for the monitoring of magnetite content in pulp products of ore-dressing plants with the use of a ponderomotive means of control by the method of detachment of a sample pulled to a magnet was proposed. The design of laboratory magnetic scales is developed that implements the proposed control method.

УДК 621.01: 681.3: 658.5

Пікільняк А.В. Розробка засобів визначення адгезійної міцності покриттів на основі нечіткої логіки

Метою роботи є розробка засобів оперативної атестації адгезійної міцності тонкоплівкових покриттів на основі інформаційних технологій.

У роботі представлено дослідження **методів** отримання тонкоплівкових покриттів, аналіз міжнародних та вітчизняних стандартів вимірювання механічних властивостей цих покриттів. Проаналізовані основні властивості тонкоплівкових покриттів, які впливають на експлуатаційні характеристики виробів в цілому і підлягають атестації, до яких: товщина, адгезія, фізико-механічні характеристики, суцільність, параметри зносу, параметри шорсткості, енергія адгезійної взаємодії.

Елементом **наукової новизни** є розробка нового підходу до визначення міцності зчеплення тонкого плівкового покриття з використанням нечіткої логіки. Цей підхід в основному зосереджений на нано і мікро тонких плівках з використанням встановлених міжнародних стандартів для оцінки адгезійної міцності. З метою кількісної оцінки адгезійних характеристик покриття серед багатьох методів використовується скреч-тестування. **Міжнародні стандарти** використані в якості моделей/шаблонів для налаштування нечіткої експертної системи, яка може бути використана для визначення якості практичної міцності адгезії. Представлені результати імітаційного моделювання в пакеті Matlab. Крім того, в цьому процесі використані методи штучного інтелекту, реалізовані в наборах інструментів Matlab. Враховується вплив різних параметрів покриття на адгезійну міцність. У даному дослідженні вихід (якість адгезії) був пов'язаний із вхідними змінними: критична сила, товщина покриття, величина прикладеного навантаження, швидкість зсуву, шорсткість поверхні, коефіцієнт тертя, радіус, знос і пошкодження наконечника. Кожен вхідний і вихідний параметр фазифіковано чотирма лінгвістичними змінними з використанням трикутної функції приналежності. Для визначення величини адгезії використовується 24 нечітких правила. **Практична цінність** роботи полягає у вирішенні двох основних проблем, які зустрічаються в процесі нанесення покриттів: економія та оптимізація.

Результатом досліджень є розробка **методу** визначення трибологічних властивостей (адгезії) на основі **методу** дряпання поверхні з використанням нечіткої логіки.

Ключові слова: тонкі плівки, покриття, машинобудування, адгезія, статистичне спостереження, імітаційне моделювання, інформаційні технології.

Пикильняк А.В. Разработка средств определения адгезионной прочности покрытия на основе нечеткой логики

Целью работы является разработка средств оперативной аттестации адгезионной прочности тонкопленочных покрытий на основе информационных технологий.

В работе представлено исследование методов получения тонкопленочных покрытий, анализ международных и отечественных стандартов измерения механических свойств этих покрытий. Проанализированы основные свойства тонкопленочных покрытий, влияющих на эксплуатационные характеристики изделий в целом и подлежащих аттестации, среди которых: толщина, адгезия, физико-механические характеристики, целостность, параметры износа, параметры шероховатости, энергия адгезионного взаимодействия.

Елементом научної новизни является разработка нового подхода к определению прочности сцепления тонкого пленочного покрытия с использованием нечеткой логики. Этот подход в основном сосредоточен на нано- и микро-тонких пленках с использованием установленных международных стандартов для оценки адгезионной прочности.

С целью количественной оценки адгезионных характеристик покрытия среди многих методов используется скретч-тестирование. Международные стандарты использованы в качестве моделей / шаблонов для настройки нечеткой экспертной системы, которая может быть использована для определения качества практической прочности адгезии. Представлены результаты имитационного моделирования в пакете Matlab. Кроме того, в этом процессе использованы методы искусственного интеллекта, реализованные в наборах инструментов Matlab. Учитывается влияние различных параметров покрытия на адгезионную прочность. В данном исследовании выход (качество адгезии) был связан с входными переменными: критическая сила, толщина покрытия, величина приложенной нагрузки, скорость сдвига, шероховатость поверхности, коэффициент трения, радиус, износ и повреждения наконечника. Каждый входной и выходной параметр фазифицирован четырьмя лингвистическими переменными с использованием треугольной функции принадлежности. Для определения величины адгезии используется 24 нечетких правила.

Практическая ценность работы заключается в решении двух основных проблем, которые встречаются в процессе нанесения покрытий: экономия и оптимизация.

Результатом исследований является разработка метода определения трибологических свойств (адгезии) на основе метода царапания поверхности с использованием нечеткой логики.

Ключевые слова: тонкие пленки, покрытия, машиностроение, адгезия, статистическое наблюдение, имитационное моделирование, информационные технологии.

Pikilnyak A.V. Development of means for the adhesive strength determining of the coating based on fuzzy logic

The aim of the work is the development of tools for the operational certification of the adhesive strength of thin-film coatings based on information technology.

The paper presents an investigation of methods for obtaining thin-film coatings, an analysis of international and domestic standards for measuring the mechanical properties of these coatings. The main properties of thin-film coatings affecting the performance characteristics of products in general and subjected to certification, including: thickness, adhesion, physical and mechanical characteristics, integrity, wear parameters, roughness parameters, adhesion energy are analyzed.

An element of scientific novelty is the development of a new approach to determining the adhesion strength of a thin film coating using fuzzy logic. This approach is mainly focused on nano and micro thin films using established international standards to assess adhesion strength. In order to quantify the adhesion characteristics of the coating, scratch testing is used among many methods. International standards are used as models / templates to set up a fuzzy expert system, which can be used to determine the quality of practical adhesion strength. The results of simulation modeling in the package Matlab are presented. In addition, the artificial intelligence methods implemented in Matlab toolkits are used in this process.

The effect of various coating parameters on the adhesion strength is taken into account. In this study, the output (adhesion quality) was associated with the input variables: critical force, coating thickness, applied load, shear rate, surface roughness, friction coefficient, radius, tip wear and damage. Each input and output parameter is fuzzified by four linguistic variables using the triangular membership function. To determine the amount of adhesion, 24 fuzzy rules are used.

The practical value of the work is to solve two main problems that occur in the coating process: savings and optimization.

The result of the research is the development of a method for determining tribological properties (adhesion) based on the surface scratching method using fuzzy logic.

Keywords: thin films, coatings, mechanical engineering, adhesion, statistical observation, simulation, information technology.

УДК 666. 97: 620.169

Коверніченко Л.М. Довговічність і визначення ступеня корозії залізобетону

Мета. Метою являється дослідження руйнування бетону в конструкціях при їх експлуатації під впливом багатьох хімічних і фізико-механічних факторів. До них відносяться неоднорідність бетону, підвищені напруження в матеріалі різного походження, що призводять до мікророзривів в матеріалі, поперемінне зволоження і висушування, періодичні заморожування і відтавання, різкі перепади температур, вплив солей і кислот, вилугування, порушення контактів між цементним каменем і заповнювачами, корозія сталевих арматур, руйнування заповнювачів під впливом лугів цементу. Складність вивчення процесів і факторів, що обумовлюють руйнування бетону та залізобетону, пояснюється тим, що в залежності від умов експлуатації і терміну служби конструкцій одночасно діє дуже багато чинників, що призводять до змін структури і властивостей матеріалів. Для більшості конструкцій, що стикаються з повітрям, карбонізація є характерним процесом, який послаблює захисні властивості бетону. Карбонізацію бетону може викликати не тільки вуглекислий газ, наявний у повітрі, але й інші кислі гази, що містяться в промисловій атмосфері. У процесі карбонізації вуглекислий газ повітря проникає в пори і капіляри бетону, розчиняється в поровій рідині і реагує з гідроалюмінатом окису кальцію, утворюючи слаборозчинний карбонат кальцію. Карбонізація знижує лужність яка міститься в бетонній волозі, що сприяє зниженню так званої пасивуючої (захисної) дії від лужних середовищ і корозії арматури в бетоні.

Методи дослідження. Для визначення ступеня корозійного руйнування бетону (ступеня карбонізації, складу новоутворень, структурних порушень бетону) використовуються фізико-хімічні методи. Дослідження хімічного складу новоутворень, що виникли в бетоні під дією агресивного середовища, проводиться за допомогою диференційно-термічного і рентгено структурного методів, які виконуються в лабораторних умовах на зразках, відібраних з експлуатованих конструкцій.

Наукова новизна. Розв'язання даної задачі складає актуальність роботи. Для експлуатованих конструкцій дуже важко визначити, скільки і яких хімічних елементів залишилося в поверхневому шарі і чи здатні вони далі продовжувати свою руйнівну дію. Оцінюючи небезпеку корозії бетонних і залізобетонних конструкцій, необхідно знати характеристики бетону: його щільність, пористість кількість пустот та ін.

Практична значимість. Визначення глибини карбонізації бетону визначають по зміні величини водневого показника pH. У разі якщо бетон сухий, змочують поверхню відколу чистою водою, якої повинно бути стільки, щоб на поверхні бетону не утворилася видима плівка вологи. Надлишок води видаляють чистим фільтрувальним папером. Вологий і повітряно-сухий бетон зволоження не вимагає. На скол бетону за допомогою крапельниці, або піпетки наносять 0,1% -ий розчин фенолфталеїну в етиловому спирті. При зміні pH від 8,3 до 14 забарвлення індикатора змінюється від безбарвного до яскраво-малинового.

Результати. Таким чином, при виявленні ділянок конструкцій з підвищеним корозійним зносом, пов'язаним з місцевим (зосередженим) впливом агресивних чинників, рекомендується в першу чергу звертати увагу на наступні елементи і вузли конструкцій: опорні вузли кроквяних і підкроквяних ферм, поблизу яких розташовані водоприймальні воронки внутрішнього водостоку; верхні пояси ферм у вузлах приєднання до них аераційних ліхтарів, стійок вітробойних щитів; верхні пояси підкроквяних ферм, уздовж яких розташовані ендови покрівель і т.д.

Ключові слова. Бетон його довговічність, визначення карбонізації, руйнування арматури.

Коверніченко Л.Н. Долговечность и определение степени коррозии железобетона

Цель. Целью является исследование разрушения бетона в конструкциях при их эксплуатации под воздействием многих химических и физико-механических факторов. К ним относятся неоднородность бетона, повышенные напряжения в материале разного происхождения, что приводят к микроразрывам в материале, попеременное увлажнение и высушивание, периодические замораживания и оттаивания, резкие перепады температур, влияние солей и кислот, выщелачивания, нарушения контактов между цементным камнем и заполнителями, коррозия стальной арматуры, разрушения заполнителей под воздействием лугов цемента. Сложность изучения процессов и факторов, которые обуславливают разрушение бетона и железобетона, объясняется тем, что в зависимости от условий эксплуатации и срока службы конструкций одновременно действует очень много факторов, которые приводят к изменениям структуры и свойств материалов. Для большинства конструкций

Научная новизна. Решение данной задачи складывает актуальность работы. Для эксплуатируемых конструкций очень трудно определить, сколько и каких химических элементов остались в поверхностном слое и способны ли они дальше продолжать свое разрушительное действие. Оценивая опасность коррозии бетонных и железобетонных конструкций, необходимо знать характеристики бетона: его плотность, пористость количество пустот и др.

Практическая значимость. Определения глубины карбонизации бетона определяют по изменению величины водородного показателя pH. В случае, если бетон сухой, смачивают поверхность откола чистой водой, которой должно быть столько, чтобы на поверхности бетона не образовалась видимая пленка влаги. Излишек воды удаляют чистой фильтровальной бумагой. Влажный и воздушно-сухой бетон увлажнения не требует. На скол бетона с помощью крапельницы, или пипетки наносят 0,1% -й раствор фенолфталеина в этиловом спирте. При изменении pH от 8,3 до 14 расцветки индикатора изменяется от бесцветного к ярко-малиновому.

Результаты. Таким образом, при выявлении участков конструкций с повышенным коррозийным износом, связанным с местным (сосредоточенным) влиянием агрессивных факторов, рекомендуется в первую очередь обращать внимание на следующие элементы и узлы конструкций: опорные узлы стропильных и подстропильных ферм, вблизи которых расположены водоприемные воронки внутреннего водостока; верхние пояса ферм в узлах присоединения к ним аэрационных фонарей, стоек ветроотбойных щитов; верхние пояса подстропильных ферм, вдоль которых расположены ендовы кровли и так далее.

Ключевые слова. Бетон его долговечность, определение карбонизации, разрушение арматуры.

Kovernichenko LN. Durability and determining the degree of corrosion of reinforced concrete

Goal. The aim is to study the destruction of concrete in structures during their operation under the influence of many chemical and physical-mechanical factors. These include heterogeneity of concrete, increased stresses in materials of different origins, leading to micro-fractures in the material, alternating wetting and drying, periodic freezing and thawing, sudden temperature changes, the influence of salts and acids, leaching, breaking contacts between cement stone and aggregates, corrosion Steel reinforcement, destruction of aggregates under the influence of cement meadows. The complexity of studying the processes and factors that cause the destruction of concrete and reinforced concrete is explained by the fact that, depending on the operating conditions and the service life of the structures, many factors simultaneously act, which lead to changes in the structure and properties of the materials. For most constructions

Scientific novelty. The solution of this problem adds up to the urgency of the work. For exploited structures it is very difficult to determine how many and what chemical elements are left in the surface layer and whether they can continue their destructive effect. Assessing the danger of corrosion of concrete and reinforced concrete structures, it is necessary to know the characteristics of concrete: its density, porosity, the number of voids,

Practical significance. Determination of the depth of carbonization of concrete is determined by the change in the pH value of the pH. In case the concrete is dry, wet the surface of the cut with clean water, which should be so much that no visible moisture film forms on the surface of the concrete. Excess water is removed with a clean filter paper. Wet and air-dry concrete does not require humidification. A 0.1% solution of phenolphthalein in ethanol is applied to the chipped concrete using a dropper or pipette. When the pH varies from 8.3 to 14, the color of the indicator changes from colorless to bright crimson.

Results. Thus, when identifying areas of structures with increased corrosive wear associated with the local (concentrated) effect of aggressive factors, it is recommended to pay attention first and foremost to the following elements and structural units: support nodes of trusses and sub-trusses, near which are located water intake funnels of the internal drainage; The upper belts of the farms in the nodes of attaching to them aeration lanterns, racks of windbreaker shields; The upper belts of the trunks, along which the valley roofs are located, and so on.

Keywords. Concrete its durability, t

УДК 691.32

Астахова Н.В. Влияние железистых добавок на прочность бетона

Цель. Получение малоцементного бетона, обладающего высокой скоростью формирования физико-механических свойств, путем модификации его структуры активированными железистыми цеолитами минеральными комплексами, представляющими собой систему « $\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{CO}_2$ » различной степени дисперсности и железосиликатным щелочным коллоидным раствором.

Методы исследования. Методы математического моделирования - для исследования процессов формирования физико-механических свойств бетонов, стандартные и специальные методы для определения и исследования свойств бетона, статистический анализ - для обработки результатов экспериментов.

Научная новизна. Определены закономерности формирования физико-механических свойств бетона, модифицированного активированными железистыми цеолитами минеральными комплексами, представляющими собой систему « $\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{CO}_2$ ».

Практическая значимость. Разработан состав бетона, модифицированный активированными железистыми цеолитами минеральными комплексами, представляющими собой систему « $\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{CO}_2$ » различной степени дисперсности, и железосиликатным щелочным коллоидным раствором, обладающий повышенной скоростью формирования физико-механических свойств при пониженном содержании портландцемента, что позволяет снизить стоимость строительных изделий и конструкций и сократить затраты на ремонт зданий и сооружений.

Результаты. Прочность при сжатии бетона зависит от водоцементного отношения, содержания мелкого заполнителя в смеси заполнителей и степени наполнения цементного камня активированным наполнителем. Получены математические модели прочности бетона, учитывающие его состав и содержание активированного наполнителя при оптимальном содержании железосиликатного щелочного коллоидного раствора в цементе. При этом оптимальное содержание активированного наполнителя в цементе составляет 20-30 % от его массы.

Ключевые слова: бетон, прочность, активированный наполнитель, железосиликатный щелочной коллоидный раствор, отходы ГОК, заполнители.

Астахова Н.В. Вплив залізистих добавок на міцність бетону

Мета. Одержання малоцементного бетону, що володіє високою швидкістю формування фізико-механічних властивостей, шляхом модифікації його структури активованими залізистими цеолітами мінеральними комплексами, що представляють собою систему « $\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{CO}_2$ » різноманітного ступеня дисперсності, і залізосилікатним лужним колоїдним розчином.

Методи дослідження. Методи математичного моделювання - для дослідження процесів формування фізико-механічних властивостей бетонів, стандартні і спеціальні методи для визначення і дослідження властивостей бетону, статистичний аналіз - для обробки результатів експериментів.

Наукова новизна. Визначені закономірності формування фізико-механічних властивостей бетону, модифікованого активованими залізистими цеолітами мінеральними комплексами, що представляють собою систему « $\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{CO}_2$ ».

Практична значимість. Розроблений склад бетону, модифікований активованими залізистими цеолітами мінеральними комплексами, що представляють собою систему « $\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{CO}_2$ » різноманітного ступеня дисперсності, і залізосилікатним лужним колоїдним розчином, що володіє підвищеною швидкістю формування фізико-механічних властивостей при зниженому вмісті портландцементу, що дозволяє знизити вартість будівельних виробів і конструкцій і скоротити витрати на ремонт будівель і споруд.

Результати. Міцність при стиску бетону залежить від водоцементного відношення, вмісту дрібного заповнювача в суміші заповнювачів і ступеня наповнення цементного каменю активованим наповнювачем. Отримані математичні моделі міцності бетону, що враховують його склад і вміст активованого наповнювача при оптимальному вмісті залізосилікатного лужного колоїдного розчину в цементі. При цьому оптимальний вміст активованого наповнювача в цементі складає 20-30 % від його маси.

Ключові слова: бетон, міцність, активований наповнювач, залізосилікатний лужний колоїдний розчин, відходи ГЗК, заповнювачі.

Astakhova N.V. Influence of ferrous admixtures on concrete strength

Objective. Obtaining of low cement castable with high generation rate of physical and mechanical properties by modification its structure with activated ferrous zeolites in mineral complexes and with the ferrous silicate alkaline colloidal solution. The complexes represent « $\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{CO}_2$ » system with different dispersiveness degree.

Research methods. Methods of mathematic simulation were used for the research of the generation of physical and mechanical concretes' properties. The standard and special methods were used to define and research concrete properties. The statistic analysis was practiced for the elaboration of the test results.

Academic novelty. The mechanism of the of physical and mechanical concrete properties' generation is defined. The concrete was modified with activated ferrous zeolites in mineral complexes which represent « $\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{CO}_2$ » system.

Practical implications. It is produced the concrete composition activated with ferrous zeolites in mineral complexes and with the ferrous silicate alkaline colloidal solution. The complexes represent « $\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{CO}_2$ » system with different dispersiveness degree. It is characterized with high generation rate of physical and mechanical properties with reduced content of Portland cement. It allows to decrease the cost of the construction products and structures and to shorten repair expenses.

Results. While concrete pressing the durability depends on the water cement ratio, content of fine aggregate in the aggregate mixture and filling ratio of the cement brick with the activated aggregate. The mathematic models of the concrete durability are obtained. It is taken into account the composition and the content of the activated aggregate at desired content of ferrous

silicate alkaline colloidal solution in the cement. Moreover, the desired content of the activated aggregate in the cement is 20-30 % in its mass.

Key words: concrete, durability, activated aggregate, ferrous silicate alkaline colloidal solution, MODC wastes and aggregates.

УДК 681.58:001.57

Мацуй А.М., Кондратець В.О. Синтез квазіінваріантної слідкуючої системи стабілізації розрідження пульпи в пісковому жолобі односпірального класифікатора

Мета. Метою даної роботи є розробка підходу автоматизованого керування подрібненням руди кульовими млинами з оптимізацією динаміки вирівнювання розрідження пульпи на початковій ділянці барабана технологічного агрегату. Великі витрати при подрібненні бідних залізних руд у перших стадіях в значній мірі викликані відсутністю інформації відносно певних технологічних процесів, до яких можливо віднести і розрідження пульпи у пісковому жолобі односпірального класифікатора, де недостатньо вивчалися засоби керування цим параметром.

Методи дослідження. Не розглядалося автоматичне керування розрідженням пульпи у пісковому жолобі односпірального класифікатора, яке б сприяло створенню і підтриманню умов розрідження пульпи в технологічному агрегаті, що гарантувало б значне підвищення ефективності роботи куль і не допускало б перевитрати електричної енергії, куль і футеровки з одночасним підвищенням продуктивності по готовому продукту.

Наукова новизна. Розв'язання даної задачі складає актуальність роботи. Її метою є синтез квазіінваріантної слідкуючої системи стабілізації розрідження пульпи в пісковому жолобі односпірального класифікатора з пошуком оптимальної структури та параметрів динамічних ланок з врахуванням меж і характеру зміни вхідних діянь.

Практична значимість. Показано, що слідкуючу систему доцільно реалізувати на базі виконавчого механізму з асинхронним двофазним електродвигуном змінного струму та тиристорного перетворювача частоти, редуктора, перетворювального механізму, двосідлового клапана, відрізка магістральної труби і витратоміра, які відрізняються високою надійністю. Отримані аналітичні залежності між сигналами та параметрами системи відкривають шляхи реалізації автоматичного регулятора. Недостатня вивченість цих зв'язків стримує розробку ефективних систем автоматичного керування даними процесами, що приводить до значних економічних збитків.

Результати. Створена квазіінваріантна слідкуюча система стабілізації розрідження пульпи в пісковому жолобі односпірального класифікатора, у якій реалізовано додатковий вплив за задавальним діянням, що в експлуатаційних умовах підвищує точність, практично гарантуючи рівність вихідного і вхідного сигналів, забезпечуючи умови ефективної роботи кульового млина.

Ключові слова: пісковий жолоб, густина пісків, стабілізація, квазіінваріантна система

УДК 681.58:001.57

Мацуй А.Н., Кондратець В.А. Синтез квазиинвариантной следящей системы стабилизации разжижения пульпы в песковом желобе односпирального классификатора

Цель. Целью данной работы является разработка подхода автоматизированного управления измельчением руды шаровыми мельницами с оптимизацией динамики выравнивания разжижения пульпы в начальном участке барабана технологического агрегата. Большие расходы при измельчении бедных железных руд в первых стадиях в значительной мере вызваны отсутствием информации относительно некоторых технологических процессов, к которым можно отнести и разжижение пульпы в песковом желобе односпирального классификатора, где недостаточно изучались средства управления этим параметром.

Методы исследования. Не рассматривалось автоматическое управление разжижением пульпы в песковом желобе односпирального классификатора, которое бы способствовало созданию и поддержанию условий разжижения пульпы в технологическом агрегате, что гарантировало бы значительное повышение эффективности работы шаров и не допускало бы перерасхода электроэнергии, шаров и футеровки с одновременным повышением производительности по готовому продукту.

Научная новизна. Решение данной задачи составляет актуальность работы. Ее целью является синтез квазиинвариантной следящей системы стабилизации разжижения пульпы в песковом желобе односпирального классификатора с поиском оптимальной структуры и параметров динамических звеньев с учетом границ и характера изменения входных воздействий.

Практическая значимость. Показано, что следящую систему целесообразно реализовать на базе исполнительного механизма с асинхронным двухфазным электродвигателем переменного тока и тиристорного преобразователя частоты, редуктора, преобразующего механизма, двухседельного клапана, отрезка магистральной трубы и расходомера, которые отличаются высокой надежностью. Полученные аналитические зависимости между сигналами и параметрами системы открывают пути реализации автоматического регулятора. Недостаточная изученность этих связей сдерживает разработку эффективных систем автоматического управления данными процессами, что приводит к значительным экономическим убыткам.

Результаты. Созданная квазиинвариантная следящая система стабилизации разжижения пульпы в песковом желобе односпирального классификатора, в которой осуществлено дополнительное влияние по задающему воздействию, что в эксплуатационных условиях повышает точность, практически гарантируя равенство выходного и входного сигналов, обеспечивая условия эффективной работы шаровой мельницы.

Ключевые слова: песковый желоб, плотность песков, стабилизация, квазиинвариантная система

Matsui A., Kondratets V. Synthesis of a quasiinvariant tracking system for the stabilization of pulp liquefaction in a gutter of a single-spiral classifier

Purpose. The aim of this work is to develop an approach for automated control of ore grinding by ball mills with optimization of dynamics of equalization of pulp liquefaction in the initial section of the drum of the process unit. The high costs for the grinding of poor iron ores in the first stages are largely due to the lack of information on certain technological

processes, which include the liquefaction of pulp in the sand chute of a single-spiral classifier, where the means of controlling this parameter have not been sufficiently studied.

Methods of research. The automatic control of the pulp liquefaction in the sand chute of a single-spiral classifier was not considered, which would facilitate the creation and maintenance of pulp liquefaction in the processing unit, which would guarantee a significant increase in the efficiency of the balls and would not allow the consumption of energy, balls and lining, while increasing the productivity of the finished product.

Scientific novelty. The solution of this task is the relevance of the work. Its purpose is to synthesize a quasiinvariant tracking system for stabilizing the pulp liquefaction in the sand chute of a single-spiral classifier with the search for the optimal structure and parameters of the dynamic links, taking into account the boundaries and nature of the changes in the input effects.

Practical significance. It is shown that the tracking system is expediently implemented on the basis of an actuator with an asynchronous two-phase AC motor and a thyristor frequency converter, a reducer, a conversion mechanism, a two-seat valve, a length of a main pipe and a flow meter that are highly reliable. The obtained analytical dependences between the signals and the parameters of the system open the ways of realization of the automatic regulator. Insufficient knowledge of these links prevents the development of effective systems of automatic data management processes, which leads to significant economic losses.

Results. The quasiinvariant tracking system for stabilization of pulp liquefaction in a sand chute of a single-spiral classifier has been developed, in which additional influence on the mastering effect has been carried out, which improves accuracy in operating conditions, practically guaranteeing the equality of the output and input signals, ensuring the conditions for efficient operation of the ball mill.

Keywords: Sand chute, sand density, stabilization, quasiinvariant system

УДК 004.67

Музика І.В., Кузнєцов Д.І. Інформаційна система енергоменеджменту побутової техніки у системах типу «Інтелектуальний дім»

Мета. Метою роботи є розробка інформаційної системи енергоменеджменту у промисловому і приватному секторі, який являє собою постійну діяльність, направлену на енергозбереження, яке ґрунтується на перевірці, що враховує моніторинг і вимірювання, внутрішні аудити та коригувальну діяльність, а також включає розробку та впровадження новітніх енергозберігаючих заходів і інформаційних систем. Системи «Інтелектуальний дім» дають змогу, у автоматичному режимі, виконувати управління енергозабезпеченням, опаленням, вентиляцією, кондиціонуванням тощо. У свою чергу, наявність сучасних бездротових технології дозволяють власнику будинку вести енергомоніторинг будь-якого електрообладнання. На даний момент існуючі розробки та технологічні рішення, щодо автоматичного енергообліку побутової техніки вимагають наявності спеціалізованих блоків або видів побутової техніки з інтегрованими елементами діагностики, що є досить дорогим рішенням для впровадження у систему «Інтелектуальний дім».

Методи дослідження. У даній статті авторами запропоновано метод енергоменеджменту побутової техніки на основі спектрального аналізу електромережі у якій працюють побутові прилади з асинхронними двигунами.

Наукова новизна. Розв'язання даної задачі складає актуальність роботи. Запропоновані методи є актуальними адже дозволяють виконувати непрямий енергомоніторинг побутової техніки.

Практична значимість. Завдяки виконанню автоматизації на основі запропонованого підходу кожна частина інформаційної системи працює злагоджено з іншими, у оптимальному режимі, що дозволяє економити час та гроші. Окрім виконання функції контролю та забезпечення комфортних умов перебування у приміщенні, на даний момент, перспективним шляхом досліджень систем «Інтелектуальний дім» є енергоменеджмент побутової техніки, опалювального обладнання тощо. Наприклад, визначення надмірного споживання енергії електродкотлом, яке відрізняється від встановленого, неправильної роботи або роботи у аварійних режимах побутової техніки, що призводить до підвищеного споживання електроенергії.

Результати. Використання запропонованого підходу також, додатково, дозволить виконувати непряму діагностику та ідентифікацію будь-якого побутового обладнання елементом якого є асинхронний двигун, що дозволяє зменшити витрати коштів на використання спеціалізованого обладнання, а також спростити логіку управління інформаційною системою «Інтелектуальний дім».

Ключові слова: інтелектуальний дім, енергоменеджмент, асинхронний двигун, інформаційна система, спектр-струмовий аналіз, побутова техніка.

Muzyka I., Kuznetsov D. information system household equipment in energy management systems such as «smart house»

Goal. The aim is to develop an information system of energy management in the industrial and private sectors, which is a constant activity aimed at energy conservation, based on testing, that allows monitoring and measurement, internal audits and corrective activities, and includes the development and implementation of new energy efficiency measures and information systems. Systems "Smart House" enable, automatically, perform energy management, heating, ventilation, air conditioning and more. In turn, the availability of advanced wireless technologies allow home owners to conduct energy monitoring any electrical equipment. Currently existing design and technological solutions for automatic energy accounting appliances require specialized units or types of appliances with integrated diagnostic elements, which is rather expensive solution for implementing the system of "smart house".

Research methods. In this article, the authors proposed a method energy management appliances based on spectral analysis grid in which the appliances work with induction motors.

Scientific novelty. Solving this problem is of relevance. The methods are important because allow indirect energy monitoring appliances.

The practical significance. Through the implementation of automation at every reconnecting the proposed approach of the information system works in concert with others, in optimal mode, which saves time and money. In addition to executing control and comfort stay indoors for the moment, by promising research systems "Smart House" is energy management ap-

pliances, heating equipment and more. For example, the excessive consumption Electric, which differs from established, malfunction or work in the emergency operation of household appliances, which leads to increased power consumption.

Results. Using the proposed approach and, in addition, will perform indirect diagnosis and identification of any household equipment element, the induction motor that can reduce the cost of funds for the use of specialized equipment, and simplify the logic of management information system "smart house".

Keywords: intellectual house, energy management, asynchronous motor, information system, analysis overcurrent-range appliances.

УДК 004.67

Музыка І.В., Кузнецов Д.І. Информационная система энергоменеджмента бытовой техники в системах типа «Интеллектуальный дом»

Цель. Целью работы является разработка информационной системы энергоменеджмента в промышленном и частном секторе, который представляет собой постоянную деятельность, направленную на энергосбережение, основанное на проверке, учитывающий мониторинг и измерения, внутренние аудиты и корректирующую деятельность, а также включает разработку и внедрение новейших энергосберегающих мероприятий и информационных систем. Системы «Интеллектуальный дом» позволяют, в автоматическом режиме, выполнять управление энергообеспечением, отоплением, вентиляцией, кондиционированием и тому подобное. В свою очередь, наличие современных беспроводных технологии позволяют владельцу дома вести энергомониторинга любого электрооборудования. На данный момент существующие разработки и технологические решения, относительно автоматического энергоучета бытовой техники требуют наличия специализированных блоков или видов бытовой техники с интегрированными элементами диагностики, является достаточно дорогим решения для внедрения в систему «Интеллектуальный дом».

Методы исследования. В данной статье авторами предложен метод энергоменджмента бытовой техники на основе спектрального анализа электросети в которой работают бытовые приборы с асинхронными двигателями.

Научная новизна. Решение данной задачи составляет актуальность работы. Предложенные методы актуальны ведь позволяют выполнять не прямой энергомониторинга бытовой техники.

Практическая значимость. Благодаря выполнению автоматизации на основе предложенного подхода каждая часть информационной системы работает слаженно с другими, в оптимальном режиме, что позволяет экономить время и деньги. Кроме выполнения функции контроля и обеспечения комфортных условий пребывания в помещении, на данный момент, перспективным путем исследований систем «Интеллектуальный дом» является энергоменджмент бытовой техники, отопительного оборудования и тому подобное. Например, чрезмерного потребления энергии электродкотлом, которое отличается от установленного, неправильной работы или работы в аварийных режимах бытовой техники, что приводит к повышенному потреблению электроэнергии.

Результаты. Использование предложенного подхода также, дополнительно, позволит выполнять косвенную диагностику и идентификацию любого бытового оборудования элементом которого является асинхронный двигатель, что позволяет уменьшить затраты средств на использование специализированного оборудования, а также упростить логику Управления информационной системой «Интеллектуальный дом».

Ключевые слова: интеллектуальный дом, энергоменджмент, асинхронных двигатель, информационная система, спектр-токовый анализ, бытовая техника.

УДК 519. 95:621.3

Рудь Ю.С., Белоножко В.Ю. Разработка метода формального описания структуры технологических систем

Технологические системы современных промышленных предприятий относятся к классу сложных систем. Для проектирования, изготовления и эксплуатации сложных систем необходимо иметь средства для ее описания, которые позволят изобразить многообразие состояний системы в пространстве и времени с помощью той или иной информационной системы отсчета. Описание системы - это идентификация ее определяющих элементов и подсистем, их взаимосвязей, целей, функций и ресурсов, т.е. описание допустимых состояний системы.

Целью формализованного описания структуры технологических систем является представление имеющихся данных об элементном составе системы и взаимодействии этих элементов, а также о процессах, происходящих в системе в виде специальных формальных объектов, удобных для проведения над ними вычислительных и имитационных экспериментов на ЭВМ. Выбор формализованного языка, учитывающего особенности технологических систем, является основной задачей начального этапа проектирования.

На основе аналитического анализа известных исследований разработан метод формального описания структуры сложных технологических систем, обладающий достаточной точностью и пригодный для практического применения.

Научно обоснованный метод формального описания структуры сложных технологических систем основан на использовании принципа декомпозиции. Декомпозиция, как процесс расчленения, позволяет рассматривать любую исследуемую систему как сложную, состоящую из отдельных взаимосвязанных подсистем, которые, в свою очередь, также могут быть расчленены на части - подсистемы или элементы. Исходная система располагается на нулевом иерархическом уровне. После её расчленения получают подсистемы первого уровня. Расчленение этих подсистем или некоторых из них приводит к появлению подсистем второго уровня и т.д. Согласно принципу декомпозиции предполагается, что для каждой системы существует не менее одного способа ее декомпозиции. Способ декомпозиции определяется выбором размеров подсистем и глубиной ее расчленения.

Применение на практике разработанного нами метода позволяет решить задачу формального описания структуры сложных технологических систем абстрактными символами и задачу обратного преобразования полученных уравнений с целью построения структурных схем систем, обеспечивает оценку иерархического уровня структуры и упрощение обработки информации о системе на ЭВМ.

Ключевые слова: технологические системы, подсистема, элементы системы, структура, описание структуры, принцип декомпозиции, иерархический уровень.

Рудь Ю.С., Белоножко В.Ю. Розробка методу формального опису структури технологічних систем

Технологічні системи сучасних промислових підприємств відносяться до класу складних систем. Для проектування, виготовлення і експлуатації складних систем необхідно мати засоби для її опису, які дозволять зобразити різноманіття станів системи в просторі і часі за допомогою тієї чи іншої інформаційної системи відліку. Опис системи - це ідентифікація її визначальних елементів і підсистем, їх взаємозв'язків, цілей, функцій і ресурсів, тобто опис допустимих станів системи.

Метою формалізованого опису структури технологічних систем є представлення наявних даних про елементний склад системи і взаємодії цих елементів, а також про процеси, що відбуваються в системі, у вигляді спеціальних формальних об'єктів, зручних для проведення над ними обчислювальних та імітаційних експериментів на ЕОМ. Вибір формалізованої мови, яка враховує особливості технологічних систем, є основним завданням початкового етапу проектування.

На основі аналітичного аналізу відомих досліджень розроблено метод формального опису структури складних технологічних систем, що має достатню точність і придатний для практичного застосування.

Науково обґрунтований метод формального опису структури складних технологічних систем ґрунтується на використанні принципу декомпозиції. Декомпозиція, як процес розчленування, дозволяє розглядати будь-яку досліджувану систему як складну, що складається з окремих взаємопов'язаних підсистем, які, у свою чергу, також можуть бути розчленовані на частини – підсистеми або елементи. Вихідна система розташовується на нульовому ієрархічному рівні. Після її розчленування виходять підсистеми першого рівня. Розчленування цих підсистем або деяких з них приводить до появи підсистем другого рівня і т. д. Згідно з принципом декомпозиції передбачається, що для кожної системи існує не менше одного способу її декомпозиції. Спосіб декомпозиції визначається вибором розмірів підсистем і глибиною її розділення.

Застосування на практиці розробленого нами методу дозволяє вирішити завдання формального опису структури складних технологічних систем абстрактними символами і завдання зворотного перетворення отриманих рівнянь з метою побудови структурних схем систем, забезпечує оцінку ієрархічного рівня структури, та спрощення обробки інформації про систему на ЕОМ.

Ключові слова: технологічні системи, підсистема, елементи системи, структура, опис структури, принцип декомпозиції, ієрархічний рівень.

Rud'Yu. S., Belonozhko V. Yu. Development of methods for formal description structure technological systems

Technological systems of modern industrial enterprises belong to a class of complex systems. For the design, manufacture and operation of complex systems must have the means to describe it, which will represent the diversity of states of the system in space and time with the help of reference system information. Description of the system - it is the identification of its defining elements and sub-systems, their relationships, objectives, functions and resources, i.e. description of possible states of the system.

The goal of the formalized description of the structure of technological systems is the representation of the available data on the elemental composition of the system and the interaction of these elements, as well as the processes occurring in the system in the form of special formal objects, convenient for carrying out on them of computer and simulation experiments on a computer. The choice of a formal language taking into account features of technological systems is the main objective of the initial design stage.

Based on the analytical analysis of the known research has developed a method of formal description of the structure of complex systems with sufficient accuracy and suitable for practical application.

Scientific method the formal description of the structure of complex systems based on the use of the decomposition principle. **Decomposition**, as a process of dismemberment, allows us to consider any of the investigated system as a complex consisting of separate interconnected subsystems, which, in turn, can be decomposed in two parts, subsystems or elements. The source system is at the zero level of the hierarchy. After the dismemberment of the obtained subsystems of the first level. The dismemberment of these subsystems or some of them leads to subsystems of the second level, etc. According to the principle of decomposition, it is assumed that for each system there is at least one way of its decomposition. The method of decomposition is determined by selecting the sizes of the subsystems and the depth of her division.

The practical application of the method we have developed allows to solve the problem of the formal description of structures of complex systems of abstract symbols and the inverse problem of transforming the resulting equations to build the structural diagrams of the systems, provides an assessment of a hierarchical level structure and simplify the handling of system information on a computer.

Keywords: technological system, subsystem, system components, structure, description of the structure, the principle of decomposition, hierarchical level.

УДК 622.7

Кривенко Ю.Ю., Кривенко А.Ю. Моделирование разделения железорудного сырья в аппаратах седиментационного типа

Актуальность. Определение параметров потоков, формирующихся в чане дешламатора, позволяет прогнозировать эффективность процесса в зависимости от физико-механических свойств исходного сырья и его гранулометрического состава. Определение скорости частиц твердой фазы пульпы исходного сырья, становится возможным выяснить их поведение и соответственно определить прогнозные показатели такие как: масса песков, высота слоя песков, плотность сгущенного и осветленного продукта. Это позволит выбрать технологические параметры, на основании которых будут обеспечены как максимальное содержание полезного компонента в сгущенном продукте, так и минимальное содержание его в сливе.

Постановка задач. Целью данной работы является усовершенствование методики моделирование разделения железорудного сырья в аппаратах седиментационного типа, что позволяет прогнозировать сепарационные характеристики аппарата и изменять их в зависимости от технологических нагрузок на дешламатор.

Результаты. С использованием радиальной подачи исходного материала при достижении некоторой минимальной скорости пульпы в струе, начинает ощущаться действие на частицы железорудного сырья сил гравитации, что приводит к его разделению. Вместе с тем, частицы, которые покидают струю пульпы, и оказываются ниже этой струи, могут только осажаться. Частицы, покинувшие струю, и оказавшиеся выше, могут только подниматься. В противном случае, частицы вновь попадают в струю пульпы, где происходит их перемешивание. За пределами дальнбойности струи наблюдается обычное гравитационное разделение железорудного сырья в ванне дешламатора.

Выводы. Изучая массоперенос внутри дешламатора и, как следствие, образование сгущенного продукта и слива с определенными характеристиками, возможно прогнозировать сепарационные характеристики аппарата и изменять их в зависимости от технологических нагрузок на дешламатор.

Ключевые слова: дешламатор, исходное питание дешламатора, поток пульпы, гравитационное разделение, сгущенный продукт.

Кривенко Ю.Ю., Кривенко А.Ю. Моделювання розподілу залізорудної сировини в апаратах седиментаційного типу

Актуальність. Визначення параметрів потоків, що формуються в чані дешламатора, дозволяє прогнозувати ефективність процесу залежно від фізико-механичних властивостей початкової сировини і його гранулометричного складу. Визначаючи швидкість часток твердої фази пульпи початкової сировини, стає можливим з'ясувати їх поведінку і відповідно визначити прогнозні показники такі як: маса пісків, висота шару пісків, щільність продукту, що згущує і освітленого. Це дозволить вибрати технологічні параметри, на підставі яких будуть забезпечений як максимальний зміст корисного компонента в продукті, що згущує, так і мінімальний зміст його в сливі.

Постановка завдань. Метою цієї роботи є удосконалення методики моделювання розподілу залізорудної сировини в апаратах седиментаційного типу, що дозволяє прогнозувати характеристики сепарацій апарату і змінювати їх залежно від технологічних навантажень на дешламатор.

Результати. З використанням радіальної подачі початкового матеріалу досягши деякої мінімальної швидкості пульпи в струмені, починає відчуватися дія на частки залізорудної сировини сил гравітації, що призводить до його розподілу. В той же час, частки, які покидають струмінь пульпи, і виявляються нижче за цей струмінь, можуть тільки осідати. Частки, що покинули струмінь, і що виявилися вище, можуть тільки підніматися. Інакше, частки знову потрапляють в струмінь пульпи, де відбувається їх перемішування. За межами далекобійності струменя спостерігається звичайний гравітаційний розподіл залізорудної сировини у ванні дешламатора.

Висновки. Вивчаючи масоперенос усередині дешламатора і, як наслідок, утворення продукту, що згущує, і зливу з певними характеристиками, можливо прогнозувати характеристики сепарацій апарату і змінювати їх залежно від технологічних навантажень на дешламатор.

Ключові слова: дешламатор, початкове живлення дешламатора, потік пульпи, гравітаційний розподіл, продукт, що згущує.

УДК 622.273.22

І.П. Кушнерьов, Ю.Ю. Кривенко Технологія відпрацювання потужних крутоспадних рудних покладів

Актуальність. Найбільш перспективними системами розробки рудних покладів в Криворізькому басейні є системи з відкритим очисним простором, які, на перевагу від систем з обваленням, дозволяють зменшити втрати та засмічення руди за рахунок того, що більш ніж 30% балансових запасів виймальної одиниці випускаються практично чистими. Чим більше об'єм камери, тим кращі показники добування по системі розробці. Обов'язковою умовою застосування камерних систем - це природна стійкість руди та оточуючих порід, або ж технологічне штучне виконання ряду заходів по підвищенню стійкості оголень конструктивних елементів системи розробки. Аналіз робіт показує, що мало досліджень виконано щодо можливості застосування камерних систем і в подальшому на глибоких горизонтах ряду рудних шахт. Недостатньо нових заходів по підвищенню стійкості оголень в камерах та ціликів, зниженню тривалості існування підземних конструкцій за рахунок інтенсифікації випуску та доставки рудної маси, і покращенню показників вилучення її при цьому. Практика показує, що на досягнутих глибинах шахт за умов незабезпечення стійкості конструктивних елементів, існує відмова від ефективних камерних систем розробки на користь систем з обваленням, які гірші за показниками вилучення рудної маси.

Результати. Спосіб розробки родовищ дозволяє знизити витрати на проведення підготовчо-нарізних робіт за рахунок ефективних схем розбурювання масиву, оригінальних конструкцій днища блоку та компенсаційного простору. Оптимальна технологія відпрацювання міжкамерного цілика дає можливість знизити втрати та розубоження руди. Технологічна схема відпрацювання запасів блоку розширює область застосування камерних систем розробки.

Висновки. З глибиною на шахтах Криворізького басейну спостерігається відмова від ефективних у порівнянні з системами з обваленням камерних систем розробки. Це пов'язано з активними негативними проявами гірського тиску, вимушеним прийняттям збільшених розмірів ціликів та зменшенням камерних запасів, які відпрацьовуються з незначними втратами, і засміченням у порівнянні з ціликами. Запропонована технологічна схема відпрацювання запасів блоку розширює область застосування камерних систем розробки. Впровадження цієї технології дозволяє знизити витрати на проведення підготовчо-нарізних робіт за рахунок ефективних схем розбурювання масиву, оригінальних конструкцій днища блоку та компенсаційного простору. Оптимальна технологія відпрацювання міжкамерного цілика дає можливість знизити втрати та розубоження руди.

Ключові слова: системи з відкритим очисним простором, міжкамерні цілики, обвалення руди, випуск та доставки рудної маси.

І.П. Кушнерев, Ю.Ю. Кривенко Технологія отработки мощных крутопадающих рудных залежей

Актуальность. Наиболее перспективными системами разработки рудных залежей в Криворожском бассейне являются системы с открытым очистным пространством, которые преимущественно от систем с обрушением позволяют уменьшить потери и засорение руды за счет того, что более 30% балансовых запасов выемочной единицы выпускаются практически чистыми. Чем больше объем камеры, тем лучше показатели добычи по системе разработке. Обязательным условием применения камерных систем - это естественная устойчивость руды и окружающих пород, или технологическое искусственное выполнения ряда методов по повышению устойчивости обнажений конструктивных элементов системы разработки. Анализ работ показывает, что недостаточно исследований выполнено в отношении возможности применения камерных систем на глубоких горизонтах ряда рудных шахт. Недостаточно мер по повышению устойчивости обнажений в камерах и целиков, снижению длительности существования подземных конструкций за счет интенсификации выпуска и доставки рудной массы, и улучшению показателей ее извлечения при этом. Практика показывает, что на достигнутых глубинах шахт в условиях недостаточной устойчивости конструктивных элементов, существует вероятность отказа от эффективных камерных систем разработки в пользу систем с обрушением, которые хуже по показателям извлечения рудной массы.

Результаты. Способ разработки месторождений позволяет снизить затраты на проведение подготовительно-нарезных работ за счет эффективных схем разбуривания массива, оригинальных конструкций днища блока и компенсационного пространства. Оптимальная технология отработки межкамерного целика дает возможность снизить потери и розубоживание руды. Технологическая схема отработки запасов блока расширяет область применения камерных систем разработки.

Выводы. С глубиной на шахтах Криворожского бассейна наблюдается отказ от эффективных, по сравнению с системами с обрушением, камерных систем разработки. Это связано с активными проявлениями горного давления и вынужденным принятием увеличенных размеров целиков, и уменьшением камерных запасов. Технологическая схема отработки запасов блока расширяет область применения камерных систем разработки. Внедрение этой технологии позволяет снизить затраты на проведение подготовительно-нарезных работ за счет эффективных схем разбуривания массива, оригинальных конструкций днища блока и компенсационного пространства. Оптимальная технология отработки межкамерного целика дает возможность снизить потери и засорение руды.

Ключевые слова: системы с открытым очистным пространством, межкамерные целики, обрушение руды, выпуск и доставка рудной массы.

УДК 621.5

Гуливец А.А., Олейник С.Ю., Ильченко Р.А. Влияние характеристик ветрового потока и параметров ротора ветродвигателя на него энергетические параметры

Цель. Цель исследования – установить в общем виде зависимости энергетических параметров горизонтально-осевых и вертикально-осевых ветродвигателей от параметров ветрового потока и параметров их роторов.

Методы исследования. Метод исследования – аналитический.

Научная новизна. Установлены в общем виде зависимости энергетических параметров горизонтально-осевых и вертикально-осевых ветродвигателей от параметров ветрового потока и параметров роторов ветродвигателей.

Практическая ценность. Установленные зависимости необходимые для определения критериев подобия рабочих процессов натуральных образцов ветродвигателей и их физических моделей и эффективного проведения экспериментальных исследований на их физических моделях.

Результаты. Анализом процесса обтекания ветровым потоком лопастей горизонтально-осевого и вертикально-осевого ВД установлено, что его основной параметр – мощность P_p является функцией параметров ветрового потока и параметров ВД: скорости ветра v , плотности ρ и кинематической вязкости ν воздуха, коэффициента подъемной силы C_y , коэффициента силы лобового сопротивления C_x , коэффициента боковой силы C_z , коэффициента силы давки на тыльный бок лопасти при обращении вертикально-осевого ротора C_q , коэффициента силы лобового давления на траверсе вертикально-осевого ротора C_{xT} , диаметра ротора D , длины лопасти l , хорды лопасти b , угла установки лопасти β , угла атаки α , площади лопасти S_A , площади обмеха ротора S_p , количества лопастей n , угловой скорости ротора ω , шероховатости поверхностей лопасти R_z .

Кроме мощности важной характеристикой ВЕУ есть пусковая скорость ветра ВД u_n , от которой зависит также количество электрической энергии, которую вырабатывает установка за год, кроме названных параметров зависит и от моментов инерции ротора ВД I_p и момента инерции ротора электрического генератора I_g .

На основе детального анализа процесса обтекания ветровым потоком лопастей роторов горизонтально-осевого и вертикально-осевого ветродвигателей установленные в общем виде зависимости мощности и пусковой скорости ветродвигателей от параметров ветрового потока и параметров их роторов. Полученные зависимости необходимые для определения критериев подобия рабочих процессов натуральных образцов ветродвигателей и их физических моделей и для выбора рациональных параметров ветродвигателей.

Ключевые слова: ветровой поток, ветроэлектрическая установка, ветродвигатель, ротор, лопасть, аэродинамика.

УДК 621.5

Гулівець О.А., Олійник С.Ю., Ільченко Р.А. Вплив характеристик вітрового потоку і параметрів ротора вітровагуна на його енергетичні параметри

Мета. Мета дослідження – установити у загальному виді залежності енергетичних параметрів горизонтально-осьових і вертикально-осьових вітровагунів від параметрів вітрового потоку та параметрів їх роторів.

Методи дослідження. Метод дослідження – аналітичний.

Наукова новизна. Установлені в загальному виді залежності енергетичних параметрів горизонтально-осьових та вертикально-осьових вітровагунів від параметрів вітрового потоку і параметрів роторів вітровагунів.

Практична значимість. Установлені залежності необхідні для визначення критеріїв подібності робочих процесів натуральних зразків вітровагунів та їх фізичних моделей і ефективного проведення експериментальних досліджень на їх фізичних моделях.

Результати. Аналізом процесу обтікання вітровим потоком лопатей горизонтально-осьового та вертикально-осьового ВД встановлено, що його основний параметр – потужність P_p є функцією параметрів вітрового потоку та параметрів ВД: швидкості вітру v , густини ρ та кінематичної в'язкості ν повітря, коефіцієнта підйомної сили C_y , коефіцієнта сили лобового опору C_x , коефіцієнта бокової сили C_z , коефіцієнта сили тиску на тильний бік лопаті при обертанні вертикально-осьового ротора C_q , коефіцієнта сили лобового тиску на траверсу вертикально-осьового ротора C_{xT} , діаметра ротора D , довжини лопаті l , хорди лопаті b , кута установки лопаті β , кута атаки α , площі лопаті S_L , площі обмаху ротора S_p , кількості лопатей n , кутової швидкості ротора ω , шорсткості поверхонь лопаті R_z .

Крім потужності важливою характеристикою ВЕУ є пускова швидкість вітру ВД v_n , від якої залежить також кількість електричної енергії, яку виробляє установка за рік, крім названих параметрів залежить і від моментів інерції ротора ВД I_p та моменту інерції ротора електричного генератора I_g .

На основі детального аналізу процесу обтікання вітровим потоком лопатей роторів горизонтально-осьового та вертикально-осьового вітроподвигунів встановлені в загальному виді залежності потужності та пускової швидкості вітроподвигунів від параметрів вітрового потоку та параметрів їх роторів. Одержані залежності необхідні для визначення критеріїв подібності робочих процесів натурних зразків вітроподвигунів і їх фізичних моделей та для вибору раціональних параметрів вітроподвигунів.

Ключові слова: вітровий потік, вітроелектрична установка, вітроподвигун, ротор, лопать, аеродинаміка.

Gulivets A. A., Oliynyk S.Yu., Ilchenko R.A. The effect of wind flow characteristics and wind turbine parameters on its energy parameters.

Objective. The research objective is to establish the dependence of horizontal-axial and vertical-axial wind turbines energy parameters on wind flow and their rotors parameters in general form.

Research method. The research method is analytical.

Scientific novelty. The dependences of the energy parameters of horizontal-axial and vertical-axial wind turbines on wind flow parameters and wind turbine rotors parameters turbines are determined.

Practical value. Necessary dependencies for determining the similarity criteria of working processes of wind turbines natural models and for their physical models and effective performance of experimental studies on their physical models are established.

Results. By means of blades wind flow analysis of horizontal-axial and vertical-axial wind turbine it was established that its main parameter is power P_p is wind flow function and wind turbine parameters: wind speed v , density ρ , kinematic air viscosity ν , lift coefficient C_y , air resistance force coefficient C_x , lateral force factor C_z , the crush force factor on the rotor back side while rotation C_q , force factor of air resistances on vertical axial rotor traverse C_{xT} , rotor diameter D , blade length l , blade chord b , the blade angle β , attack angle α , blade area S_L , rotor swing area S_p , blades number n , angular rotor velocity ω , blade surface roughness R_z .

Besides power, the important characteristic of wind power installation is starting wind speed of wind turbine v_n , which also determines electric energy amount produced by plant per year, except for the named parameters, depends also on the moments of inertia of wind turbine rotor I_p and the moment of electric generator rotor inertia I_g .

On the basis of a detailed analysis of wind flow process on rotor blades of horizontal-axial and vertical-axial wind turbines, the dependences of wind turbines starting speed power on wind flow parameters and their rotors parameters are established in general terms. Dependences necessary for determination of similarity criteria of working processes of wind turbines natural models and their physical models and rational choice for wind turbines parameters are obtained.

Key words: wind flow, wind power installation, wind turbine, rotor, blade, aerodynamics.

УДК 622.74.913.3

Булах О.В., Запорожець О.Ю. Досвід використання тонкого грохочення в схемах переробки магнетитових кварцитів

Мета. Метою даної роботи є визначення можливості отримання високоякісного концентрату при збагаченні магнетитових кварцитів з використанням операції тонкого грохочення в різних схемах збагачення. Підвищення масової частки заліза в концентраті та зменшення витрат на його виробництво досягається завдяки розвитку технологій та обладнання при збагаченні залізних руд, які дозволяють не тільки підвищити якість концентрату, але і зменшити вміст шкідливих домішок.

Методи дослідження. Узагальнення та аналіз науково-технічної інформації. При аналізі технологій переробки залізних руд, що дозволяють отримувати високоякісні концентрати з'ясовано, що найбільш перспективним напрямком робіт з підвищення якості концентрату є застосування операції тонкого грохочення як циклах подрібнення так і в якості дозбагачення концентрату в різних технологічних схемах. В комплексі це дозволяє збільшити масову частку заліза в концентраті або знизити питомі витрати на переробку руди.

Наукова новизна. Використання в схемах переробки залізрудної сировини операції тонкого грохочення на грохотах корпорації Derrick для підвищення якості концентрату по діючій схемі та можливості його дозбагачення.

Практична значимість. Визначено доцільність використання операції тонкого грохочення при переробці магнетитових кварцитів. Використання грохотів тонкого грохочення в різних діючих схемах у відкритому та замкнутому циклах, замість обладнання для класифікації третьої стадії подрібнення та як обладнання для дозбагачення концентрату є доцільним як з технологічної так і економічної точки зору.

Результати. Операція тонкого грохочення на гірничо-збагачувальних фабриках використовується для підвищення якості концентрату та зниження в ньому вмісту кремнезему. При видаленні частинок крупніше 75 мкм з кінцевого залізрудного концентрату саме з використанням тонкого грохочення можливо зменшити вміст кремнезему на 1,0-1,5% та підвищити його якість, в середньому, на 1,5-2,0%. Важливо також відзначити, що витрати на цей процес нижче ніж на тонке подрібнення або флотацію.

Ключові слова: магнетитові кварцити, технологія збагачення, тонке грохочення, підвищення якості, концентрат.

Булах А.В., Запорожец О.Ю. Опыт использования тонкого грохочения в схемах переработки магнетитовых кварцитов

Цель. Целью данной работы является определение возможности получения высококачественного концентрата при обогащении магнетитовых кварцитов с использованием операции тонкого грохочения в различных схемах обогащения. Повышение массовой доли железа в концентрате и уменьшение затрат на его производство достигается благодаря развитию технологий и оборудования при обогащении железных руд, которые позволяют не только повысить качество концентрата, но и уменьшить содержание вредных примесей.

Методы исследования. Обобщение и анализ научно-технической информации. При анализе технологий переработки железных руд, позволяющие получать высококачественные концентраты выяснено, что наиболее перспективным направлением работ по повышению качества концентрата является применение операции тонкого грохочения в качестве циклах измельчения так и в качестве дообогащения концентрата в различных технологических схемах. В комплексе это позволяет увеличить массовую долю железа в концентрате или снизить удельные затраты на переработку руды.

Научная новизна. Использование в схемах переработки железнорудного сырья операции тонкого грохочения на грохотах корпорации Derrick для повышения качества концентрата по действующей схеме и возможности его дообогащения.

Практическая значимость. Определена целесообразность использования операции тонкого грохочения при переработке магнетитовых кварцитов. Использование грохотов тонкого грохочения в различных действующих схемах в открытом и замкнутом циклах, вместо оборудования для классификации третьей стадии дробления и как оборудование для дообогащения концентрата является целесообразным как с технологической, так и экономической точки зрения.

Результаты. Операция тонкого грохочения на горно-обогатительных фабриках используется для повышения качества концентрата и снижения в нем содержания кремнезема. При удалении частиц крупнее 75 мкм с конечного железнорудного концентрата именно с использованием тонкого грохочения возможно уменьшить содержание кремнезема на 1,0-1,5% и повысить его качество, в среднем, на 1,5-2,0%. Важно также отметить, что затраты на этот процесс ниже чем на тонкое измельчение или флотацию.

Ключевые слова: магнетитовые кварциты, технология обогащения, тонкое грохочение, повышение качества, концентрат.

Bulakh O.V., Zaporozhets O.Y. Experience of using the fine screening in the processing of magnetite quartzites

Goal. The purpose of this paper is to determine the possibility of obtaining a high-quality concentrate for the enrichment of magnetite quartzites using the fine screening operation in various enrichment schemes. Increasing the mass fraction of iron in the concentrate and reducing the cost of its production is achieved through the development of technologies and equipment for the enrichment of iron ores, which not only improve the quality of the concentrate, but also reduce the content of harmful impurities.

Methods of research. Generalization and analysis of scientific and technical information. When analyzing the technologies for processing iron ores that make it possible to produce high-quality concentrates, it has been found out that the most promising direction of work to improve the quality of concentrate is the use of fine screening operations as grinding cycles and as a pre-enrichment of the concentrate in various technological schemes. In a complex, this allows to increase the mass fraction of iron in the concentrate or to reduce the specific costs for processing the ore.

Scientific novelty. The use of fine screening in the Derrick screens in the iron ore processing schemes to improve the quality of the concentrate according to the current scheme and the possibility of its further enrichment.

Practical significance. The expediency of using fine screening during the processing of magnetite quartzites is determined. The use of screens of fine screening in various operating schemes in open and closed cycles, instead of equipment for the classification of the third stage of crushing and as equipment for the further enrichment of the concentrate, is advisable both from the technological and economic point of view.

Results. Operation of fine screening in ore mining plants is used to improve the quality of the concentrate and reduce the silica content in it. When removing particles larger than 75 mm from the final iron ore concentrate using fine screening, it is possible to reduce the silica content by 1.0-1.5% and improve its quality by an average of 1.5-2.0%. It is also important to note that the cost of this process is lower than that of fine grinding or flotation.

Key words: magnetite quartzites, enrichment technology, fine screening, quality improvement, concentrate.

УДК 519.6:371.214

Моркун В.С., Бурнасов П.В., Бурнасова Т.П. Принципи автоматизації формування нежорстких вимог до розкладу занять в університеті з боку викладачів

Мета. Метою цієї роботи є формулювання принципів автоматичного формування нежорстких вимог до розкладу з боку викладачів у випадку їх відсутності, на основі аналізу розкладів попередніх періодів. Розв'язання даної задачі складає актуальність роботи.

Методи дослідження. Для вирішення цього завдання проведено аналіз теоретичних й експериментальних робіт та використані метод найближчого сусіда для визначення прецедентів з інтегрованої бази розкладів та загальна теорія розкладів для розробки математичних моделей формування розкладу занять.

Наукова новизна. Розроблено принципи автоматичного формування нежорстких вимог до розкладу з боку викладачів на основі аналізу розкладів занять попередніх періодів з використанням модифікованого методу найближчого сусіда для визначення прецедентів з інтегрованої бази розкладів, що дозволить зменшити кількість операцій введення нежорстких обмежень.

Практична значимість. У випадку відсутності сформульованих побажань викладачів до розкладу занять виконується аналіз розкладів за попередні роки з якого визначаються критерії якості розкладу з точки зору викладача, виходячи з припущення, що якщо розклади попередніх періодів задовольняли викладача, то і новий розклад складений

за тими самими критеріями також буде задовільним. Таким чином, у підсумку база даних нежорстких вимог з боку викладачів може бути вичерпною, що дозволить задіяти автоматичний режим формування розкладу занять.

Результати. До складу узагальненого критерію врахування інтересів викладачів входять наступні частинні критерії: число "вікон" у розкладі викладачів, виконання обмеження на максимальне число зайнятих днів у тиждень для викладачів, виконання обмеження на мінімальне число занять у довільний день тижня для викладачів, особисті побажання викладачів. Узагальнений критерій оптимальності розкладу викладачів враховує ступінь оптимальності індивідуального розкладу кожного викладача. Для кількісного порівняння та ранжування часткових критеріїв оптимальності вводиться числовий еквівалент ступеня важливості кожного часткового критерію оптимальності. Пошук рішення на основі прецедентів в базі даних попередніх розкладів полягає у визначенні ступеня подібності поточної ситуації з прецедентами, які мали місце раніше, а потім у виконанні спроби розв'язати сформовану проблемну ситуацію, використовуючи прецедент, що має найбільшу ступінь схожості з поточною ситуацією. Безумовного введення будуть потребувати тільки ті обмеження, що стосуються нових дисциплін, або потребують змінення на нові значення. Обмеження введені для поточного розкладу мають пріоритет перед сформованими автоматично.

Ключові слова: розклад занять, метод найближчого сусіда, база прецедентів, автоматичний розклад, якість розкладу, алгоритм розкладу.

Моркун В.С., Бурнасов П.В., Бурнасова Т.П. Принципы автоматизации формирования нежестких требований к расписанию занятий в университете со стороны преподавателей

Цель. Целью этой работы является формулирование принципов автоматического формирования нежестких требований к расписанию со стороны преподавателей, в случае их отсутствия, на основе анализа расписаний предыдущих периодов. Решение данной задачи составляет актуальность работы.

Методы исследования. Для решения этой задачи проведен анализ теоретических и экспериментальных работ и использованы метод ближайшего соседа для определения прецедентов из интегрированной базы расписаний и общая теория расписаний для разработки математических моделей формирования расписания занятий.

Научная новизна. Разработаны принципы автоматического формирования нежестких требований к расписанию со стороны преподавателей на основе анализа расписаний занятий предыдущих периодов с использованием модифицированного метода ближайшего соседа для определения прецедентов из интегрированной базы расписаний, которая позволит уменьшить количество операций ввода нежестких ограничений.

Практическая значимость. В случае отсутствия сформулированных пожеланий преподавателей к расписанию занятий выполняется анализ расписаний за предыдущие годы, из которого определяются критерии качества расписания с точки зрения преподавателя, исходя из предположения, что если расписания предыдущих периодов удовлетворяли преподавателя, то и новое расписание составленное по тем же самым критериям также будет удовлетворительным. Таким образом, в итоге база данных нежестких требований со стороны преподавателей может быть исчерпывающей, что позволит задействовать автоматический режим формирования расписания занятий.

Результаты. В состав обобщенного критерия учета интересов преподавателей входят следующие частные критерии: число "окон" в расписании преподавателей, выполнение ограничения на максимальное число занятых дней в неделю для преподавателей, выполнение ограничения на минимальное число занятий в произвольный день недели для преподавателей, личные пожелания преподавателей. Обобщенный критерий оптимальности расписания преподавателей учитывает степень оптимальности индивидуального расписания каждого преподавателя. Для количественного сравнения и ранжирования частных критериев оптимальности вводится числовой эквивалент степени важности каждого частного критерия оптимальности. Поиск решения на основе прецедентов в базе данных предыдущих расписаний состоит в определении степени сходства текущей ситуации с прецедентами, которые имели место ранее и в попытке решить сформированную проблемную ситуацию, используя прецедент, который имеет самую большую степень схожести с текущей ситуацией. Безусловного введения будут нуждаться в только те ограничения, которые касаются новых дисциплин, или нуждаются в изменении. Ограничения введенные для текущего расписания имеют приоритет перед сформированными автоматически.

Ключевые слова: расписание занятий, метод ближайшего соседа, база прецедентов, автоматическое расписание, качество расписания, алгоритм расписания.

Morkun V.S., Burnasov P.V., Burnasova T.P. Principles of automatization of teachers' flexible requirements formation to the university schedule

The aim. The aim of the work is to formulate the principles of automatization of teachers' flexible requirements formation to the university schedule in case of their absence, by analyzing the previous periods' schedule. This makes the work actual.

The methods. For to solve this task, the review of theoretical and experimental works was carried out. The nearest neighbour method was used to define cases of integrated schedule-base. General schedule theory was used for developing mathematic models of schedule formation.

The scientific novelty. The principals of teachers' flexible requirements automatization to the schedule, based on previous periods schedule analysis, using the modified nearest neighbour method are developed for to define the cases of integrated schedule-base. It allows to decrease the number of flexible requirements entrance.

The practical value. In the absence of expressed teachers' preferences for the schedule, the previous periods schedule-analysis is executed, from which the quality schedule criteria in terms of teacher are defining. Based on the assumption that previous periods schedule satisfied the teacher, the new schedule drawn up on the basis of the same criteria will be also satisfactory. Consequently, database of teachers' flexible requirements ultimately can be exhausted. It allows to form schedule automatically.

The results. The structure of generalized criterion of considering teachers' interests includes following partial criteria: number of breaks in teachers' schedule, fulfillment of limitation of the maximum work days number in a week for teachers, fulfillment of limitation of the minimum classes number in any weekday for teachers, teachers' personal preferences. The optimality degree of the teacher's individual schedule is taken into account by the generalized criterion of the teachers' schedule optimality. The numeric equivalent of the importance rate of each partial optimality criterion is introduced for the partial

optimality criteria quantitative comparison and ranking. The search for a solution, based on the cases of previous schedules is to determine the degree of similarity the current situation with previous cases and to attempt to solve the problem using the most appropriate case. The direct entry is necessary only for those limitations which deal with new subjects or need to be overwriten. The current schedule limitations have priority over automatically formed ones.

Keywords: the schedule, the nearest neighbour method, the case base, the automatically formed schedule, the schedule quality, the schedule algorithm.

УДК 681.03

Вдовиченко И.Н. Моделирование программных систем и процесса их разработки

Цель. Целью работы является построение моделей программных продуктов и процесса разработки программ. Рассматривается проблема моделирования программных систем. Предложены значимые характеристики программных систем, которые необходимо отобразить в модели. Необходимо определить зависимости критериев и этапов разработки. Анализируется такая единица измерения временных показателей программирования, как человеко-месяц. Ясно, что стандартные методы математического программирования, дифференциального исчисления и теории множеств ограничены в использовании при построении моделей программных систем. Необходим подход на основании комбинированного метода.

Методы. Для решения поставленных задач используются методы аналитического и статистического имитационного моделирования процесса разработки программных систем. Применены элементы агрегирования и комбинирования.

Научная новизна. Предложены варианты элементов моделей программных систем. Рассмотрены модели этапов разработки программного обеспечения.

Практическая значимость. Предложенные модели можно использовать для общей оценки качества программных систем, расчетов прогноза трудозатрат разработок, сложности программ, стоимости и времени программирования и др.

Результаты. Построены варианты элементов моделей программных систем. Отмечены показатели, оказывающие влияние на производительность программистов. Систематизированы количественные оценки процесса программирования. Выделены взаимосвязи показателей.

Ключевые слова: моделирование, программные системы, оценивание, производительность, программные ошибки, время разработки, человеко-месяц.

Вдовиченко І. Н. Моделювання програмних систем і процесу їх розробки

Мета. Метою роботи є побудова моделей програмних продуктів та процесу розробки програм. Розглядається проблема моделювання програмних систем. Необхідно запропонувати значущі характеристики програмних систем, які необхідно відобразити в моделі. Виявити залежність критеріїв та етапів розробки. Анализується така одиниця вимірювання часових показників програмування, як людино-місяць. Ясно, що стандартні методи математичного програмування, диференціального числення і теорії множин обмежені у використанні при побудові моделей програмних систем. Необхідний підхід на базі комбінованого методу.

Методи. Для вирішення поставлених завдань використовуються методи аналітичного та статистичного імітаційного моделювання процесу розробки програмних систем. Застосовані елементи агрегування і комбінування.

Наукова новизна. Запропоновані варіанти елементів моделей програмних систем. Розглянуті моделі етапів розробки програмного забезпечення.

Практична значимість. Запропоновані моделі можна використовувати для загальної оцінки якості програмних систем, розрахунків прогнозу трудовитрат розробок, складності програм, вартості і часу програмування та ін.

Результати. Побудовано варіанти елементів моделей програмних систем. Відзначені показники, що впливають на продуктивність програмістів. Систематизовано кількісні оцінки процесу програмування. Виділені взаємозв'язки показників.

Ключові слова: моделювання, програмні системи, оцінювання, продуктивність, програмні помилки, час розробки, людино-місяць.

Vdovychenko I. N. Modelling software systems and their development

Goal. The aim of this work is Postroenie models for software and process development programs. Considers the problem of modeling software systems. Suggested important characteristics of the software systems that you want to display in the model. Allocated according to criteria and stages of development. Analyses such unit of measurement time parameters programming, as man-month. It is clear that standard methods of mathematical programming, differential calculus and set theory are limited to use in constructing models of software systems. The approach to be taken on the basis of the combined method.

Methods. To solve problems using analytical methods and statistical simulation in the development process of software systems. Applied elements of the aggregation and combination. The figures, which impact on the performance of programmers.

Scientific novelty. The options proposed models of software systems. Considered a model of the stages of software development.

Practical significance. The proposed model can be used to assess the quality of software systems, computation of the forecast of development work, the complexity of the programs, cost and time programming, etc.

Results. The variants of models of software systems. The figures, which impact on the performance of programmers. Systematic quantitative assessment of the programming process.

Keywords: simulation, software systems, evaluation, performance, software bugs, development time man-month.

УДК 622.14

Федоренко П.И. Переметник А.В., Подойнищина Т.А. Прогнозирование и многофакторная геометризация качественных показателей железорудных месторождений на основе эвристических методов

Цель. Целью настоящей работы является совершенствование методики геометризации качественных показателей железорудных месторождений для построения такой горно-геометрической модели месторождения, которая давала бы возможность описать закономерности размещения важнейших качественных показателей в пространстве с тем, чтобы спрогнозировать их изменение в процессе развития горных работ. Особенно важным аспектом применения геометризации месторождений железорудных полезных ископаемых является горно-геометрическое прогнозирование их качественных показателей для решения заданий перспективного и текущего планирования с тем, чтобы наладить с максимальной эффективностью работу горнодобывающего предприятия в режиме усреднения качества руды и повысить рационализацию освоения месторождения.

Методы исследования. Задача работы определила применение комплексного метода исследований, включающего проведение теоретических исследований, лабораторные и промышленные эксперименты. При проведении отдельных исследований были использованы геостатистические методы и методы программирования для ЭВМ.

Научная новизна. Описан многомерный эвристический алгоритм прогнозирования, эффективно реализующий уравнения математической модели многомерного случайного геохимического поля, путем использования предложенного полинома произвольной степени. Показано, что в качестве математического описания элементов прогнозируемого горного массива целесообразно принимать систему уравнений многомерного случайного геохимического поля. Установлено, что в качестве метода обработки маркшейдерско-геологической информации, полученной по нерегулярной разведывательной сети целесообразно использовать метод крайгинга.

Практическое значение. Практическое значение работы заключается в разработке горно-геометрического метода прогнозирования качественных показателей железорудных залежей, позволяющего определять перспективные направления развития горных работ и решать задачи перспективного и текущего планирования по результатам, полученным при геометризации.

Результаты. Предложено решение актуальной научной задачи, имеющей важное народнохозяйственное значение, заключающейся в разработке горно-геометрического метода прогнозирования качественных показателей железорудных месторождений, реализованного в математической модели многомерного случайного геохимического поля. Для реализации этой модели описан новый математический метод, являющийся многомерным эвристическим алгоритмом прогнозирования. Ввиду того, что на месторождениях Кривбасса детальная геологическая разведка ведется, как правило, с помощью нерегулярной сети скважин, метод крайгинга является наиболее приемлемым для оценки и повышения достоверности исходной геологической информации. Фактически получены результаты, позволяющие описывать случайные функции с несколькими компонентами, имеющими стационарные приращения. Каждая последующая гипотеза обобщает предшествующие. Точно так же и сама теория пространственных переменных включает все ранее перечисленные случаи. По сути, гипотеза универсального крайгинга характеризует распределение пространственных переменных месторождения, описываемого случайным многомерным геохимическим полем.

Ключевые слова: геометризация, горно-геометрические методы прогнозирования, вариограмма, крайгинг, многомерное случайное геохимическое поле, эвристические алгоритмы прогнозирования.

Федоренко П. И. Переметчик А.В., Подойнищина Т. О. Прогнозування і багатофакторна геометризація якісних показників залізорудних родовищ на основі евристичних методів

Мета. Метою справжньої роботи є вдосконалення методики геометризації якісних показників залізорудних родовищ для побудови такої гірничо-геометричної моделі родовища, яка давала б можливість описати закономірності розміщення найважливіших якісних показників в просторі з тим, щоб спрогнозувати їх зміну в процесі розвитку гірських робіт. Особливо важливим аспектом застосування геометризації родовищ залізорудних корисних копалини є гірничо-геометричне прогнозування їх якісних показників для вирішення завдань перспективного і поточного планування з тим, щоб налагодити з максимальною ефективністю роботу гірничодобувного підприємства в режимі усереднювання якості руди і підвищити раціоналізацію освоєння родовища.

Методи дослідження. Завдання роботи визначило застосування комплексного методу досліджень, що включає проведення теоретичних досліджень, лабораторні і промислові експерименти. При проведенні окремих досліджень були використані геостатистичні методи і методи програмування для ЕОМ.

Наукова новизна. Описаний багатовимірний евристичний алгоритм прогнозування, що ефективно реалізовує рівняння математичної моделі багатовимірного випадкового геохімічного поля, шляхом використання запропонованого полінома довільної міри. Показано, що як математичний опис елементів прогнозованого гірського масиву доцільно приймати систему рівнянь багатовимірного випадкового геохімічного поля. Встановлено, що як метод обробки маркшейдерсько-геологічної інформації, отриманої по нерегулярній розвідувальній мережі доцільно використовувати метод крайгинга.

Практичне значення. Практичне значення роботи полягає в розробці гірничо-геометричного методу прогнозування якісних показників залізорудних покладів, розвитку гірських робіт, що дозволяє визначати перспективні напрями, і вирішувати завдання перспективного і поточного планування по результатах, отриманих при геометризації.

Результати. Запропоновано рішення актуальної наукової задачі, що має важливе народногосподарське значення, полягає в розробці гірничо-геометричного методу прогнозування якісних показників залізорудних родовищ, реалізованого в математичній моделі багатовимірного випадкового геохімічного поля. Для реалізації цієї моделі описаний новий математичний метод, що є багатовимірним евристичним алгоритмом прогнозування. З огляду на те, що на родовищах Кривбасу детальна геологічна розвідка ведеться, як правило, за допомогою нерегулярної мережі свердловин, метод крайгинга є найбільш прийнятним для оцінки і підвищення достовірності початкової геологічної інформації. Фактично отримані результати, що дозволяють описувати випадкові функції з декількома компонентами, що мають стаціонарні прирости. Кожна наступна гіпотеза узагальнює передуючі. Так само і сама теорія просторових

змінних включає усі раніше перераховані випадки. По суті, гіпотеза універсального крайгинга характеризує розподіл просторових змінних родовища, що описується випадковим багатовимірним геохімічним полем.

Ключові слова: геометризація, гірничо-геометричні методи прогнозування, варіограма, крайгинг, багатовимірне випадкове геохімічне поле, евристичні алгоритми прогнозування.

Федоренко П. И., Переметник А.В., Подойницына Т. А. Fedorenko P.I., Peremetchik A.V., Podoinitsyna T.A. Prognostication and multivariable geometrizing of high-quality indexes of iron-ore deposits on the basis of heuristic methods

Purpose. The purpose of the real work is perfection of methods of geometrizing of high-quality indexes of iron-ore deposits for the construction of such горно-геометрической model of deposit, which would enable to describe conformities to law of placing of major high-quality indexes in space with that спрогнозировать their change in the process of development of mountain works. The especially important aspect of application of geometrizing of deposits of iron-ore minerals is горно-геометрическое prognostication of their high-quality indexes for the decision of tasks of the perspective and current planning with that to put right with maximal efficiency work of mining enterprise in the mode of усреднения of quality of ore and to promote rationalization of mastering of deposit.

Research methods. The task of work defined application of complex method of researches, including realization of theoretical researches, laboratory and industrial experiments. During realization of separate researches geostatistical methods and methods of programming were used for COMPUTER.

Scientific novelty. The multidimensional heuristic algorithm of prognostication, effectively realizing equalizations of mathematical model of the multidimensional casual geochemical field, is described, by the use of the offered polynomial of arbitrary degree. It is shown that as mathematical description of forecast mountain array cells it is expedient to accept the system of equalizations of the multidimensional casual geochemical field. It is set that as a method of treatment of surveyor-geological information, got on an irregular reconnaissance network it is expedient to use the method of крайгинга.

Practical value. The practical value of work consists in development of горно-геометрического method of prognostication of high-quality indexes of iron-ore beds, allowing to determine perspective directions development of mountain works and to decide the tasks of the perspective and current planning on results, got during geometrizing.

Results. Solution of actual scientific task, having an important pertaining to national economy value, consisting in development of горно-геометрического method of prognostication of high-quality indexes of iron-ore deposits, realized in the mathematical model of the multidimensional casual geochemical field is offered. For realization of this model a new mathematical method is described, being the multidimensional heuristic algorithm of prognostication. As on the deposits of Кривбасца the detailed geological secret service is conducted, as a rule, by means of irregular network of mining holes, a method of крайгинга is most acceptable to the estimation and increase of authenticity of initial geological information. Results, allowing to describe casual functions with a few компонентами, having stationary increases, are actually got. Every subsequent hypothesis summarizes preceding. Just the theory of spatial variables includes all before transferred cases. In fact, the hypothesis of universal крайгинга characterizes distribution of spatial variables of deposit, described by the casual multidimensional geochemical field.

Keywords: geometrizing, горно-геометрические methods of prognostication, варіограма, крайгинг, multidimensional casual geochemical field, heuristic algorithms of prognostication.

УДК 62-697.7

Коновалюк В.А. Дослідження тепломасообміну в теплообмінниках з використанням прихованої теплоти кригоутворення

Мета. Метою роботи є розробка енергозберігаючої методики для зменшення витрат енергії на нагрівання повітря за рахунок використання прихованої теплоти кригоутворення. Цей спосіб є нетрадиційним, але при наявності великого водоймища достатньої глибини існує можливість підігрівання повітря в вертикальних камерах зрошення з використанням теплоти кригоутворення. При цьому замерзлі краплі за допомогою води повертаються у водоймище, де ця крига буде танути.

Методи дослідження. В роботі використано метод теоретичного і експериментального дослідження на моделі камери зрошення в зимовий період року. Теоретично встановлені залежності між параметрами повітря і води, експериментально визначено термічні коефіцієнти тепло- і масообміну.

Наукова новизна полягає в розробці нетрадиційного способу використання прихованої теплоти кригоутворення і створенні практичної методики розрахунку теплообмінника.

Практична значимість. В роботі описаний процес замерзання крапель під час їх падіння. Встановлено, що термічний коефіцієнт корисної дії залежить від діаметрів крапель, швидкості руху повітря, рівномірності розподілу крапель в камері зрошення. Найбільша ефективність теплообміну досягається при знаходженні крапель в «завислому стані». Для цього необхідно, щоб краплі були приблизно однакового розміру, а це в свою чергу залежить від діаметра сопла форсунок і тиску води перед нею. Цим умовам найкраще відповідають форсунки тангенціального типу з соплами діаметром 2 мм. Швидкість руху повітря в камері зрошення повинна бути в межах $1,3 \div 1,5$ м/с. Розроблена методика розрахунку нетрадиційного теплообмінника з використанням прихованої теплоти кригоутворення.

Результати. Отримано теоретичні залежності і розроблено практичні рекомендації для проектування теплообмінників з використанням прихованої теплоти кригоутворення. Розроблена методика розрахунку параметрів камер зрошення. Кількість рядів форсунок повинна бути рівною 2. Відстань між форсунками слід приймати 0,5м. Для надійного транспортування криги водою відношення маси криги до маси води повинна бути 1:1. Таким чином робота дозволяє проектувати камери зрошення з використанням прихованої теплоти кригоутворення.

Ключові слова: приховане тепло замерзання, термічний коефіцієнт корисної дії, коефіцієнт теплообміну, коефіцієнт масообміну, водяна крапля.

Konovalyuk V.A. Investigation of heat and mass transfer in heat exchangers using latent heat of ice formation

Object. The aim of the work is the development of an energy-saving technique for reducing energy consumption for heating air through the use of latent heat of ice formation. This method is unconventional, but in the presence of a large pond of suf-

ficient depth, it is possible to heat the air in vertical irrigation chambers using the heat of ice formation. In this case, the frozen drops with the help of water return to the reservoir, where this ice will melt.

Methods of research. The method of theoretical and experimental research on the model of the irrigation chamber in winter is used in the work. Theoretical relationships were established between air and water parameters, thermal coefficients of heat and mass transfer were determined experimentally.

Scientific novelty consists in developing an unconventional way of using the latent heat of ice formation and creating a practical methodology for calculating the heat exchanger.

Practical significance. The process of freezing drops during their fall is described. It has been established that the thermal efficiency depends on the droplet diameters, air speed, uniformity of the droplet distribution in the irrigation chamber. The greatest efficiency of heat exchange is achieved when droplets are in a "suspended state". To do this, it is necessary that the droplets are about the same size, and this in turn depends on the nozzle diameter and the water pressure in front of it. These conditions are best matched to nozzles of tangential type with nozzles 2 mm in diameter. The speed of air movement in the irrigation chamber should be within $1.3 \div 1.5$ m / s. A methodology for calculating an unconventional heat exchanger using the latent heat of ice formation has been developed.

Results. Theoretical relationships have been obtained and practical recommendations have been developed for the design of heat exchangers using the latent heat of ice formation. A technique for calculating the parameters of irrigation chambers has been developed. The number of nozzle rows should be equal to 2. The distance between the nozzles should be 0.5 m. For reliable transportation of ice by water, the ratio of the mass of ice to the mass of water should be 1: 1. Thus, the work allows designing irrigation chambers using latent heat of ice formation.

Key words: latent heat of freezing, thermal coefficient of efficiency, heat transfer coefficient, mass transfer coefficient, water drop.

УДК 658.567:669'156

Губин Г.В., Ткач В.В., Ярош Т.П., Губин Г.Г. Альтернативные методы обесцинкования металлургических шламов
Цель. Для улучшения технологических показателей обесцинкования металлургических сухих шламов необходимо разработать технологию их магнитного обогащения с целью получения обесцинкованного продукта, пригодного для использования при агломерации железорудного сырья.

Методы. Исследован метод сухой магнитной сепарации цинкосодержащих металлургических шламов, который позволяет значительно снизить содержание цинка в обогащенном продукте. Окускованные материалы, полученные с использованием обесцинкованного продукта, не вызовут трудностей в доменном процессе получения чугуна.

Научная новизна. Предложена альтернативная технология обесцинкования металлургических шламов с высоким содержанием цинка, основными преимуществами которой можно считать низкие эксплуатационные затраты и возможность использования уже существующих на предприятии агрегатов.

Практическая ценность. Улучшение технологических показателей обесцинкования металлургических шламов достигается за счет лучшего разделения рудных и нерудных минералов в воздушном потоке, поскольку в меньшей степени проявляется магнитная флокуляция и адгезия рудных и нерудных частиц. В зависимости от типа сырья сухая схема разделения пылевозгонов металлургического производства может легко трансформироваться.

Результаты. Результаты экспериментальных исследований по разделению возгонов сталеплавильного процесса показывают, что в сухом магнитном сепараторе циклонного типа происходит разделение минералов по магнитным свойствам. Технологические показатели обогащения улучшаются с увеличением расхода воздуха через систему, поскольку возрастает линейная скорость газового потока в сепараторе, что способствует концентрации в магнитном продукте более мелких частиц оксида железа. Свободные частицы цинкосодержащих минералов с бедными железосодержащими сростками транспортирующим потоком выносятся в немагнитный продукт. Массовая доля железа общего в магнитном продукте составила 64,1 % при извлечении 62,8 %, а в немагнитном продукте концентрировались минеральные образования цинка. Массовая доля цинка в нем достигала 3,46 % при извлечении 79,1 %.

Ключевые слова: металлургические шламы, обесцинкование, магнитная сепарация, циклонный сепаратор, извлечение, массовое содержание.

Губін Г.В., Ткач В.В., Ярош Т.П., Губін Г.Г. Альтернативні методи знецинкування металургійних шламів

Мета. Для поліпшення технологічних показників знецинкування металургійних сухих шламів необхідно розробити технологію їх магнітного збагачення з метою отримання знецинкованого продукту, придатного для використання при агломерації залізорудної сировини.

Методи. Досліджений метод сухої магнітної сепарації цинковмісних металургійних шламів, який дозволяє значно знизити вміст цинку в збагаченому продукті. При використанні окускованих матеріалів, отриманих із застосуванням знецинкованого продукту, не виникатимуть труднощі в доменному процесі отримання чавуну.

Наукова новизна. Запропонована альтернативна технологія знецинкування металургійних шламів з високим вмістом цинку, головними перевагами якої можна вважати низькі експлуатаційні витрати і можливість використання вже існуючого на підприємстві обладнання.

Практична цінність. Поліпшення технологічних показників знецинкування металургійних шламів досягається за рахунок кращого розділення рудних і нерудних мінералів у повітряному потоці, оскільки в меншій мірі проявляється магнітна флокуляція й адгезія рудних і нерудних часток. В залежності від типу сировини суха схема розділення пилевоозгонів металургійного виробництва може легко трансформуватися.

Результати. Результати експериментальних досліджень по розділенню возгонів сталеплавильного процесу показують, що в сухому магнітному сепараторі циклонного типу відбувається розділення мінералів за магнітними властивостями. Технологічні показники збагачення поліпшуються зі збільшенням витрати повітря через систему, оскільки зростає лінійна швидкість газового потоку в сепараторі, що сприяє концентрації в магнітному продукті більш дрібних часток оксиду заліза. Вільні частки цинковмісних мінералів з бідними залізовмісними сростками транспортованим потоком виносяться в немагнітний продукт. Масова частка заліза загального в магнітному продукті становила

64,1 % при вилученні 62,8 %, а в немагнітному продукті концентрувалися мінеральні утворення цинку. Масова частка цинку в ньому досягала 3,46 % при вилученні 79,1 %.

Ключові слова: металургійні шлами, знецинкування, магнітна сепарація, циклонний сепаратор, вилучення, масовий вміст.

Gubin G.V., Tkach V.V., Yarosh T.P., Gubin G.G. Alternative methods of metallurgical mud dezincing

Purpose. It is necessary to develop a technology for magnetic enrichment of metallurgical dry mud in order to improve technological parameters their dezincing and obtain a dezincing product suitable for use in the agglomeration of iron ore raw materials.

Methods. The method of dry magnetic separation of zinc-containing metallurgical mud has been studied, which allows to reduce significantly the zinc content in the enriched product. Agglomerated materials made by means of using dezincing product will not cause difficulties in the blast furnace process of cast-iron producing.

Scientific novelty. An alternative technology for dezincing of metallurgical mud with a high zinc content is developed; the main advantages of this technology are low operating costs and the possibility of using existing equipment.

Practical value. Improvement of the technological parameters of metallurgical mud dezincing is achieved due to better separation of ore and nonmetallic minerals in the air stream, because magnetic flocculation and adhesion of ore and non-metallic particles are less evident. Depending on the type of raw materials, the dry separation scheme for the dust separation of metallurgical production can easily be transformed.

Results. The results of experimental studies on the separation of the sublimes of the steelmaking process show that in a dry magnetic separator of a cyclonic type, minerals are separated according to their magnetic properties. Technological enrichment parameters are improved with increasing airflow through the system, as the linear speed of the air stream in the separator increases, which contributes to the concentration of smaller iron oxide particles in the magnetic product. Free particles of zinc-containing minerals with lean iron-containing intergrown pieces are transported to the non-magnetic product. The mass content of iron in the magnetic product was 64.1 % during extraction of 62.8 %. The mass content of zinc in the non-magnetic product was 3.46 % during extraction of 79.1 %.

Key words: metallurgical mud, dezincing, magnetic separation, cyclone separator, extraction, mass content.

УДК 62-408:622.012.2-023.7

Бровко Д.В., Хворост В.В. Обеспечение безопасности объектов поверхности шахт путем корректировки уровней надежности

Цель. Создание одного из методов оценки технического состояния элементов конструкций зданий и сооружений поверхности шахт - квалиметрической оценки, позволяющий свести к минимуму корректировки уровней надежности, а также установить высокий уровень безопасности объектов поверхности шахт.

Методика. Разработана аналитическая модель определения величины физического износа эксплуатируемого здания на момент времени, при котором произведена диагностика технического состояния объекта поверхности шахт и найдена величина его фактической степени живучести. Для определения стандартных уровней надежности объект представляется в виде системы, состоящей из иерархически последовательно соединенных групп однотипных несущих элементов. При моделировании учтены основные параметры: фактическое состояние и степень живучести элементов конструкций на момент проведения их обследования.

Результаты. Получена модель, позволяющая определить состояние эксплуатируемого здания, в виде зависимости износа несущих конструкций здания от величины его степени живучести. Определены пороговые значения степени живучести, при достижении которых объект поверхности шахт переходит в качественно иное состояние – из нормального в удовлетворительное, из удовлетворительного в непригодное, а из непригодного в аварийное. Предложенная методика оценки безопасности эксплуатируемых зданий и сооружений поверхности может быть использована на практике для оценки степени живучести, вида технического состояния и безопасного остаточного ресурса.

Научная новизна. Научная новизна предложенного в работе метода – адекватное описание технического состояния элементов конструкций зданий и сооружений поверхности шахт, который займет свою нишу среди новых современных экспериментальных исследований материалов и конструкций объектов поверхности.

Практическая значимость. Создание метода квалиметрической оценки, который позволяет определять степень живучести объекта на определенный момент времени, вид технического состояния и безопасный остаточный ресурс. В результате проведения предложенных мероприятий повышается уровень безопасности эксплуатируемого объекта, что влечет за собой сохранение как материальных активов, так и жизни работников предприятия.

Ключевые слова: объекты поверхности шахт, надежность, живучесть, квалиметрическая оценка

Бровко Д.В. Хворост В.В. Забезпечення безпеки об'єктів поверхні шахт шляхом коригування рівнів надійності

Мета. Створення одного з методів оцінки технічного стану елементів конструкцій будівель і споруд поверхні шахт - кваліметричної оцінки, що дозволяє звести до мінімуму коригування рівнів надійності, та встановити високий рівень безпеки об'єктів поверхні шахт.

Методика. Розроблено аналітичну модель визначення величини фізичного зносу будівлі, що експлуатується, на момент часу, при якому проведена діагностика технічного стану об'єкта поверхні шахт і знайдена величина його фактичного рівня живучості. Для визначення стандартних рівнів надійності об'єкт представляється у вигляді системи, що складається з ієрархічно послідовно з'єднаних груп однотипних несучих елементів. При моделюванні враховані основні параметри: фактичний стан і ступінь живучості елементів конструкцій на момент проведення їх обстеження.

Результати. Отримано модель, що дозволяє визначити стан будівлі, що експлуатується, у вигляді залежності зносу несучих конструкцій об'єкту від величини його рівня живучості. Визначені порогові значення ступенів живучості, при досягненні яких об'єкт поверхні шахт переходить у якісно інший стан – з нормального в задовільний, задовільного у непридатний, а з непридатного в аварійний. Запропонована методика оцінки безпеки виробничих будівель і споруд поверхні може бути використана на практиці для оцінки ступеня живучості, виду технічного стану і залишкового ресурсу безпечної експлуатації.

Наукова новизна. Наукова новизна запропонованого в роботі методу – адекватний опис технічного стану елементів конструкцій будівель і споруд поверхні шахт, який займе свою нішу серед нових сучасних експериментальних досліджень матеріалів і конструкцій об'єктів поверхні.

Практична значимість. Створення методу кваліметричної оцінки, що дозволяє визначати ступінь живучості об'єкта на певний момент часу, вид технічного стану і безпечний залишковий ресурс. В результаті проведення запропонованих заходів підвищується рівень безпеки промислового об'єкта, що тягне за собою збереження як матеріальних активів, так і життя працівників підприємства.

Ключові слова: об'єкти поверхні шахт, надійність, живучість, кваліметрична оцінка

Brovko D.V., Khvorost V.V. Ensuring safety of mine surface objects by adjusting reliability levels

Purpose. Creating one of the methods of evaluating the elements technical condition of facilities and buildings of mine surface - qualimetric assessment, allowing to minimize the adjustments of reliability levels, and establish a high level of safety of mine surface objects.

Methodology. It is developed an analytical model for determining the value of the physical deterioration of the operated building by the point in time at which the technical state of the mine surface object diagnosis is made and the value of its actual degree of survivability is found. To determine the standard levels of reliability object is represented in the form of systems consisting of a hierarchical series-connected groups of the same type of bearing elements. The simulation takes into account the main parameters: the actual state and the degree of survivability of structural elements at the time of their examination.

Findings. Obtained model allows to determine the state of the operating building as a dependence of wear of bearing structures of the building from the value of its degree of survivability. The threshold value of the degree of survivability, when the mines where the surface of the object moves into a qualitatively different state - from a normal to a satisfactory, satisfactory from unusable, and from unsuitable in emergency. The proposed method of assessing the safety of buildings and structures operated surface can be used in practice for the assessment of survivability, type of technical condition and residual life.

Originality. The scientific novelty of the proposed method is an adequate description of the technical state of structural elements of buildings and structures of the mine surface, which will take its place among the new modern experimental studies of the surface object materials and structures.

Practical value. Creating a qualimetric assessment method, which allows to determine the survivability degree of an object at a specific time, type of technical condition and safe remaining life-time. As a result of the proposed activities safety of operated facility is increased, which entails the preservation of both tangible assets and lives of employees.

Keywords: mine surface objects, reliability, survivability, qualimetric assessment

УДК 66.041.491

Тохтарь Ю.О., Єфіменко Л.І., Доценко І.О. Структура програми для предиктивної діагностики і кластеризації засобів автоматизації програмного та технічного забезпечення

Мета. Метою даної розробки є автоматизація процедури вибору засобів автоматизації програмного та технічного забезпечення за рахунок розробки програми, що дозволить виключити людський фактор при обробці характеристичних і параметричних даних та значно пришвидшити вибір необхідного обладнання чи програмного забезпечення.

Методи дослідження. Для вирішення цього завдання використовуються методи предиктивного аналізу та кластеризації, методи теорії систем автоматичного управління у виробництві з використанням новітніх методів технологічних та виробничих процесів і вибору засобів автоматизації, застосовується метод пасивного експерименту. Також проведено аналіз існуючих технічних та програмних рішень при проектуванні подібних систем.

Наукова новизна. Наукова новизна полягає у створенні програмного засобу, що дасть змогу аналізувати проектуючі або існуючі системи автоматизації. Використати для цього базу даних засобів автоматизації та базу знань. Програма не має подібних аналогів, що використовують предиктивний аналіз та кластеризацію засобів автоматизації технічного та програмного забезпечення.

Автоматизація процесу обробки даних дасть змогу максимально наблизити користувача до оптимального рішення при створенні систем автоматизованого керування за короткий термін часу або покаже оптимальні шляхи модернізації вже існуючої системи автоматизації. Можливе створення єдиної кластеризованої бази даних засобів автоматизації програмного та технічного забезпечення, створення та реалізація програми, що розроблюється на базі нечіткої логіки.

Практична значимість. На підставі результатів, отриманих у роботі, можна зробити висновок, що створювана система може знайти своє застосування у різних сферах автоматизації. Поступове розширення бази знань, дасть змогу накопичити певний професійний досвід та розширити базу існуючих засобів автоматизації і їх параметрів. Це дозволить при проектуванні, модернізації чи навіть при звичайному аналізі існуючої автоматизованої системи керування швидко знаходити необхідні рішення щодо застосування того чи іншого засобу автоматизації.

Результати. У відповідності з вимогами до системи в цілому, розроблена автоматизована система керування сушіння сировинних матеріалів дозволить підвищити ефективність функціонування обертової печі за рахунок оптимального температурного режиму випалювання вапняку, збільшення продуктивності і оперативності керування технологічним процесом, зниження використання енергоресурсів, зменшення впливу людини на виробничий процес.

Ключові слова: засоби автоматизації, системи керування, обертова піч, предиктивний аналіз.

Тохтарь Ю.А., Ефименко Л.И., Доценко И.О. Структура программы для предиктивной диагностики и кластеризации средств автоматизации программного и технического обеспечения

Цель. Целью данной разработки является автоматизация процедуры выбора средств автоматизации программного и технического обеспечения за счет разработки программы, что позволит исключить человеческий фактор при обработке характеристических и параметрических данных и значительно ускорить выбор необходимого оборудования или программного обеспечения.

Методы исследования. Для решения этой задачи используются методы предиктивного анализа и кластеризации, методы теории систем автоматического управления в производстве с использованием новейших методов технологических и производственных процессов и выбора средств автоматизации, применяется метод пассивного эксперимента. Также проведен анализ существующих технических и программных решений при проектировании подобных систем.

Научная новизна. Научная новизна заключается в создании программного средства, что позволит анализировать проектирующие или существующие системы автоматизации. Использовать для этого базу данных средств автоматизации и базу знаний. Программа не имеет подобных аналогов, использующих предиктивный анализ и кластеризацию средств автоматизации технического и программного обеспечения.

Автоматизация процесса обработки данных позволит максимально приблизить пользователя к оптимальному решению при создании систем управления за короткое время или покажет оптимальные пути модернизации уже существующей системы автоматизации. Возможно создание единой кластеризованной базы данных средств автоматизации программного и технического обеспечения, создание и реализация программы, разрабатываемой на базе нечеткой логики.

Практическая значимость. На основании результатов, полученных в работе, можно сделать вывод, что создаваемая система может найти свое применение в различных сферах автоматизации. Постепенное расширение базы знаний, позволит накопить определенный профессиональный опыт и расширить базу существующих средств автоматизации и их параметров. Это позволит при проектировании, модернизации или даже при обычном анализе существующей автоматизированной системы управления быстро находить необходимые решения по применению того или иного средства автоматизации.

Результаты. В соответствии с требованиями к системе в целом, разработанная автоматизированная система управления сушки сырьевых материалов позволит повысить эффективность функционирования вращающейся печи за счет оптимального температурного режима обжига известняка, увеличение производительности и оперативности управления технологическим процессом, снижение использования энергоресурсов, уменьшение влияния человека на производственный процесс.

Ключевые слова: средства автоматизации, системы управления, вращающаяся печь, предиктивный анализ.

Tokhtar Y.O., Yefimenko L.I., Docenko I.O. Structure of the program for predictive diagnostics and clusterization of means of automation of software and technical support

Purpose. The purpose of this development is to automate the procedure of choice of means of automation software and hardware by developing programs. That would eliminate the human factor in the processing characteristic and parametric data and significantly speed up the selection of necessary equipment or software.

Research methods. To solve this problem I'm using methods of predictive analysis and clustering methods of the theory of automatic control systems in production using the latest technological methods and manufacturing processes and selection of automation, the method of passive experiment. Also, analysis of existing hardware and software solutions was done in the design of such systems.

Scientific innovation. Scientific innovation is to create software tools that will help to analyze existing systems. Database automation and knowledge base using for this. The program has no analogues, which using predictive analysis and clustering means of automation hardware and software.

Automation of data will help to user to create optimal solutions for automated control systems in a short period of time or show the best ways to modernize existing automation systems. This will provide an opportunity to create a single database tools automation software and hardware, creation and implementation of the program, which is developed based on fuzzy logic.

The practical significance. Based on the results, which I got when work was finished, we can conclude that created the system can find their application in various fields of automation. The gradual expansion of the knowledge base will help save some professional experience and broaden the base of existing automation and their parameters. This will quickly find solutions for the application of the required means of automating the design, modernization, or even in the normal analysis of existing automated control system.

Results. In accordance with the requirements of the system as a whole, I developed the automated control system of drying raw materials. This will increase the efficiency of the rotary kiln due to the optimal temperature firing limestone, increasing productivity and efficiency of process control, reducing energy use, reducing human impact on the production process.

Keywords: automation, control systems, rotary kiln, predictive analysis.

УДК 622.78

Рудь Ю.С., Кучер В.Г., Белоножко В.Ю. Интенсификация процесса агломерации шихты, содержащей концентраты железных руд, путем их намагничивания

Повышение газопроницаемости слоя шихты за счет её эффективного окомкования, является основным путем увеличения производительности агломерационной машин, а вместе с тем и доменных печей. Эта проблема стала еще более актуальной в связи с возрастающей долей тонких концентратов в агломерационной шихте и практически исчерпанными возможностями окомкователей традиционных конструкций. Необходим поиск новых подходов по дальнейшему совершенствованию технологии и техники для окомкования шихты.

Целью данной работы является разработка новых методов повышения эффективности процесса окомкования шихты за счет нетрадиционных подходов к процессу окомкования, что остается важной технологической задачей.

На базе **аналитического анализа** существующих *методов* интенсификация процесса спекания шихты на агломерационных машинах определено новое направлений повышения их эффективности. Этим методом является предварительное намагничивание шихты, содержащей ферромагнитные компоненты. Проведен анализ известных способов и устройств, обеспечивающих реализацию этого явления. Эти способы и технологические устройства условно можно разбить на четыре группы: способы и технологические устройства для намагничивания ферромагнитной компонен-

ты шихты в процессе ее дозирования; способы и технологические устройства для намагничивания компонентов шихты непосредственно перед ее смешиванием и окомкованием; технологические устройства для намагничивания шихты в процессе ее смешивания и окомкования; технологические устройства для воздействия магнитным полем на окомкованую шихту при ее загрузке на колосниковую решетку агломерационной машины.

Научно обосновано применение интенсификация процесса агломерации шихты, содержащей концентраты железных руд, путем их намагничивания. В результате предварительного намагничивания шихты получают окомкованую шихту с более крупными и прочными гранулами, обеспечивающими лучшую газопроницаемость слоя шихты, уложенной на колосниковую решетку агломерационной машины, и, как следствие – повышение ее производительности. Применение на практике предварительного намагничивания шихты позволяет получить окомкованную шихту с более крупными и прочными гранулами, обеспечивающими лучшую газопроницаемость слоя шихты на колосниковой решетке агломерационной машины.

Следствием этого является интенсификация технологического процесса спекания шихты на агломерационной машине и повышение ее производительности.

Ключевые слова: агломерационная машина, агломерация, концентрат железной руды, шихта, окомкование, устройства для окомкования, окомкователи, газопроницаемость, намагничивание шихты, магнитные системы, гранулы.

Рудь Ю.С., Кучер В.Г., Белоношко В.Ю. Інтенсифікація процесу агломерації шихти, що містить концентрати залізних руд, шляхом їх намагнічення

Підвищення газопроникності шару шихти за рахунок її ефективного грудкування, є основним шляхом збільшення продуктивності агломераційної машин, а разом з тим і доменних печей. Ця проблема стала ще більш актуальною у зв'язку із зростаючою часткою тонких концентратів в агломераційній шихті і практично вичерпаними можливостями грудкувачів традиційних конструкцій. Необхідний пошук нових підходів щодо подальшого вдосконалення технології та техніки для грудкування шихти.

Метою даної роботи є розробка нових методів підвищення ефективності процесу грудкування шихти за рахунок нетрадиційних підходів до процесу грудкування, що залишається важливою технологічною задачею.

На базі **аналітичного аналізу** існуючих методів інтенсифікації процесу спікання шихти на агломераційних машинах визначено новий напрям підвищення їх ефективності. Цим методом є попереднє намагнічування шихти, що містить феромагнітні компоненти. Проведено аналіз відомих способів та пристроїв, що забезпечують реалізацію цього явища. Ці способи і технологічні пристрої умовно можна розбити на чотири групи: способи і технологічні пристрої для намагнічування феромагнітного компоненти шихти в процесі її дозування; способи і технологічні пристрої для намагнічування компонентів шихти безпосередньо перед її змішуванням і грудкуванням; технологічні пристрої для намагнічування шихти в процесі її змішування і грудкування; технологічні пристрої для впливу магнітним полем на грудковану шихту при її завантаженні на колосникові грати агломераційної машини.

Науково обґрунтовано застосування інтенсифікації процесу агломерації шихти, що містить концентрати залізних руд, шляхом їх намагнічування. В результаті попереднього намагнічування шихти отримують окомковану шихту з більш великими і міцними гранулами, що забезпечують кращу газопроникність шару шихти, покладеної на колосникові грати агломераційної машини, і, як наслідок – підвищення її продуктивності.

Застосування на практиці попереднього намагнічування шихти дозволяє отримати грудковану шихту з більш великими і міцними гранулами, що забезпечують кращу газопроникність шару шихти на колосникових гратах агломераційної машини.

Наслідком цього є інтенсифікація технологічного процесу спікання агломераційної шихти на машині і підвищення її продуктивності.

Ключові слова: агломераційна машина, агломерация, концентрат залізної руди, шихта, грудкування, пристрої для грудкування, грудкувачі, газопроникність, намагнічення шихти, магнітні системи, гранули.

Rud' Yu., Kucher V., Belonozhko V. Intensification of agglomeration process of charge, containing iron-stones of concentrates, by their magnetizing

Increasing the gas permeability of the layer charge due to its efficient pelletizing, is the main way of increase the productivity of sintering machines, along with the blast furnaces. This problem has become even more urgent due to the increasing proportion of fine concentrates in the sinter charge and almost exhausted pelletizer of conventional design. It is necessary to search new approaches for the further improvement of technology and machinery for the pelletizing of the charge.

The aim of this work is to develop new methods of increase of efficiency of process of pelletizing of the charge through non-traditional approaches to the process of pelletizing, which remains an important technological challenge.

On the basis of analysis of existing methods of an intensification of process of sintering of the charge on sintering machines identified new ways of increasing their effectiveness. This method is a pre-magnetization of the charge containing ferromagnetic components. The analysis of known methods and devices, ensuring the realization of this phenomenon. These methods and devices can be divided into four groups: methods and devices for magnetizing the ferromagnetic components of the charge in the process of dosing; methods and devices for magnetizing the components of the charge just prior to mixing and pelletizing; technological devices for magnetization of the charge in the process of blending and pelletizing; technological devices to influence of magnetic field on granulation the charge when it is loaded on the grate of the sinter machine.

Scientifically substantiated the use of the intensification of the process of agglomeration of the furnace charge containing iron ore concentrates, by their magnetization. A preliminary magnetization of the charge granulation get the charge with larger and more durable pellets, ensuring the best permeability layer of the charge laid on the grate of the sintering machine, and, as a result improving its performance.

The practice of pre-magnetization of the charge allows you to charge granulation with larger and more durable pellets, ensuring the best permeability layer of the charge on the grate of the sinter machine.

The consequence of this is the intensification of the technological process of sintering of the charge on the sintering machine and improving its performance.

Keywords: sintering machine, agglomeration, concentrate of iron-stone, charge, granulation, devices for granulation, granulator, gas permeability, magnetizing of charge, magnetic systems, and granules.

УДК 614.894.3:622.012

Швагер Н.Ю., Комісаренко Т.А., Нестеренко О.В., Домнічев М.В., Нестеренко І.А. Огляд респіраторів, що використовують в гірничорудній галузі

Мета. Метою даної роботи є проведення аналізу існуючих респіраторів, що використовуються в гірничорудній промисловості та впровадження нових моделей

Методи дослідження. Теоретичний метод дослідження на основі коригування нових і отриманих раніше знань, базою для отримання даних є спостереження та експерименти.

Наукова новизна. Розв'язання даної задачі складає актуальність роботи. Її метою є прикладне дослідження зменшення впливу пилу на працівників при застосуванні різних респіраторів.

Практична значимість. Запропоновано використання нових фільтруючих матеріалів для респіраторів з метою зменшення пилового навантаження на організм працюючого в шкідливих умовах.

Результати. Вплив виробничих шкідливих факторів обумовлює формування несприятливих реакцій організму, погіршення стану здоров'я, втрати працездатності. Важливу роль у зменшенні нещасних випадків і професійних захворювань відіграє розробка і впровадження колективних засобів захисту: санітарно-гігієнічних, технічних та інших заходів. Однак не завжди ці заходи виявляються досить ефективними. У цьому випадку використовуються індивідуальні засоби захисту від дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів.

Використання респіраторів дозволяє знизити пиловий вплив на працівника і запобігти розвитку захворювань пилової етіології. Сучасним матеріалом для респіраторів можуть бути фільтротканини з наноматеріалів, що вловлюють частки малих розмірів, не знижують опір диханню. Основною перевагою таких респіраторів слід відзначити невелику вагу, а також мінімальний опір диханню. Остання характеристика дозволяє перебувати в захисному засобі протягом кількох годин. Тиск на працівника буде знижено, що виключить дискомфорт.

Ключові слова: пил, пневмокніоз, респіратор, фільтруюча нанотканина.

Швагер Н.Ю., Комисаренко Т.А., Нестеренко О.В., Домничев Н.В., Нестеренко И. А. Обзор респираторов, которые используют в горнорудной отрасли

Цель. Целью данной работы является проведение анализа существующих респираторов, использующихся в горнорудной промышленности и внедрения новых моделей

Методы исследования. Теоретический метод исследования на основе корректировки новых и полученных ранее знаний, базой получения данных являются наблюдения и эксперименты.

Научная новизна. Решение данной задачи составляет актуальность работы. Ее целью является прикладное исследование уменьшения воздействия пыли на работников при применении различных респираторов.

Практическая значимость. Предложено использование новых фильтрующих материалов для респираторов с целью уменьшения пылевой нагрузки на организм работающего во вредных условиях.

Результаты. Влияние вредных производственных факторов обуславливает формирование неблагоприятных реакций организма, ухудшения состояния здоровья, потерю трудоспособности. Важную роль в уменьшении несчастных случаев и профессиональных заболеваний играет разработка и внедрение коллективных средств защиты: санитарно-гигиенических, технических и других мероприятий. Однако не всегда эти меры оказываются довольно эффективными. В этом случае используются индивидуальные средства защиты от действия вредных и опасных производственных факторов.

Использование респираторов позволяет снизить пылевое воздействие на работника и предотвратить развитие заболеваний пылевой этиологии. Современным материалом для респираторов могут быть фильтроткани из наноматериалов, которые улавливают частицы малых размеров, не снижают сопротивление дыханию. Основным преимуществом таких респираторов следует отметить небольшой вес, а также минимальное сопротивление дыханию. Последняя характеристика позволяет находиться в защитном средстве в течение нескольких часов. Давление на работника будет снижено, что исключит дискомфорт.

Ключевые слова: пыль, пневмокониоз, респиратор, фильтрующая наноткань.

Shvager N.J., Komisarenko T.A., Nesterenko O.V., Domnichev M.B., Nesterenko I.A. Review of respirators used in the mining industry

Object. The object of this work is the analysis of the existing respirators used in the mining industry and the introduction of new models.

Research methods. Theoretical research method is based on the alignment of new and previously obtained knowledge, data is based on observation and experiments.

Scientific novelty. The solution to this problem is the relevance of the work. Its goal is an applied study of reducing the impact of dust on workers using various respirators.

Practical significance. Suggested the use of new filtering materials for respirators to reduce dust load on the organism of people working in harmful conditions.

Results. The impact of harmful production factors leads to the formation of adverse reactions, illness, disability. An important role in reducing accidents and occupational diseases is the development and introduction of collective protection equipment: sanitary, technical and other events. However, not always these measures are quite effective. In this case one use individual means of protection from influence of harmful and dangerous production factors.

The use of respirators helps to reduce dust exposure to the worker and to prevent the development of diseases of dust etiology. Modern material for respirators can be filter fiber of nanomaterials, which catch particles of small size, and do not reduce breathing resistance. The main advantage of such respirators should be noted their light weight, minimum breathing resistance. The latter characteristic allows to have a protective tool within a few hours. Pressure on the worker will be reduced, which will eliminate the discomfort.

Keywords: dust, pneumoconiosis, dust mask, filter nanofiber.

UDK 656.11

Sistuk V. O. Microscopic Simulation of Road Traffic Congestions at T- and X-intersections.

The goal of research. The additional measures for road safety improving on T-shaped intersection with X-shaped one in Kryvyi Rih were introduced in the article. The research object is a road traffic congestion of uncontrolled intersection with main and minor roads. The aim of the study is to determine problem and areas unsafe for vehicle and pedestrian traffic. The part of the road under study consists of T- and X-intersections that may cause the following problems: traffic intensity exceeds the intersection capacity, both drivers and pedestrians violate traffic rules, warning signs are absent or improperly arranged.

Methods. Visual observation and simulation modelling were used in the study.

Scientific value. The developed simulation model of the intersection in microscopic flow simulation software PTV VISSIM taking into account field data of vehicle and pedestrian flows densities indicators is seen scientific value.

Practical utility. Based on the simulation it was determined that an impressive traffic queue take place from Ivan Avramenko St. to Cosmonauts St. with the direction changing to the opposite and left-turning streams from Cosmonauts St. to Ivan Avramenko St. The results of intersection simulation shows a congestion of 11 vehicles on average that increases vehicles' passing time for this part of the road. Also, there is no safe access to the bus stop.

Results. On the basis of the obtained data on the passing time and the congestion length additional measures for increasing safety are suggested that consist in establishing an uncontrolled crosswalk to provide safe access to the bus stop, developing the project to remove the starting bus stop onto the minor road and widening the unsafe part of the road.

Keywords: uncontrolled intersection, simulation modelling, traffic safety, passenger transport, crosswalk, traffic congestion.

Сістук В.О. Мікромодельовання транспортних заторів на Т-подібному та Х-подібному перехрестях.

Мета дослідження. В статті запропоновано впровадження додаткових заходів щодо підвищення безпеки руху на нерегульованому Т- та Х-подібному перехресті у місті Кривий Ріг. Об'єкт дослідження – транспортні затори на нерегульованому перехресті з нерівнозначними дорогами. Мета роботи – визначення конфліктних та небезпечних зон перехрестя, на яких відбувається перешкода безпеці руху транспортних засобів та пішоходів. Небезпечні ситуації, що виникають на ділянці вулично-дорожньої мережі, яка складається з нерегульованих Т-образного і Х-образного перехрестя представляються у вигляді: інтенсивність транспортного потоку, яка перевищує пропускну здатність перехрестя; недотримання правил дорожнього руху як водіями, так і пішоходами; відсутність попереджувальних знаків або їх недоречне розміщення.

Метод дослідження. У роботі використано методи візуального спостереження та імітаційного моделювання.

Наукова цінність. Наукову цінність представляє розроблена комп'ютерна імітаційна модель перехрестя у програмному середовищі PTV VISSIM з урахуванням отриманих у польових умовах показників інтенсивностей руху транспортних та пішохідних потоків.

Практична цінність. На основі результатів моделювання встановлено, що значна черга транспортних засобів має місце з вулиці Івана Авраменка до вулиці Космонавтів із зміною напрямку руху на протилежний, та область, що включає лівопоротні потоки транспортних засобів з вулиці Космонавтів на вулицю Івана Авраменка. Результати моделювання перехрестя показали утворення черги у середньому з 11 автомобілів, що призводить до збільшення часу проїзду певної ділянки шляху. Окрім того, відсутній безпечний підхід пішоходів до зупинки громадського транспорту.

Результати. На основі отриманих результатів часу руху на маршруті та довжини черги в залежності від періоду доби, розроблено рекомендації щодо підвищення безпеки руху, які полягають у облаштуванні небезпечної ділянки пішохідним переходом для полегшення доступу громадян до зупинки міського транспорту, у розробці проекту з перенесення зупинки маршрутних таксі на менш завантажену другорядну дорогу, та у збільшенні ширини проїзної частини небезпечної ділянки.

Ключові слова: нерегульоване перехрестя, імітаційне моделювання, безпека руху, пасажирський транспорт, пішохідний перехід, транспортний затор.

Систук В.О. Микромоделирование транспортных заторов на Т-образном и Х-подобном перекрестках.

Цель исследования. В статье предложено внедрение дополнительных мероприятий относительно повышения безопасности движения на нерегулируемом Т- и Х-подобном перекрестке в городе Кривой рог. Объект исследования - транспортные заторы на не-регулируемом перекрестке с неравнозначными дорогами. Цель работы - определение конфликтных и опасных зон перекрестка, на которых происходит препятствие безопасности движения транспортных средств и пешеходов. Опасные ситуации, которые возникают на участке улично-дорожной сети, который состоит из нерегулируемых Т-образного и Х-образного перекрестков представляются в виде, интенсивность транспортного потока, которая превышает пропускную способность перекрестков; несоблюдение правил дорожного движения как водителями, так и пешеходами; отсутствие предупредительных знаков или их неуместное размещение.

Метод исследования. В работе использованы методы визуального наблюдения и имитационного моделирования.

Научная ценность. Научную ценность представляет разработанная компьютерная имитационная модель перекрестка в программном среде PTV VISSIM с учетом полученных в полевых условиях показателей интенсивностей движения транспортных и пешеходных потоков.

Практическая ценность. На основе результатов моделирования установлено, что значительная очередь транспортных средств имеет место с улицы Ивана Авраменка до улицы Космонавтов с изменением направления движения на противоположный, и область, которая включает левопоротные потоки транспортных средств с улицы Космонавтов на улицу Ивана Авраменка. Результаты моделирования перекрестка показали образование очереди в среднем из 11 автомобилей, что приводит к увеличению времени проезда определенного участка пути. Кроме того, отсутствует безопасный подход пешеходов к остановке общественного транспорта.

Результаты. На основе полученных результатов времени движения на маршруте и длины очереди в зависимости от периода доби, разработаны рекомендации относительно повышения безопасности движения, которые заключаются

в обустройстве опасного участка пешеходным переходом для облегчения доступа граждан к остановке городского транспорта, в разработке проекта из перенесения остановки маршрутных такси на менее загруженную второстепенную дорогу, и в увеличение ширины проезжей части опасного участка.

Ключевые слова : нерегулированный перекресток, имитационное моделирование, безопасность движения, пассажирский транспорт, пішо-хідний перехід, транспортний затор

УДК 622.684

Гірін В.С., Гірін І.В. Аналіз сучасного стану безпеки та комфортності пасажирських автоперевезень в Україні

Мета. Автомобільний транспорт розвивається в усьому світі швидкими темпами, що приводить не тільки до забруднення навколишнього середовища, а й до підвищення дорожньо-транспортних подій, причому не тільки в міських умовах, а й за їх межами.

Методи дослідження. Тому проблеми підвищення безпеки на автошляхах і при перевезенні пасажирів є надто актуальним завданням.

Наукова новизна. У роботі наведено основні фактори, що впливають на безпечну експлуатацію автомобільного транспорту, а також основні причини дорожньо-транспортних подій. У тому числі і перевищення швидкості руху, порушення правил маневрування, проїзду перехресть, недотримання дистанції, перехід пішоходами в неустановлених місцях, управління автомобілями в нетверезому стані, виїзд на зустрічну полосу, нестандартна поведінка пішоходів, порушення проїзду пішохідних переходів, пішоходи у нетверезому стані, дорожні умови, природні випадки.

Практична значимість. Наведено аналіз зазначених факторів і подано їх відсотковий вміст. До причин дорожньо-транспортних подій наведено додаткові фактори: не сертифіковані автобуси, що здійснюють перевезення, несправний або зношений стан транспортного засобу, низька кваліфікація, втомленість водія, морально зношені транспортний засіб, порушення правил перевезення і неадекватна поведінка пасажирів.

У роботі надано статистику дорожньо-транспортних подій проведено їх аналіз, подана статистика травматизму дітей на дорогах і основні причини. Наведено досвід країн Євросоюзу зі зниження травматизму на автомобільному транспорті. Описано основні недоліки роботи громадського транспорту з огляду пасажирів: агресивна поведінка водіїв на дорозі, невміння та безвідповідальність їх поведінки, антисанітарія і дискомфорт рухомого складу, грубість деяких пасажирів, затримки та збої роботи транспортну, підвищені розмови з мобільних телефонів та ін.

Результати. У роботі дано рекомендації з покращення безпеки на автодорогах України, у тому числі з оптимізації маршрутів, обґрунтованого призначення кожного виду рухомого складу, підвищення кваліфікації керівного складу транспортних організацій. Представлено загальні висновки з вирішення актуальної задачі зі зниження аварійності та безпеки на автомобільному транспорті.

Ключові слова: автомобільний транспорт, безпека руху, пішоходи, дорожньо-транспортні події.

Гирин В.С., Гирин И.В. Анализ современного состояния безопасности и комфортности пассажирских автоперевозок в Украине

Цель. Автомобильный транспорт развивается во всем мире быстрыми темпами, что приводит не только к загрязнению окружающей среды, но и к повышению дорожно-транспортных событий, причем не только в городских условиях, но и за их пределами.

Методы исследования. Поэтому проблемы повышения безопасности на автодорогах и при перевозке пассажиров является слишком актуальным заданием.

Научная новизна. В работе приведены основные факторы, которые влияют на безопасную эксплуатацию автомобильного транспорта, а также основные причины дорожно-транспортных событий. В том числе и превышение скорости движения, нарушения правил маневрирования, проезда перекрестков, несоблюдения дистанции, переход пешеходами в неустановленных местах, управление автомобилями в нетрезвом состоянии, выезд на зустрічну полосу, нестандартное поведение пешеходов, нарушения проезда пішохідних переходов, пешеходе в нетрезвом состоянии, дорожные условия, естественные случаи.

Практическая значимость. Приведен анализ отмеченных факторов и поданы они процентное содержание. К причинам дорожно-транспортных событий приведены дополнительные факторы: не сертифицированные автобусы, которые осуществляют перевозку, неисправное или изношенное состояние транспортного средства, низкая квалификация, усталость водителя, морально износе транспортного средства, нарушения правил перевозки и неадекватное поведение пассажиров.

В работе предоставлена статистика дорожно-транспортных событий проведено их анализ, поданная статистика травматизма детей на дорогах и основные причины. Приведен опыт стран Евросоюза из снижения травматизма на автомобильном транспорте. Описаны основные недостатки работы общественного транспорта из обзора пассажиров: агрессивное поведение водителей на дороге, неумение и безответственность их поведения, антисанитария и дискомфорт подвижного состава, грубость некоторых пассажиров, задержки и сбои работы транспортную, повышенные разговоры из мобильных телефонов и др.

Результаты. В работе даны рекомендации из улучшения безопасности на автодорогах Украины, в том числе из оптимизации маршрутов, обоснованного назначения каждого вида подвижного состава, повышения квалификации руководящего состава транспортных организаций. Представлены общие выводы из решения актуальной задачи из снижения аварийности и безопасности на автомобильном транспорте.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, безопасность движения, пешеходы, дорожно-транспортные события.

Girin V., Girin I. An analysis of the modern state of safety and comfort of passenger autotransportations in Ukraine

Purpose. A motor transport develops in the whole world rapid rates, that results not only in contamination of environment but also to the increase of road transport events, thus not only in town terms but also after their limits.

Research methods. Therefore problems of increase of safety on motorways and at carrying passengers is a too actual task.

Scientific novelty. Basic factors over, which influence on safe exploitation of motor transport, and also principal reasons of road transport events, are in-process brought. Including overspeed of motion, violation of rules of manoeuvring, passage of

crossing, failures to observe of distance, transition in the unstated places pedestrians. management in the drunk state, departure on a meeting stripe, non-standard conduct of pedestrians, violations of passage of pedestrian transitions cars, pedestrian in the drunk state, travelling terms, natural cases.

Practical meaningfulness. An analysis over of the noted factors is brought and they are given percentage. To reasons of road transport events additional factors over are brought: the not certificated busses which carry out transportation, defective or threadbare state of transport vehicle, subzero qualification, fatigue of driver, morally wear of transport vehicle, violations of rules of transportation and inadequate conduct of passengers.

Statistics of дорожно транспортных events is in-process given it is conducted their analysis, given statistics of traumatism of children on roads and principal reasons. Experience over of countries of European Union is brought from the decline of traumatism on a motor transport. The basic lacks of work of public transport are described from the review of passengers : aggressive conduct of drivers on the road, lack of ability and irresponsibility of their conduct, insanitariness and discomfort of mobile composition, rudeness of some passengers, delays and failures of work transport, enhanceable conversations from the mobile telephones of and other

Results. Recommendations are in-process given from the improvement of safety on the motorways of Ukraine, including. from optimization of routes, reasonable setting of every type of mobile composition, in-plant training of leading composition of transport organizations. General conclusions are presented from the decision of actual task from the decline of accident rate and safety on a motor transport.

Keywords: motor transport, safety of motion, pedestrians, road transport events.

УДК 622.272:622.063.7

Калініченко О.В. Підвищення показників вилучення залізних руд при випуску обваленої рудної маси на контакті з твердіючим штучним масивом

Мета. Дослідження та розробка заходів з підвищення показників вилучення відбитої руди з блоків II черги при випуску обваленої руди на контакті з твердіючим штучним масивом камер I черги.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети в роботі був використаний комплексний метод досліджень, що включає в себе аналіз і узагальнення літературних джерел; теорію планування експерименту; теорію і практику випуску руди, моделювання випуску руди на моделях з еквівалентних матеріалів; теорію статистики; багатofакторний аналіз.

Наукова новизна. Уперше встановлені кількісні залежності втрат руди в гребнях на контакті з твердіючим закладним масивом камер I черги після випуску руди з блоків II черги від висоти відпрацьованої камери і кута нахилу бічних поверхонь трапецеїдальної основи штучних ціликів при формуванні трапецеїподібного днища блоку з похилими бічними поверхнями нижньої частини камер I черги.

Практична значимість. Практична значимість роботи полягає в розробці:

методики розрахунку втрат руди в гребнях на контакті з твердіючим закладним масивом камер I черги після випуску обваленої руди з блоків II черги;

методів поліпшення показників вилучення відбитої руди за рахунок формування бічних поверхонь трапецеїдальної основи штучних ціликів камер I черги адекватних утворюючій воронки випуску блоків II черги;

методики визначення оптимальних параметрів технології відпрацювання рудних покладів з урахуванням мінімізації втрат руди в гребнях і збільшення показників вилучення відбитої руди з блоків II черги.

Результати. Експериментально доведено, що втрати руди в гребнях відпрацьованих блоків II черги на контакті з закладним масивом камер I черги залежать від висоти відпрацьованої камери і кута нахилу бічних поверхонь трапецеїдальної основи штучних ціликів і при формуванні кутів нахилу, адекватних утворюючій воронки випуску зменшуються до 0,7-1,2%, збільшуючи вилучення руди з блоку на 4,1-7,8%.

Ключові слова: вилучення, відбита руда, блоки I та II черги, випуск руди, штучний масив твердіючої закладки, трапецеїдальне днище, моделювання на еквівалентних матеріалах.

Калинченко О.В. Повышение показателей извлечения железных руд при выпуске обрушенного рудной массы на контакте с твердеющим искусственным массивом

Цель. Исследование и разработка мероприятий по повышению показателей извлечения отбитой руды из блоков II очереди при выпуске обрушенной руды на контакте с твердеющим искусственным массивом камер I очереди.

Методы исследования. Для достижения поставленной цели в работе был использован комплексный метод исследований, включающий в себя анализ и обобщение литературных источников, теорию планирования эксперимента; теорию и практику выпуска руды, моделирование выпуска руды на моделях из эквивалентных материалов; теорию статистики; многофакторный анализ.

Научная новизна. Впервые установлены количественные зависимости потерь руды в гребнях на контакте с твердеющим закладочным массивом камер I очереди после выпуска руды из блоков II очереди от высоты отработанной камеры и угла наклона боковых поверхностей трапецевидного основания искусственных целиков при формировании трапецевидного днища блока с наклонными боковыми поверхностями нижней части камер I очереди.

Практическая значимость. Практическая значимость работы заключается в разработке:

методики расчета потерь руды в гребнях на контакте с твердеющим закладочным массивом камер I очереди после выпуска обрушенной руды из блоков II очереди; методов улучшения показателей извлечения отбитой руды за счет формирования боковых поверхностей трапецевидного основания искусственных целиков камер I очереди адекватных образующей воронки выпуска блоков II очереди; методики определения оптимальных параметров технологии отработки рудных залежей с учетом минимизации потерь руды в гребнях и увеличения показателей извлечения отбитой руды из блоков II очереди.

Результаты. Экспериментально доказано, что потери руды в гребнях отработанных блоков II очереди на контакте с закладочным массивом камер I очереди зависят от высоты отработанной камеры и угла наклона боковых поверхно-

стей трапециевидного основания искусственных целиков и при формировании углов наклона, адекватных образующей воронки выпуска уменьшаются на 0,7 - 1,2%, увеличивая извлечение руды из блока на 4,1 - 7,8%.

Ключевые слова: извлечение, отбитая руда, блоки I и II очереди, выпуск руды, искусственный массив твердеющей закладки, трапециевидное днище, моделирование на эквивалентных материалах.

Kalinichenko A. V. Increased extraction of iron ore in the production of milled ore mass on contact with twerdok artificial array

Goal. Research and development of measures to increase the recovery rates of broken ore from the blocks of the second stage with the release of collapsed ore on contact with the hardening artificial massif of the cells of the first stage.

Methods of research. To achieve this goal, the work used a comprehensive method of research, including analysis and generalization of literary sources; Theory of experimental design; The theory and practice of producing ore, modeling the release of ore on models of equivalent materials; Theory of statistics; Multifactor analysis.

Scientific novelty. For the first time, quantitative dependences of ore losses in crests on contact with the hardening filling stack of the chambers of the 1st stage after ore discharge from the blocks of the second stage from the height of the spent chamber and the angle of inclination of the lateral surfaces of the trapezoidal base of artificial lobes during the formation of the trapezoidal bottom of the block with inclined side surfaces of the lower part of chambers I Queue.

Practical significance. The practical importance of the work is to develop:- methods for calculating ore losses in the ridges on contact with the hardening filling massif of the chambers of the first stage after the release of the collapsed ore from the blocks of the second stage;- methods to improve the recovery of broken ore due to the formation of the lateral surfaces of the trapezoidal base of the artificial ends of the chambers of the 1st stage of adequate generators of the second stage of the funnel;- methods for determining optimal parameters for mining ore mining technology, taking into account minimization of ore losses in ridges and increasing recovery rates for broken ore from blocks of stage II.

Results. It has been experimentally proved that losses of ore in the crests of the spent blocks of the II stage on contact with the backfilling array of the chambers of the first stage depend on the height of the spent chamber and the angle of inclination of the lateral surfaces of the trapezoidal base of the artificial pillars and when forming the tilt angles adequate for the formation of the outlet funnel are reduced by 0.7-1.2%, increasing extraction of ore from the block by 4.1-7.8%.

Key words: extraction, broken ore, blocks I and II of the queue, ore output, artificial hardening pad, trapezoidal bottom, modeling on equivalent materials.

УДК 621.382.333

Козакевич І. А., Осадчук Ю. Г., Аміров А. Л. Енергоефективні режими гальмування тягових асинхронних електроприводів

Мета. Метою даної роботи є дослідження питання формування сигналу завдання електромагнітного моменту системи векторного керування асинхронним двигуном з метою максимізації обсягу повернутої електроенергії до джерела при рекуперативному гальмуванні. Для досягнення поставленої мети виконано отримання аналітичних залежностей, що пов'язують гальмівний момент, створюваний двигуном у режимі рекуперативного гальмування, з обмеженнями величин напруг та струмів, а також параметрами схеми заміщення двигуна; аналіз функціонування двигуна у режимі рекуперативного гальмування при роботі з кутовою швидкістю, що є меншою за базову, а також при роботі з ослабленням поля асинхронного двигуна. Пошук шляхів оптимізації даного процесу є можливим, і в даній роботі представлено аналітичне вирішення даної задачі, в результаті проведення якого отримані залежності, що дозволяють визначити рекомендовану величину сигналу завдання гальмівного моменту для максимізації кількості повернутої електроенергії до джерела.

Методи дослідження. Дослідження виконувалося з використанням рівнянь стану асинхронного двигуна, що отримуються з використанням ідеалізованої електричної машини, у системі координат d-q. Вони слугували підґрунтям для одержання математичних залежностей, що описують можливості максимізації кількості повернутої до автономного джерела живлення енергії.

Наукова новизна. Встановлено величину гальмівного моменту у режимі рекуперативного гальмування при роботі з кутовою швидкістю, що є меншою за базову, а також з ослабленням поля, використання якого в системі керування в якості сигналу завдання забезпечує максимальний обсяг повернутої до джерела електроенергії.

Практична значимість. Практична цінність отриманих результатів полягає у можливості використання представлених залежностей для розробки алгоритмів керування електричними та гібридними транспортними засобами.

Результати. Розраховані граничні умови існування режиму рекуперативного гальмування для асинхронного двигуна, що дозволяють знайти мінімальну кутову швидкість для такого режиму.

Ключові слова: асинхронний двигун, рекуперативне гальмування, гальмівний момент, енергоефективність.

Козакевич І. А., Осадчук Ю. Г., Амиров А. Л. Энергоэффективные режимы торможения тяговых асинхронных электроприводов

Цель. Целью данной работы является исследование вопроса формирования сигнала задания электромагнитного момента системы векторного управления асинхронным двигателем с целью максимизации объема возвращенной электроэнергии к источнику при рекуперативном торможении. Для достижения поставленной цели выполнено получение аналитических зависимостей, что связывают тормозной момент, создаваемый двигателем в режиме рекуперативного торможения, с ограничениями величин напряжений и токов, а также параметрами схемы замещения двигателя; анализ функционирования двигателя в режиме рекуперативного торможения при работе с угловой скоростью, меньшей за базовую, а также при работе с ослаблением поля асинхронного двигателя. Поиск путей оптимизации данного процесса является возможным, и в данной работе представлено аналитическое решение данной задачи, в результате проведения которого получены зависимости, позволяющие определить рекомендуемую величину сигнала задания тормозного момента для максимизации количества возвращенной электроэнергии к источнику.

Методы исследования. Исследование выполнялось с использованием уравнений состояния асинхронного двигателя, получаемых с использованием идеализированной электрической машины в системе координат d-q. Они служили

основой для получения математических зависимостей, описывающих возможности максимизации количества возвращенной к автономному источнику питания энергии.

Научная новизна. Установлена величина тормозного момента в режиме рекуперативного торможения при работе с угловой скоростью, меньшей за базовую, а также с ослаблением поля, использование которого в системе управления в качестве сигнала задания обеспечивает максимальный объем возвращенной к источнику электроэнергии.

Практическая значимость. Практическая ценность полученных результатов заключается в возможности использования представленных зависимостей для разработки алгоритмов управления электрическими и гибридными транспортными средствами.

Результаты. Рассчитаны предельные условия существования режима рекуперативного торможения для асинхронного двигателя, позволяющие найти минимальную угловую скорость для такого режима.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, рекуперативное торможение, тормозной момент, энергоэффективность.

Kozakevich I. A., Osadchuk Y. G., Amirov A. L. Energyefficient modes of braking traction asynchronous electric drives **Goal.** The aim of this work is to investigate the formation of the reference signal of the electromagnetic torque the vector control of an induction motor to maximize the amount of energy returned during regenerative braking. To achieve the set goals are accomplished obtaining analytical dependences connecting the braking torque generated by the motor in the regenerative braking mode, with the limitations of the values of voltages and currents and the equivalent circuit parameters of the engine; analysis of the functioning of the engine in regenerative braking mode when working with angular velocity, the smaller the base, and with the weakening of the field.

Research methods. The study was performed using state equations of the induction motor obtained using an idealized electric machine in the coordinate system d-q. They served as a basis for obtaining mathematical correlations that describe the opportunities to maximize the number returned to the Autonomous power source of energy.

Scientific novelty. Set the value of the braking torque in the regenerative braking mode when working with angular velocity, the smaller the base, and with the weakening of the field, the use of which in the control system as a reference signal to maximize volume returned to the source of electricity.

Practical significance. The practical value of the obtained results lies in the possibility of using these relationships to develop control algorithms for electric and hybrid vehicles.

Results. Estimated marginal conditions for the existence of the regenerative braking mode, allowing to find the minimum angular velocity for such a regime.

Key words: induction motor, regenerative braking, brake torque, energy efficiency.

УДК 621.311.2+621.316.1

Кольсун В.А., Козлов В.С. Режимы сумісної роботи паралельного генератора та мережі обмеженої потужності В статті розглянуто режими роботи паралельного генератора у слабкій мережі обмеженої потужності. В якості генератора може виступати об'єкт мережі з альтернативним джерелом енергії або електромеханічна система промислової мережі, що працює в режимі генерації. Застосування таких генераторів значно підвищує надійність електропостачання, дозволяє зменшити втрати при передачі енергії, а також надає можливість регулювати якість електроенергії в точці підключення генератора. Задача оптимального керування такими системами розподіленої генерації є однією із головних задач інтелектуальних мереж (Smart Grid та Micro Grid).

Щодо електромагнітної сумісності автономного генератора та мережі обмеженої потужності обов'язковим є виконання наступних умов: рівність ЕРС, рівність фаз та рівність частот генератора та мережі. Однак на теперішній час задача надійної синхронізації та оптимального керування генерацією потужності автономного генератора в слабкій мережі є відкритими питаннями. Обидві названі задачі ускладнюються можливими негативними процесами, які мають місце в таких мережах (фазовий стрибок напруги мережі, забруднення напруги вищими гармоніками, поява згасаючої постійної складової, коливання частоти напруги тощо).

В роботі сформульовано дві основні задачі для автономного генератора: робота в режимі додаткового живлення навантаження та ліквідація дефіциту потужності з мінімізацією втрат потужності в мережі. Встановлено, що найдоцільнішим режимом передачі енергії генератора протягом циклу «накопичення – розряд» є робота з мінімально можливою напругою в мережі обмеженої потужності. Для забезпечення навантаження номінальним рівнем потужності при виникненні дефіциту потужності величина ЕРС генератора повинна дорівнювати ЕРС мережі.

Математичні викладки підтверджено моделювання однофазного генератора, який працює в режимі генерації синусоїдної напруги (Island mode). В ході моделювання також показано вплив вихідного фільтру такого генератора на фазу напруги в точці підключення.

Ключові слова: Smart Grid, інвертор, генератор, дефіцит потужності.

Кольсун В.А., Козлов В.С. Режимы совместной работы параллельного генератора и сети ограниченной мощности В статье рассмотрены режимы работы параллельного генератора в слабой сети ограниченной мощности. В качестве генератора может выступать объект сети с альтернативным источником энергии или электромеханическая система промышленной сети в режиме генерации. Применение таких генераторов значительно повышает надёжность электроснабжения, позволяет уменьшить потери при передаче энергии, а также даёт возможность регулировать качество электроэнергии в точке подключения генератора. Задача оптимального управления такими системами распределённой генерации является одной из основных задач интеллектуальных сетей (Smart Grid).

Касательно электромагнитной совместимости автономного генератора и сети ограниченной мощности обязательным является выполнение следующих условий: равенство ЭДС, равенство фаз и равенство частот генератора и сети. Однако в настоящее время задача надёжной синхронизации и оптимального управления генерацией мощности автономного генератора в слабой сети являются открытыми вопросами. Обе названные задачи усложняются возможными негативными процессами, которые имеют место в таких сетях (фазовый скачок напряжения, загрязнения напряжения высшими гармониками, появление постоянной составляющей, колебания частоты напряжения и т.п.).

Сформулированы две основные задачи для локального генератора: работа в режиме дополнительного питания нагрузки и ликвидация дефицита мощности с минимизацией потерь мощности в электросети. Установлено, что наиболее рациональным режимом передачи энергии генератора в электросеть на протяжении цикла «накопление-генерация» является работа с минимально допустимым напряжением. Для задачи обеспечения нагрузки номинальным уровнем мощности при возникновении дефицита мощности ЭДС генератора должна равняться ЭДС сети.

Математические выкладки подтверждены моделированием однофазного генератора, работающего в режиме генерации синусоидального напряжения (Island mode). В ходе моделирования также показано влияние выходного фильтра такого генератора на фазу напряжения в точке подключения.

Ключевые слова: Smart grid, инвертор, генератор, дефицит мощности.

V.Kolsun, V.Kozlov Generator work regimes in weak supply grid

The operation modes of a parallel generator in a weak network of limited power are considered in the article. The generator can be an object of a network with an alternative energy source or an electromechanical system of an industrial network in the generation mode. The use of such generators significantly improves the reliability of power supply, allows to reduce losses when transmitting energy, and also makes it possible to regulate the power quality at the point of common connection. The problem of optimal control of such distributed generation systems is one of the main tasks of Smart Grid.

Regarding the electromagnetic compatibility of an autonomous generator and a network of limited power, it is important to fulfill the following conditions: the equality of the EMFs, the equality of phases and the equality of the frequencies of the generator and the network. However, at present, the task of reliable synchronization and optimal control of power generation by autonomous generator in a weak supply networks are open questions. Both of these problems are complicated by the possible negative processes that take place in such networks (phase voltage jump, voltage pollution by higher harmonics, the appearance of a decaying DC component, voltage frequency fluctuations, etc.).

In the article two main tasks for the local generator are formulated: work in the mode of additional load powering and elimination of power shortage with minimization of power losses in the supply grid. It is found that the most rational mode of transferring the generator's energy to the electric grid during the "accumulation-generation" cycle is to work with the minimum permissible voltage. For the task of supplying a load with a nominal power level, when a power shortage occurs, the EMF of the generator should equal to the EMF of the network.

Mathematical calculations are confirmed by simulating a single-phase generator in the mode of sinusoidal voltage generation (Island mode). The simulation also shows the effect of the output filter of such a generator on the phase of the voltage at the common connection point.

Keywords: Smart Grid, inverter, generator, power shortage

УДК 622.235: 622.271

Скачков А.А. Аналітичне дослідження вибухового навантаження уступу

У статті аналізуються умови, за яких вибухове руйнування кристалічних порід здійснюється за допомогою взаємодіючих свердловинних зарядів бризантних вибухових речовин. При цьому враховується суперпозиція пружних хвиль, випромінених від різних рядів свердловин та відображених від поверхонь уступу.

Мета. Головна мета дослідження – визначити основні, найбільш суттєві фактори, що впливають на властивості порід і складених ними масивів, конкретно – на поширення в них акустичних хвиль. Мета ця присвячена вирішенню нагальної проблеми скорочення питомого споживання вибухових речовин для дроблення породи шляхом зміни порядку виконання технологічних операцій і параметрів свердловинних зарядів з урахуванням анізотропії порід, що підриваються.

Методи досліджень полягають в аналізі геологічних даних по залізрудних родовищах Кривбасу, проектної документації, виробничих даних гірничих підприємств і кар'єрів, наукових публікацій та їх подальшому синтезу й формулюванні розроблених положень у відповідності до надійно апробованих методів.

Наукова новизна полягає у виконанні дослідження хвильових процесів в породному масиві відомими способами, але відповідно до сформованої методичної послідовності та структурної алгоритмізації, цільова орієнтація яких конкретно відповідає поставленим цілям.

Практичне значення виконаного аналізу полягає в підтвердженні придатності аналізованих методів для вирішення інженерних і прикладних задач досліджень у викладеній постановці.

Результати. Виконаний аналіз хвильових процесів в пружному середовищі, яке представлене скельним субстратом, підтвердив, що для вирішення задач управління суперпозицією (взаємодією) хвиль в цьому середовищі цілком можна застосувати випробувані методи. Отримані результати підтверджують доцільність прийнятої схеми й алгоритму обчислювальних операцій для умов дроблення скельного субстрату свердловинними зарядами.

Оригінальність полягає в тому, щоб визначити комплексний підхід до вирішення поставленого завдання і ряд пріоритетних технічних рішень.

Висновки. Подальший розвиток і застосування результатів досліджень забезпечить значне зниження собівартості залізрудної продукції за рахунок підвищення ефективності буропідривних робіт в кар'єрі.

Скачков А.А. Аналитическое исследование взрывной нагрузки уступа

В статье анализируются условия, при которых взрывчатое разрушение кристаллических пород осуществляется с помощью взаимодействующих скважинных зарядов бризантных взрывчатых веществ. При этом учитывается суперпозиция упругих волн, отклоняющихся от разных рядов скважин и отражающихся от поверхностей уступа.

Цель. Главная цель исследования — определить основные, наиболее существенные факторы, влияющие на свойства пород и сложенных ими массивов, конкретно – на распространение в них акустических волн. Цель эта посвящена решению насущной проблемы сокращения удельного потребления взрывчатых веществ для дробления породы путем изменения порядка выполнения технологических операций и параметров скважинных зарядов с учетом анизотропии взрывааемых пород.

Методы исследований заключаются в анализе геологических данных по железорудным месторождениям Кривбасса, проектной документации, производственных данных горных предприятий и карьеров, научных публикаций и их последующего синтеза и формулировании разработанных положений в строгом соответствии с надежно апробированными методами.

Научная новизна состоит в выполнении исследования волновых процессов в породном массиве известными способами, но в соответствии со сформированной методической последовательностью и структурной алгоритмизацией, целевая ориентация которых конкретно соответствует поставленным целям.

Практическое значение выполненного анализа заключается в подтверждении пригодности анализируемых методов для решения инженерных и прикладных задач исследований в изложенной постановке.

Результаты. Выполненный анализ волновых процессов в упругой среде, которая представлена скальным субстратом, подтвердил, что для решения задач управления суперпозицией (взаимодействием) волн в этой среде вполне применимы опробованные методы. Полученные результаты подтверждают целесообразность принятой схемы и алгоритма вычислительных операций для условий дробления скального субстрата скважинными зарядами.

Оригинальность заключается в том, чтобы определить комплексный подход к решению поставленной задачи и ряд приоритетных технических решений.

Выводы. Дальнейшее развитие и применение результатов исследований обеспечит значительное снижение себестоимости железорудных продуктов за счет повышения эффективности буровзрывных работ в карьере.

Skachkov A.A. Analytical research of explosive loading of rock mass

Article analyzes the conditions under which explosive destruction of crystalline rocks is carried out by means of interacting well charges of blasting explosives. This takes into account the superposition of elastic waves that deviate from different rows of wells and are reflected from the surfaces of the ledge.

Purpose. The main objective of the study is to determine the main, most significant factors affecting the properties of rocks and their arrays, specifically – the movement of acoustic waves in them. This purpose is devoted to solving the pressing problem of reducing the specific consumption of explosives for crushing rock by changing the order of execution of technological operations and parameters of borehole charges, taking into account the anisotropy of the rocks exploded.

Research methods consist of analysis of geological data on Kryvbass iron ore deposits, project documentation, production data of mining enterprises and quarries, scientific publications and their subsequent synthesis and formulation of the developed provisions in strict accordance with reliably tested methods.

The scientific novelty consists in carrying out an investigation of wave processes in a rock massif by known methods, but in accordance with the generated methodological sequence and structural algorithmization, the target orientation of which specifically corresponds to the goals set.

The practical significance of the analysis performed is to confirm the suitability of the methods being analyzed for solving the engineering and applied research problems in the above formulation.

Results. The analysis of the wave processes in the elastic substrate, which consists of rock material, confirmed that the tested methods are completely applicable to solving problems of controlling the superposition (interaction) of waves in this substrate. The received results confirm expediency of the accepted scheme and algorithm of computing operations for conditions of crushing of a rock substrate with borehole charges.

The originality lies in defining an integrated approach to the solution of the task and a number of priority technical solutions.

Conclusions. Further development and application of research results will provide a significant reduction in the cost of iron ore products due to increased efficiency of drilling and blasting operations in the open pit.

Keywords: ore, explosive destruction, open pit, acoustic waves, blasting, borehole charges.

УДК 553.4

Чепурной В.И., Яценко Б.Е., Костянский А.Н. Снижение воздействия горных работ на окружающую территорию за счет применения в карьере элементов подземного способа разработки

Цель. Уменьшение размеров и уровня загрязнений на прилегающей к карьере селитебной территории, улучшение экологической обстановки и защита от вредного антропогенного воздействия позволят уменьшить размеры санитарно-защитной зоны при производстве открытых горных работ. Цель данной работы важна для каждого недропользователя – сделать так, чтобы санитарно-защитную зону максимально сузить. Этого можно достичь за счет изменения типа применяемого оборудования и внедрения новых технологий, например, при применении в карьере элементов подземной разработки месторождения. Потребность в этом возникает, как правило, на горнодобывающих предприятиях, расположенных недалеко от населенных пунктов.

Методы исследований. Поиск научной информации содержащейся в литературе, отчетах и т. п., ознакомление с литературными источниками, обзор и обработка научной информации с целью определения возможных направлений и методов дальнейшей работы, изучение данных, анализ, а также углубление знаний по изучаемому вопросу, классификация, системный анализ. Рассматриваются производственные процессы шахты и карьера, исследование которых можно отнести как к отраслевым, так и к прикладным, поскольку они направлены на совершенствование существующих средств производственной деятельности, способствующих при этом охране окружающей природной среды.

Научная новизна. Предложен комплекс мер заключающийся в эксплуатации карьера с применением элементов подземной отработки месторождения с внедрением нового технологического процесса (механического разрушения скальных горных пород) и оборудования для его осуществления (гидроломот на экскаваторе), что согласно существующим положениям способствует уменьшению размера санитарно-защитной зоны.

Практическая значимость. При отработке карьера в стесненных условиях по новой технологии согласно рекомендаций обеспечивается уменьшение выделения вредных производственных факторов, то есть выброса загрязняющих веществ (пыли и газов), уровня сейсмического воздействия на прилегающую к карьере территорию. Рассмотрена возможность снижения экологической нагрузки на окружающую территорию при отработке карьера «Южный».

Результат. Улучшается экологическая обстановка территории, прилегающей к карьеру и улучшается ее защита от вредного антропогенного воздействия производственных процессов. Уменьшаются размеры санитарно-защитной зоны, появляется возможность расширения селитебной зоны вокруг карьера.

Ключевые слова. Выделение пыли и газов, санитарно-защитная зона, элементы подземных работ на открытых работах.

Чепурний В. І., Ященко Б. Тобто, Костянський А. Н. Зниження впливу гірничих робіт на навколишню територію за рахунок застосування в кар'єрі елементів підземного способу розробки

Мета. Зменшення розмірів і рівня забруднень на прилеглої до кар'єру селитебній території, поліпшення екологічної обстановки і захист від шкідливого антропогенного впливу дозволять зменшити розміри санитарно-захисної зони при виробництві відкритих гірничих робіт. Мета даної роботи важлива для кожного надрокористувача – зробити так, щоб санитарно-захисну зону максимально звузити. Цього можна досягти за рахунок зміни типу вживаного устаткування і впровадження нових технологій, наприклад, при застосуванні в кар'єрі елементів підземної розробки родовища. Потреба у цьому виникає, як правило, на гірничодобувних підприємствах, розташованих недалеко від населених пунктів.

Методи досліджень. Пошук наукової інформації, що міститься в літературі, звітах тощо, ознайомлення з літературними джерелами, огляд і обробка наукової інформації з метою визначення можливих напрямів і методів подальшої роботи, вивчення даних, аналіз, а також поглиблення знань з досліджуваного питання, класифікація, системний аналіз. Розглядаються виробничі процеси шахти і кар'єра, дослідження яких можна віднести як до галузевим, так і до прикладних, оскільки вони спрямовані на вдосконалення існуючих засобів виробничої діяльності, сприяють при цьому охороні навколишнього природного середовища.

Наукова новизна. Запропоновано комплекс заходів, який полягає в експлуатації кар'єру з застосуванням елементів підземного відпрацювання родовища з впровадженням нового технологічного процесу (механіческого руйнування скельних гірських порід) та обладнання для його здійснення (гідромолот на екскаваторі), що згідно з існуючим положенням сприяє зменшенню розміру санитарно-захисної зони.

Практична значимість. При відпрацюванні кар'єра в обмежених умовах за новою технологією згідно рекомендацій забезпечується зменшення виділення шкідливих виробничих факторів, тобто викиду забруднюючих речовин (пилу і газів), рівня сейсмічного впливу на прилеглу до кар'єру територію. Розглянута можливість зниження екологічного навантаження на навколишню територію при відпрацюванні кар'єра «Південний».

Результат. Поліпшується екологічна обстановка території, прилеглої до кар'єру і покращується її захист від шкідливого антропогенного впливу виробничих процесів. Зменшуються розміри санитарно-захисної зони, з'являється можливість розширення селитебної зони навколо кар'єра.

Ключові слова. Виділення пилу і газів, санитарно-захисна зона, елементи підземних робіт на відкритих роботах.

Chepurna, V. S., Yashchenko, E., Kostyanskiy A. N. Reducing the impact of mining on the surrounding area through the use of career elements of underground method of development

Aim. Decreasing the contamination volume and level in a building zone adjacent to an open pit, improving the environmental condition and protecting it from harmful anthropogenic influence makes it possible to decrease the size of a health protection zone in open pit mining operations. The research aims at making a health protection zone as narrow as possible which is important for every user of natural resources. It can be achieved by changing the type of the applied equipment and introducing new technologies, for example, using the elements of underground mining at an open pit. The necessity for such changes arises as a rule at operating enterprises located in close proximity to residential areas.

Methods of research. The research methods include the search for scientific data contained in literature, reports, etc., studying literature sources, review and processing of scientific data to define possible directions and methods of further research, studying the data, analysis and knowledge extension on the problems under study, classification and system analysis. At the same time, production processes for separate structural units (a mine, an open pit) are regarded as dependent systems. The given research can be considered both industry-related and applied as it is aimed at improving the available means of industrial activity, thus facilitating the environment protection.

Scientific novelty. There suggested a set of measures implying the application of elements of underground mining in open pit exploitation by applying a new technological process (mechanical destruction of hard rocks) and the equipment required for this technology (a hydraulic breaker of an excavator) which under current regulations facilitates the reduction of a health protection zone.

Practical relevance. While mining an open pit under restricted conditions, according to the recommendations, a new technology ensures the reduced emission of harmful industrial factors, that is, the emission of pollutants (dust and gases) and the level of seismic impact on the area next to an open pit. The authors have considered the possibility to reduce the anthropogenic pressure on the area next to "Yuzhnyi" Open Pit.

Result. The environmental condition of the area adjacent to the open pit is improved as well as the level of its protection from harmful anthropogenic influence of industrial processes. The size of the health protection zone is reduced and there appears a possibility of expanding the building zone around the open pit.

Key words: Dust and gases emission, health protection zone, elements of underground mining in open pit mining operations.

УДК 004.89: 621.311.161

Котов І.А. Формально-лінгвістичний підхід до евристичних методів керування режимами електроенергетичних систем

Метою роботи є розробка формальних методів уніфікації форм представлення знань в системах штучного інтелекту для автоматизації прийняття управлінських рішень в кризових ситуаціях, обґрунтування використання формально-лінгвістичного підходу до подання професійних знань в системі підтримки рішень диспетчера енергосистеми, а також до опису евристик при реалізації логічного висновку. Теоретична розробка і практичне впровадження уніфікованої, інтегральної моделі подання знань в СППР є актуальною науковою проблемою.

У роботі використані методи математичної логіки, формальної лінгвістики, регресійного аналізу, матричного аналізу, електроенергетичних систем, пошукового і формуючого експерименту з подальшою автоматизованою обробкою даних з метою перевірки висунутих в роботі гіпотез.

Наукова новизна роботи полягає в розробці моделі взаємозв'язку і взаємозалежності форм представлення професійних знань і моделі їх ієрархічного узагальнення, застосування єдиних евристик до різних структур представлення знань. Розроблені моделі, підходи і методики інваріантні по відношенню до конкретних професійних галузей і мають високий ступінь універсальності. Запропоновано єдиний системно-діалектичний підхід до подання та аналізу знань. Розроблено єдині евристики стосовно як до окремих компонентів знань, так і їх мережевим структурам.

Практична значимість роботи полягає в практиці впровадження запропонованої моделі системи підтримки рішень в практику ліквідації кризових ситуацій в електроенергетичних системах, що дозволить скоротити збитки і підвищити якість управління їх технологічними процесами.

Результатами роботи є єдиний системно-діалектичний підхід до подання та аналізу професійних знань. Запропоновано взаємопов'язану ієрархію форм представлення знань, що включає в себе знання різних рівнів про когнітивної діяльності системи підтримки рішень диспетчера. Розроблено формальна модель уніфікації форм представлення знань, формальна система введення обмежень для специфікації форм представлення знань. Запропоновано методики впровадження блоків системи підтримки рішень в управлінські інформаційні цикли діючих технологічних ланцюгів.

Ключові слова: евристика, автоматизація, база знань, диспетчеризація, режим, ситуаційний, лінгвістичний, семантика, експерт, регресія, енергосистема, оптимальний, інкорпорація

Котов І.А. Формально-лингвистический подход к эвристическим методам управления режимами электроэнергетических систем

Целью работы является разработка формальных методов унификации форм представления знаний в системах искусственного интеллекта для автоматизации принятия управленческих решений в кризисных ситуациях, обоснование использования формально-лингвистического подхода к представлению профессиональных знаний в системе поддержки решений диспетчера энергосистемы, а также к описанию эвристик при реализации логического вывода. Теоретическая разработка и практическое внедрение унифицированной, интегральной модели представления знаний в СППР является актуальной научной проблемой.

В работе использованы методы математической логики, формальной лингвистики, регрессионного анализа, матричного анализа, электроэнергетических систем, констатирующего, поискового и формирующего эксперимента с последующей автоматизированной обработкой данных с целью проверки выдвинутых в работе гипотез.

Научная новизна работы состоит в разработке модели взаимосвязи и взаимозависимости форм представления профессиональных знаний и модели их иерархического обобщения, применении единых эвристик к различным структурам представления знаний. Разработанные модели, подходы и методики инвариантны по отношению к конкретным профессиональным областям и обладают высокой степенью универсальности. Предложен единый системно-диалектический подход к представлению и анализу знаний. Разработаны единые эвристики применительно как к отдельным компонентам знаний, так и их сетевым структурам.

Практическая значимость работы состоит в практике внедрения предложенной модели системы поддержки решений в практику ликвидации кризисных ситуаций в электроэнергетических системах, что позволит сократить ущербы и повысить качество управления их технологическими процессами.

Результатами работы являются единый системно-диалектический подход к представлению и анализу профессиональных знаний. Предложена взаимосвязанная иерархия форм представления знаний, включающая в себя знания различных уровней о когнитивной деятельности системы поддержки решений диспетчера. Разработана формальная модель унификации форм представления знаний, формальная система ввода ограничений для спецификации форм представления знаний. Предложены методики внедрения блоков системы поддержки решений в управленческие информационные циклы действующих технологических цепей.

Ключевые слова: эвристика, автоматизация, база знаний, диспетчеризация, режим, ситуационный, лингвистический, семантика, эксперт, регрессия, энергосистема, оптимальный, инкорпорация

Kotov I.A Formally linguistic approach to heuristic methods of controlling the regimes of electric power systems

The aim of the work is the development of formal methods for unifying the forms of knowledge representation in artificial intelligence systems for automating decision-making in crisis situations, justifying the use of a formal linguistic approach to the representation of professional knowledge in the system of support for decisions of the energy system dispatcher, and describing the heuristics in the implementation of logical inference. Theoretical development and practical implementation of the unified, integral model of knowledge representation in DSS is an actual scientific problem.

Methods of mathematical logic, formal linguistics, regression analysis, matrix analysis, electric power systems, ascertaining, searching and forming experiments with subsequent automated processing of data with the purpose of testing hypotheses put forward in the work.

The scientific novelty of the work is to develop a model for the interconnection and interdependence of the forms of representation of professional knowledge and the model of their hierarchical generalization, the application of unified heuristics to different knowledge representation structures. The developed models, approaches and methods are invariant with respect to specific professional fields and have a high degree of universality. A unified system-dialectical approach to the representation and analysis of knowledge is proposed. Single heuristics are developed for both individual components of knowledge and their network structures.

Practical significance of the work consists in the practice of implementing the proposed model of the decision support system in the practice of liquidating crisis situations in electric power systems, which will reduce the damage and improve the quality of management of their technological processes.

The results of the work are a unified system-dialectical approach to the representation and analysis of professional knowledge. An interrelated hierarchy of knowledge representation forms is proposed, which includes knowledge of various levels about the cognitive activity of the dispatcher decision support system. A formal model for the unification of forms of repre-

sentation of knowledge is developed, a formal system for entering restrictions for the specification of forms of representation of knowledge. Methods for implementing blocks of the decision support system in management information cycles of operating technological circuits.

Keywords: heuristics, automation, knowledge base, dispatching, mode, situational, linguistic, semantics, expert, regression, power system, optimal, incorporation.

УДК 65.011.56:656.054.1

Микитин О.В., Тронь В.В. Автоматизована система інтелектуального керування транспортними потоками із застосуванням технології машинного зору

Мета. Метою даної роботи є підвищення ефективності керування рухом транспорту на перехресті шляхом дослідження і розроблення автоматизованої системи інтелектуального керування на базі апарата нечіткої логіки; визначення критеріїв для знаходження тривалості зеленого та червоного тактів перемикачів світлофора; формалізація процесу підтримки прийняття рішень інтелектуальною системою керування за допомогою математичних методів та алгоритмів.

Методи дослідження. У роботі використанні методи математичної статистики і теорії ймовірності для обробки результатів експериментів, методи аналітичного конструювання і комп'ютерного моделювання при синтезі та аналізі систем керування транспортними потоками та методи нечіткої логіки для формалізації процесу керування.

Наукова новизна. Запропонований підхід до розроблення автоматизованої системи інтелектуального керування транспортними потоками із застосуванням технології машинного зору відрізняється від відомих тим, що формування керуючих впливів здійснюється на основі показника кількості транспортних засобів, які знаходяться на відстані, не меншій за розраховане значення, від перехрестя, що дозволяє зменшити навантаження на підсистему машинного зору і підвищити якість керування.

Практична значимість. Отримані аналітичні залежності значень довжини відстані, на якій встановлюється відеодетектор, від кількості смуг автодороги. Дане рішення дає змогу системі детектування транспортних засобів враховувати лише значимі автомобілі, кількість яких впливає на формування нечіткого висновку щодо задання тривалості тактів світлофора. Реалізація інтелектуальної системи надає можливість ефективніше керувати рухом автотранспорту в умовах дорожньої мережі міста. Розроблені алгоритми забезпечують при наявності транспортних засобів в області видимості камери підрахунок їх кількості із урахуванням чисельності смуг дороги, а розроблена підсистема прийняття рішень здійснює керування тактами зеленого та червоного світла світлофора.

Результати. Результатом роботи є математична модель та підсистема прийняття рішень щодо керування тривалістю тактів світлофора на регульованому перехресті. Розрахунок відстані, на якій буде встановлено камеру для детектування автомобілів, дає можливість брати до уваги лише корисні для системи транспортні засоби, які несуть вплив на тривалість тактів світлофора. Для формування керуючих впливів у системі запропоновано систему, побудовану на основі нечіткої логічного висновку.

Ключові слова: інтелектуальна система, автоматичне керування, нечітка логіка, імітаційна модель, регульоване перехрестя, керування світлофором на перехресті.

Микитин А. В., Тронь В. В. Автоматизированная система интеллектуального управления транспортными потоками с применением технологии машинного зрения

Цель. Целью данной работы является повышение эффективности управления движением транспорта на перекрестке путем исследования и разработки автоматизированной системы интеллектуального управления на базе аппарата нечеткой логики; определение критериев для нахождения продолжительности зеленого и красного тактов переключения светофора; формализация процесса поддержки принятия решений интеллектуальной системой управления с помощью математических методов и алгоритмов.

Методы исследования. В работе использованы методы математической статистики и теории вероятности для обработки результатов экспериментов, методы аналитического конструирования и компьютерного моделирования при синтезе и анализе систем управления транспортными потоками, методы нечеткой логики для формализации процесса управления.

Научная новизна. Предложенный подход к разработке автоматизированной системы интеллектуального управления транспортными потоками с применением технологии машинного зрения отличается от известных тем, что формирование управляющих воздействий осуществляется на основе показателя количества транспортных средств, находящихся на расстоянии не менее за рассчитанное значение, от перекрестка, что позволяет уменьшить нагрузку на подсистему машинного зрения и повысить качество управления.

Практическая значимость. Полученные аналитические зависимости значений длины расстояния, на котором устанавливается видеодетектор, от количества полос автодороги. Данное решение позволяет системе детектирования транспортных средств учитывать только значимые автомобили, количество которых влияет на формирование нечеткого вывода для задания продолжительности тактов светофора. Реализация интеллектуальной системы позволяет эффективнее управлять движением автотранспорта в условиях дорожной сети города. Разработанные алгоритмы обеспечивают при наличии транспортных средств в области видимости камеры подсчет их количества с учетом численности полос дороги, а разработанная подсистема принятия решений осуществляет управление тактами зеленого и красного света светофора.

Результаты. Результатом работы является математическая модель и подсистема принятия решений по управлению продолжительностью тактов светофора на регулируемом перекрестке. Расчет расстояния, на котором будет установлена камера для детектирования автомобилей, дает возможность считать только полезные для системы транспортные средства, которые несут влияние на продолжительность тактов светофора. Для формирования управляющих воздействий в системе предложена система, построенная на основе нечеткого логического вывода.

Ключевые слова: интеллектуальная система, автоматическое управление, нечеткая логика, имитационная модель, регулируемый перекресток, управления светофором на перекрестке

Mykityn O.V., Tron V.V. Automatic system of intelligent management of traffic using the technology of computer vision

Objective. The objective of this article to increase of control efficiency of the traffic on the crossroads with the help of research and development of automatic intelligent management system based on fuzzy logic; determining the criteria for the length of cycles of the green and red lights; process' formalization of the supporting of decision support subsystem with the help of mathematical methods and algorithms.

Research methods. In the article, it is used methods of mathematical statistics and theory of probability for processing of experimental results, analytical design methods and machine simulation in the synthesis and analysis in management systems of the traffic and fuzzy logic methods for formalization of controlling process.

Scientific novelty. The proposed approach to the development of an automatic intelligent management system of traffic flows using machine vision technology differs from the other known approaches with the fact that the formation of control actions is based on the index number of vehicles that are at a distance from the crossroad. This distance is not less than the calculated value. It allows to reduce the load on the subsystem of machine vision and to improve the quality of control.

Practical significance. Obtained analytical dependency values of the length distance, at which the video detector is set, from the number of road lanes. This solution enables the system to detect vehicles considering only significant cars, the number of which affects the fuzzy inference of setting cycle duration light. Practical implementation of intelligent system allows to control more effectively the movement of vehicles in terms of road network in the city. Developed algorithms provide the ability to count cars' number, if cars locate in the area of camera, taking into account the number of lanes of the road. Developed intelligent management subsystem controls the green and red light time of the traffic light.

Results. The result of the work is a mathematical model and decision support subsystem of the control of traffic light's cycle duration on a regulated crossroads. Calculation of the distance, at which the camera is set to detect vehicles, makes it possible to consider only useful for some system vehicles that have influence on the cycle duration of light. It is proposed the system based on fuzzy inference.

Keywords: intelligent system, automatic control, fuzzy logic, simulated model, controlled crossroads, control of traffic lights at the crossroads

УДК 65.012.2

Попов С.О., Попрожок О.О. Обґрунтування розробки методики ресурсного планування проектів ремонтів і модернізації складного технологічного обладнання

Мета. Метою даної публікації є обґрунтування доцільності застосування нової методики ресурсного планування проектів ремонтів і модернізації складного технологічного обладнання, яка враховує специфіку діяльності вітчизняних машинобудівних підприємств у сфері здійснення ремонтної діяльності та дозволяє більш точно спланувати обсяг необхідного ресурсного забезпечення на етапі планування проекту з метою мінімізації виникнення перевитрат проекту на етапі його реалізації.

Методи дослідження. У статті доводиться доцільність застосування проектноорієнтованих методів до управління проектами на противагу традиційному операційному управлінню.

Наукова новизна. Запропоновано новий методичний підхід до ресурсного планування проектів ремонтів і модернізації складного технологічного обладнання, оснований на методі використання ресурсів у процесі реалізації проекту, який відрізняється від існуючого підходу на основі трудомісткості виробництва, що дозволяє визначити ресурсоемність і час реалізації проекту ремонтних робіт.

Практична значимість. Запропонована методика ресурсного планування проектів ремонтів і модернізації складного технологічного обладнання дозволяє більш точно виокремити витрати на здійснення проектної діяльності в умовах функціонування машинобудівного підприємства. Крім цього, новий підхід дозволяє більш точно спланувати обсяг непрямих витрат на етапі планування проекту з метою мінімізації перевитрат ресурсів на етапі реалізації проекту.

Результати. Запропонована методика ресурсного планування проектів ремонтів і модернізації складного технологічного обладнання, яка дозволяє визначити механізм розподілу прямих та непрямих витрат виробництва між операційною та проектноорієнтованою видами діяльності і, як наслідок, більш точно визначити обсяг непрямих витрат проекту; враховує можливість настання ситуації недозавантаження виробництва, коли можлива ситуація наявності непрямих витрат за відсутності прямих; дозволяє моделювати зміну технологічного процесу, об'єднання чи зміни порядку виконання певних технологічних операцій з метою прийняття управлінських рішень щодо реалізації проектів ремонтів і модернізації складного технологічного обладнання.

Ключові слова: проект, ремонт і модернізація, складне технологічне обладнання, ресурс, ресурсне планування.

Попов С.О., Попрожок Е.О. Обоснование разработки методики ресурсного планирования проектов ремонтов и модернизации сложного технологического оборудования

Цель. Целью данной публикации есть обоснование целесообразности использования новой методики ресурсного планирования проектов ремонтов и модернизации сложного технологического оборудования, которая учитывает специфику деятельности отечественных машиностроительных предприятий в сфере осуществления ремонтной деятельности и дает возможность более точно спланировать объем необходимого ресурсного обеспечения на этапе планирования проекта с целью минимизации возникновения перерасхода ресурсов проекта на этапе его реализации.

Методы исследования. В статье доказывается целесообразность использования проектноориентированных методов управления проектами взамен традиционному операционному управлению.

Научная новизна. Предложено новый методический подход к ресурсному планированию проектов ремонтов и модернизации сложного технологического оборудования, основанный на методе использования ресурсов в процессе реализации проекта, который отличается от существующего подхода на основе трудоемкости производства, тем, что позволяет определить ресурсоемкость и время реализации проекту ремонтных работ.

Практическая значимость. Предложенная методика ресурсного планирования проектов ремонтов и модернизации сложного технологического оборудования позволяет более точно выделить затраты на осуществление проектной

деятельности в условиях функционирующего машиностроительного предприятия. Кроме этого, новый подход позволяет более точно спланировать объем непрямых затрат на этапе планирования проекту с целью минимизации перерасхода ресурсов на этапе реализации проекта.

Результаты. Предложенная методика ресурсного планирования проектов ремонтов и модернизации сложного технологического оборудования, которая позволяет определить механизм распределения прямых и непрямых затрат производства между операционным и проектноориентированным видами деятельности и, как результат, более точно определить объем непрямых затрат проекта; учитывает возможность наступления ситуации недогрузки производства, когда возможна ситуация наличия непрямых затрат при отсутствии прямых; позволяет моделировать изменение технологического процесса, объединение или изменение порядка выполнения определенных технологических операций с целью принятия управленческих решений касательно реализации проектов ремонтов и модернизации сложного технологического оборудования.

Ключевые слова: проект, ремонт и модернизация, сложное технологическое оборудование, ресурс, ресурсное планирование.

Popov S., Poprozhuk O. Proof of expediency of developing the methodology of the resource planning of the projects of renovations and modernization of complex technological equipment

Purpose. Purpose of the article is to proof of expediency of using the new methodology of the resource planning of the projects of renovations and modernization of complex technological equipment, which takes into account specificity of activities of the native machine-building enterprises in the field of the renovation experience and allows to plan the volume of necessary resources more accurately at the stage of the planning of the project with a view to minimizing the overexpenditure of the project at the stage of the project implementation.

Research methods. The article proofs of expediency of using the project-oriented methods to the project management on the counter the traditional management.

Scientific novelty. Proposed the new methodological approach to the resource planning of the projects of renovations and modernization of the complex technological equipment, based on the method of using resources in the process of project implementation, which is different from the existing approach based on the labor intensity of production, because it allows to define the resource intensity and time of the renovation's project implementation.

Practical importance. Proposed methodology of the resource planning of the projects of renovations and modernization of complex technological equipment allows more accurately to allocate costs of the project implementation in a functioning machine-building enterprise. Besides, new approach allows more accurately to plan the volume of the indirect costs at the stage of the planning of the project with a view to minimizing the overexpenditure of the project at the stage of the project implementation.

Results. Proposed methodology of the resource planning of the projects of renovations and modernization of complex technological equipment allows the mechanism of allocation direct and indirect costs of the production between the operating and project-orienting kind of activity and, as the result, to determine the indirect costs more accurately; takes into account the possibility of a situation of the underloading production, when the situation when there are the indirect costs without direct costs; allows to simulate the technological process change, association or changing the order of some technological operations for the purpose of making managerial decisions on the implementation of projects of renovations and modernization of complex technological equipment.

Keywords: project, renovation and modernization, complex technological equipment, resource, resource planning.

УДК 622.807:622.272

Лапшин О.Є., Лапшин О.О., Лапшина Д.О. Визначення техніко-економічних параметрів зрошувальних систем для очищення повітря в гірничих виробках шахт

Мета. Встановлення робочих параметрів зрошувальної установки для визначення ефективних режимів її роботи в процесі очищення рудникового повітря від шкідливих домішок.

Методи. Для досягнення поставленої мети застосовувалися методи наукового аналізу і узагальнення результатів досліджень; аналіз взаємозв'язку параметрів гідропилогазоочищення і ежекції повітря; фундаментальні положення фізики, аеро й гідродинаміки для розроблення способів пилоподавлення в глибоких шахтах; лабораторні і промислові дослідження та статистична обробка їх результатів. Очищення рудникового повітря від шкідливих домішок в гірничих виробках є однією з найважливіших задач сьогодення. Гірниче виробництво супроводжується забрудненням рудникового повітря шкідливими домішками, серед яких чільне місце посідають пил і отруйні гази – оксид вуглецю CO і оксиди азоту NO + NO₂, тощо. Потрапляючи в організм працюючих, шкідливі речовини викликають професійні захворювання на пиловий бронхіт, а в деяких випадках настає гостре отруєння. Покращення умов праці в шахтах дозволить зменшити кількість професійних захворювань працюючих, підвищити культуру виробництва і збільшити продуктивність праці. У зв'язку із цим очищення рудникового повітря від шкідливих домішок, якими є пил і отруйні гази, має велике соціальне і економічне значення. Для очищення повітря в гірничих виробках необхідно впроваджувати відомі і розробляти нові засоби, які дозволять підвищити ефективність боротьби зі шкідливими виділеннями в атмосферу при ведінні технологічних процесів з видобутку мінеральної сировини. Більшість існуючих засобів пилогазоподавлення заснованих на взаємодії продуктів вибуху з дисперговою водою, не забезпечують уловлювання найбільш небезпечних дрібнодисперсних частинок (< 10 мкм), а зниження концентрацій шкідливих газів, наприклад, оксиду вуглецю при цьому практично не відбувається.

Наукова новизна полягає у встановленні параметрів інерційного руху крапель рідини та коагуляції пилу з адсорбцією шкідливих газів на їх поверхнях.

Практична значимість полягає у підвищенні ефективності очищення рудникового повітря шляхом його зрошення за допомогою гідралічних завіс, які працюють під високим тиском води, що надходить із трубопроводу загальношахтної мережі.

Результати. Встановлення техніко-економічних параметрів установки для гідропилогазоочищення гідравлічними завісами високого тиску.

Ключові слова: шахта, забруднення, очищення, завіса, струмінь, тиск, дисперсність, крапля

Лапшин А.Е., Лапшин А.А., Лапшина Д.А. Определение технико-экономических параметров оросительных систем для очистки воздуха в горных выработках шахт

Цель. Установление рабочих параметров оросительной установки для определения эффективных режимов ее работы в процессе очистки рудничного воздуха от вредных примесей.

Методы. Для достижения поставленной цели применялись методы научного анализа и обобщения результатов исследований; анализ взаимосвязи параметров гидропылегазоочистки и эжекции воздуха; фундаментальные положения физики, аэро и гидродинамики для разработки способов пылеподавления в глубоких шахтах; лабораторные и промышленные исследования и статистическая обработка их результатов. Очистка рудничного воздуха от вредных примесей в горных выработках является одной из важнейших задач. Горное производство сопряжено с загрязнением рудничного воздуха вредными примесями, среди которых важное место занимают пыль и ядовитые газы – оксид углерода CO, оксиды азота NO+NO₂ и т. д. Попадая в организм работающих, вредные вещества вызывают профессиональные заболевания пылевой бронхит, а в некоторых случаях наступает острое отравление. Улучшение условий труда в шахтах позволит уменьшить количество профессиональных заболеваний работающих, повысить культуру производства и увеличить производительность труда. В связи с этим очистка рудничного воздуха от вредных примесей, которыми являются пыль и ядовитые газы, имеет большое социальное и экономическое значение. Для очистки воздуха в горных выработках необходимо внедрять известные и разрабатывать новые средства, которые позволяют повысить эффективность борьбы с вредными выделениями в атмосферу при ведении технологических процессов добычи минерального сырья. Большинство существующих средств пылегазоподавления основанных на взаимодействии продуктов взрыва с диспергированной водой, не обеспечивают улавливание наиболее опасных мелкодисперсных частиц (10 мкм), а снижение концентраций вредных газов, например, оксида углерода при этом практически не происходит.

Научная новизна заключается в установлении параметров инерционного движения капель жидкости и коагуляции пыли с адсорбцией вредных газов на их поверхностях.

Практическая значимость заключается в повышении эффективности очистки рудничного воздуха путем его орошения с помощью гидравлических завес, которые работают под высоким давлением воды, поступающей из трубопровода общешахтной сети.

Результаты. Установление технико-экономических параметров установки для пылегазоочистки гидравлическими завесами высокого давления.

Ключевые слова: шахта, загрязнение, очистка, завеса, струя, давление, дисперсность, капля.

A.E. Lapshyn, A.A. Lapshyn, D.A. Lapshyna Definition of technical and economic parameters of irrigation systems purification of air in mine workings of the mines

Goal. Establishing the operating parameters of the irrigation installation to determine efficient modes of its operation in the process of cleaning mine air from harmful impurities.

Methods. Scientific analysis and generalization of research results; analysis of the relationship between parameters of dust and gas suppression; the fundamental principles of physics, aero-and hydrodynamics to develop methods of dust control in deep mines; laboratory and industrial research and the statistical processing of their results. Mine air purification in mine openings is one of the most important tasks. Mining production is associated with the contamination of mine air with harmful impurities, among which an important place is occupied by dust and noxious gases – carbon monoxide, nitrogen oxides, NO + NO₂, etc. Their infiltration cause occupational diseases, dust bronchitis, and in some cases, acute intoxication occurs. The improvement of working conditions in the mines will reduce the number of occupational diseases among workers, it will also improve the production standards and increase productivity. In this regard, the purification of mine air from harmful impurities, which are the dust and toxic gases is of great social and economic importance. For purification of air in mine workings it is necessary to introduce known and to develop new tools that will improve the efficiency of air pollution control during the technological processes of extraction of mineral raw materials. Most of the existing tools based on the interaction of explosion products with dispersed water, do not provide capture of the most dangerous fine particles (10 μm), and lower concentrations of harmful gases such as carbon dioxide does not happen.

Scientific novelty consists in setting the parameters of the inertial motion of liquid droplets and coagulation of dust with adsorption of harmful gases on their surfaces.

The practical significance is to improve the efficiency of purification of mine air by irrigation with hydraulic screens, which operate under high pressure of water coming from the general mine network pipeline.

Results. Establish feasibility of installation options for gas treatment with use of hydraulic screens of high pressure.

Keywords: mine pollution, purification, curtain, flow, pressure, dispersion, drop.

УДК 622:274

Письменный С.В. Визначення кутової точки руйнівного тиску на контурі гірничої виробки з урахуванням техногенних сил

Мета визначення місця дії руйнівної сили на контурі підземної гірничої виробки розташованої як в зоні впливу гірничих робіт так і за її межами в різномодульному масиві з урахуванням дії техногенних сил. Розробити методику визначення граничного тиску на контурі виробки в залежності від радіус кривизни склепіння утворюючої виробку.

Методи дослідження. При вирішенні питання стійкості гірничих виробок в різномодульному гірничому масиві та визначення кутової точки руйнівного тиску на контурі виробки склепінної форми застосовувався аналітичний метод досліджень з урахуванням практики роботи шахт Кривбасу з встановленням певних обмежень при її використанні.

Наукова новизна. Розроблена методика визначення тиску на контурі виробки, яка відрізняється від відомих розрахунком кута діючого руйнівного тиску на контурі виробки в різномодульному масиві гірських порід від глибини

розробки, радіусу кривизни склепіння утворюючої виробку та з урахуванням напружень що виникають при очисному виїманні. Отримані залежності руйнівного тиску від кута прикладеного навантаження до контуру виробки.

Практична значимість. Можливість коригування параметрів гірничих виробок на стадії проектування відробки блоку безпосередньо при проходці гірничої виробки в однорідних та неоднорідних породах з урахуванням техногенних сил та куту зсуву порід в яких пройдено виробку. Вибір найбільш доцільного радіусу кривизни склепіння утворюючої виробку, який дозволить підвищити стійкість породам навколо виробки.

Результати. Запропонована методика визначення кутової точки руйнівного тиску на контурі гірничої виробки з урахуванням техногенних сил, яка дає можливість визначити тиск та слабе місце на контурі гірничої виробки в умовах однорідного та неоднорідного гірського масиву. Дана методика дозволяє розрахувати тиск який діє на контур виробки з урахуванням раніше відробленого очисного блоку, що знаходиться в безпосередній близькості.

Ключові слова: напруження, кутова руйнівна точка, виробка, радіус кривизни склепіння, тиск, очисний блок.

Письменный С.В. Определение угловой точки разрушительного давления на контуре горной выработки с учетом техногенных сил

Цель определение места действия разрушительной силы на контуре подземной горной выработки, расположенной в зоне влияния горных работ, так и за ее пределами в різномодульному массиве с учетом действия техногенных сил. Разработать методику определения предельного давления на контуре выработки в зависимости от радиус кривизны образующей свода выработки.

Методы исследования. При решении вопроса устойчивости горных выработок в різномодульному горном массиве и определение угловой точки разрушительного давления на контуре выработки склепінної форми застосовувався аналитический метод исследований с учетом практики работы шахт Кривбасса с установлением определенных ограничений при ее использовании.

Научная новизна. Разработана методика определения давления на контуре выработки, которая отличается от известных расчетом угла действующего разрушительного давления на контуре выработки в різномодульному массиве горных пород от глубины разработки, радиуса кривизны образующей свода выработки и с учетом напряжений возникающих при очистительном извлечении. Получены зависимости разрушающего давления от угла приложенной нагрузки к контуру выработки.

Практическая значимость. Возможность корректировки параметров горных выработок на стадии проектирования відробки блока непосредственно при проходке горной выработки в однородных и неоднородных породах с учетом техногенных сил и угла сдвига пород, в которых пройдена выработка. Выбор наиболее целесообразного радиуса кривизны образующей свода выработки, который позволит повысить устойчивость породам вокруг выработки.

Результаты. Предложена методика определения угловой точки разрушительного давления на контуре горной выработки с учетом техногенных сил, которая дает возможность определить давление и слабое место на контуре горной выработки в условиях однородного и неоднородного горного массива. Данная методика позволяет рассчитать давление которое действует на контур выработки с учетом ранее отработанного очистного блока, что находится в непосредственной близости.

Ключевые слова: напряжение, угловая разрушительная точка, выработка, радиус кривизны свода, давление, очистной блок.

Pismennyi S.V. Definitions corner point on a path destructive effects of mines forces in view technogenic

Purpose. The goal of the scene destructive force on a path underground mine workings located in a zone of influence of mining and abroad in Stable and unstable in view of the array of man-made forces. A method for determining the threshold circuit working pressure depending on the radius of curvature of the arch forming workings.

Research methodology. In deciding sustainability of mining in Stable and unstable rock mass and determining the angular point of destructive pressure on the circuit making application vaulted form analytical method research based practices mines Kryvyi Rih with the establishment of some limitations when using it.

Originality. The method of determining pressure circuit output, which differs from the known current angle calculation destructive pressure circuit Stable and unstable working in the rock mass on the depth of the development, the radius of curvature arch forming workings and subject to stresses that occur when removing abatement. Dependences destructive pressure on the angle of the applied load to the circuit output.

Practical value. The possibility of adjusting the parameters of mining at the design stage development unit directly at penetration excavation in homogeneous and heterogeneous rocks on the basis of man-made forces and shear angle covered rocks in which the mines. Selecting the most appropriate radius of curvature of the arch forming the mines, which will increase the stability of rocks around a roadway.

Findings. The proposed method of determining the angular point of destructive pressure on the contour of excavation considering man-made forces, which makes it possible to determine pressure and weak spot on a path mine working in conditions of homogeneous and heterogeneous massif. This technique allows you to calculate the pressure acting on the circuit before working on the basis development cleaning block which is in close proximity.

Keywords: stress, destructive angular point, working, radius of curvature of the arch, pressure, treatment unit.

УДК [622.013:622.35]:622.0

Шолох М.В. Нормування балансово-промислових запасів залізистих кварцитів по ступеню підготовленості до видобування відкритим способом

Мета. Метою даної роботи є розробка метода і методики обліку стану і рухомості балансово-промислових запасів по ступеню підготовленості до видобування, визначення і облік розкритих, підготовлених і готових до видобування балансово-промислових запасів залізистих кварцитів на гірничовидобувних підприємствах та встановлення взаємозв'язку між ними.

Методи дослідження. Аналіз та узагальнення науково-технічних досягнень нормування промислових запасів з урахуванням того, що при класифікації підготовленості балансово-промислових запасів до кінця не витриманий

класифікаційний принцип, відповідно до якого підготовленість балансово-промислових запасів залізистих кварцитів до видобування визначаємо при виконанні установленого комплексу гірничих робіт.

Наукова новизна. Встановлено залежності продуктивності гірничовидобувного підприємства і середнього квадратичного відхилення вмісту якісних показників усередненого корисного компонента у залізорудній масі від числа видобувних одиниць. Обґрунтовано нормативні значення готових до видобування, підготовлених і розкритих балансово-промислових запасів залізистих кварцитів, які залежать від інтенсивності проведення гірничих робіт і під впливом великої кількості випадкових факторів суттєво коливаються.

Практична значимість. Розроблена методика аналізу закономірностей нормування підготовленості балансово-промислових запасів залізистих кварцитів базується на зіставленні значень визначення нормативного числа видобувних одиниць і забезпеченості промислово-балансовими запасами корисних копалин кожної видобувної одиниці.

Результати. Нормативна величина балансово-промислових запасів усіх категорій повинна мати резерв, що компенсує нерівномірність проведення гірничих робіт, а нормативна забезпеченість промисловими балансовими запасами корисних копалин повинна визначатися з резервом, який компенсує похибки розрахунків.

Ключові слова: запаси, залізисті кварцити, нормування, методика, видобувна одиниця.

Шолох М.В. Нормирование балансово-промышленных запасов железистых кварцитов по степени подготовленности к видо-ние открытым способом

Цель. Целью данной работы является разработка метода и методики учета состояния и подвижности балансово-промышленных запасов по степени подготовленности к добыче, определение и учет вскрытых, подготовленных и готовых к добыче балансово-промышленных запасов железистых кварцитов на горнодобывающих предприятиях и установление взаимосвязи между ними.

Методы исследования. Анализ и обобщение научно-технических достижений нормирования промышленных запасов с учетом того, что при классификации подготовленности балансово-промышленных запасов до конца не выдержан классификационный принцип, согласно которому подготовленность балансово-промышленных запасов железистых кварцитов к добыче определяем при выполнении установленного комплекса горных работ.

Научная новизна. Установлены зависимости производительности горнодобывающего предприятия и среднего квадратичного отклонения содержания качественных показателей усредненного полезного компонента в железорудном массе от числа добычных единиц. Обоснованы нормативные значения готовых к добыче, подготовленных и вскрытых балансово-промышленных запасов железистых кварцитов, которые зависят от интенсивности проведения горных работ и под влиянием большого количества случайных факторов существенно колеблются.

Практическая значимость. Разработана методика анализа закономерностей нормирования подготовленности балансово-промышленных запасов железистых кварцитов базируется на сопоставлении значений определение нормативного числа добычных единиц и обеспеченности промышленно-балансовыми запасами полезных ископаемых каждой добывающей единицы.

Результаты. Нормативная величина балансово-промышленных запасов всех категорий должна иметь резерв, который компенсирует неравномерность проведения горных работ, а нормативная обеспеченность промышленными балансовыми запасами полезных ископаемых должна определяться с резервом, который компенсирует погрешности расчетов.

Ключевые слова: запасы, железистые кварциты, нормирования, методика, добывающая единица.

Sholokh M. V. Regulation of balance and industrial reserves of ferruginous quartzites in the degree of preparedness for vido- tion in an open way

Goal. The aim of this work is to develop methods and techniques taking into account the state and mobility balance and industrial reserves according to the degree of preparedness for the extraction, determination and the account opened, prepared and ready for production balance and industrial reserves of ferruginous quartzites mining companies and the establishment of the relationship between them.

Research methods. The analysis and generalization of scientific-technical achievements of rationing of industrial stocks given the fact that in the classification of training balance and industrial reserves to the end of the aged classification principle that preparedness balance and industrial reserves of ferruginous quartzites mining defined during the execution of the installed complex mining operations.

Scientific novelty. The dependence of the performance of the mining enterprise and standard deviation of the content of the quality indicators of the average useful component in the ore mass from the number of mining units. Justified normative values are now ready for production, prepared and opened the balance of industrial reserves of ferruginous quartzites, which depend on the intensity of mining operations and under the influence of many random factors fluctuate considerably.

Practical significance. The developed method of analysis of patterns of regulation of fitness balance and industrial reserves of ferruginous quartzites is based on the comparison of values of the definition of the standard number of production units and availability of industrial-balance mineral reserves of each mining unit.

Results. The standard value of the balance of industrial reserves of all categories should have a reserve that compensates for the irregularity of mining operations, and regulatory security industrial balance sheet reserves of minerals should be determined with a reserve that compensates for the error calculations.

Keywords: stocks, ferruginous quartzites, valuation, method, production unit.

УДК 614.81:69.05

Шаповалов В.А. Забезпечення пожежної безпеки на будівельних майданчиках

Мета. Метою даної роботи є дослідження проблеми забезпечення пожежної безпеки на будівельних майданчиках. Наявність на об'єктах будівництва значної кількості горючих речовин і матеріалів, рідин і газів, що зберігаються, транспортуються і використовуються в різних технологічних процесах, створює потенційну небезпеку виникнення

пожеж і вибухів. Наявні протипожежні системи не завжди здатні забезпечити пожежну безпеку на будівельному майданчику як у підготовчий період, так і під час виконання будівельно-монтажних робіт.

Методи дослідження. Під час вивчення, систематизації та узагальнення причин виникнення пожежі на будівельних майданчиках використано аналіз досліджень і публікацій, цільове натурне обстеження об'єктів будівництва.

Наукова новизна. Шляхом аналізу чинників, що спричиняють пожежі на будівельних майданчиках, виділено та систематизовано основні етапи формування системи пожежної безпеки в умовах будівництва і запропоновано порядок розробки комплексу протипожежних заходів і засобів щодо забезпечення потрібного рівня пожежної безпеки.

Практична значимість. Основні висновки та результати роботи можуть бути використані проектними організаціями при розробленні заходів пожежної безпеки на стадії проектування, а також будівельними організаціями під час організації будівельних майданчиків і виробництва будівельно-монтажних робіт.

Результати. Докладно розглянуто наявні горючі речовини і матеріали на будівельних майданчиках, їх пожежонебезпечні і вибухонебезпечні властивості, джерела запалювання, роботи з підвищеною пожежною небезпечкою, інші чинники та визначено причини виникнення пожеж на будівельних майданчиках, що дає можливість уніфікувати і регламентувати порядок розробки протипожежних заходів.

Ключові слова: будівельний майданчик, пожежна безпека, горючі речовини і матеріали, джерела запалювання причини пожеж, протипожежні заходи.

Шаповалов В.А. Обеспечение пожарной безопасности на строительных площадках

Цель. Целью данной работы является исследование проблемы обеспечения пожарной безопасности на строительных майданчиках. Наличие на объектах строительства значительного количества горючих веществ и материалов, жидкостей и газов, сохраняются, транспортируются и используются в различных технологических процессах, создает потенциальную опасность возникновения пожаров и взрывов. Имеющиеся противопожарные системы не всегда способны обеспечить пожарную безопасность на строительной площадке как в подготовительный период, так и во время выполнения строительно-монтажных работ.

Методы исследования. Во время изучения, систематизации и обобщения причин возникновения пожара на с-ных площадках использован анализ исследований и публикаций, целевое натурное обследование объектов строительства.

Научная новизна. Путем анализа факторов, вызывающих пожары на строительных площадках, выделены и систематизированы основные этапы формирования системы пожарной безопасности в условиях строительства и предложен порядок разработки комплекса противопожарных мероприятий и средств по обеспечению требуемого уровня пожарной безопасности.

Практическая значимость. Основные выводы и результаты работы могут быть использованы проектными организациями при разработке мероприятий пожарной безопасности на стадии проектирования, а также строительными организациями при организации строительных площадок и производства строительно-монтажных работ.

Результаты. Подробно рассмотрены имеющиеся горючие вещества и материалы на строительных площадках, их пожаро-опасные и взрывоопасные свойства, источники зажигания, работы с повышенной пожарной опасностью, другие факторы и определены причины возникновения пожаров на строительных площадках, что дает возможность унифицировать и регламентировать порядок разработки противопожарных мероприятий.

Ключевые слова: строительная площадка, пожарная безопасность, горючие вещества и материалы, источники зажигания причины пожаров, противопожарные мероприятия.

Shapovalov V. A. Fire safety on construction sites

Goal. The aim of this work is to study the problem of fire safety on construction Maidani key. The presence at construction sites substantial quantities of combustible materials, liquids and gases retain Xia, transported and used in various technological processes, creates the risk of a penetration-who fires and explosions. The fire-safety systems are not always able to provide fire safety on the construction site as in the preparatory period and during the execution of construction works.

Research methods. During the study, systematization and generalization of the causes of fire on a C-tion sites used in the analysis of researches and publications, targeted field surveys of construction sites.

Scientific novelty. By analyzing the factors that cause fires on construction sites, selected and systematized the main stages of formation of system of fire safety in terms of construction and the proposed procedure for the development of complex fire prevention measures and means to ensure the required level of fire safety.

Practical significance. The main conclusions and results can be used by project organizations in the development of measures of fire safety at the design stage, and construction organizations in the organization of building sites and construction works.

Results. Considered in detail the available combustible substances and materials on construction sites, their fire-hazardous and explosion hazards, ignition sources, increased fire hazard, and other factors and determined the causes of fires on construction sites that gives the opportunity to unify and regulate the development of fire prevention measures.

Keywords: construction site, fire safety, flammable substances and materials, sources of ignition causes of fires, fire prevention measures.

УДК 621.77.

Чубенко В.А., Хіноцька А.А., Чубенко В. Дослідження об'єму осередку деформації та часу перебування металу в ньому при валковій розливці сталі для виготовлення тонких смуг

Мета. Метою даної роботи є дослідження змін величини об'єму осередку деформації та часу перебування в ньому металу в залежності від режимів обтиснення для визначення чинників, що дозволяють збільшити продуктивність виробництва.

Методи дослідження. Теоретичне дослідження виконувалось на основі фундаментальних положень фізики, теорії прокатування, динаміки, термодинаміки та кінематики процесу. Використовувалися результати дослідження валко-

вої розливки сталі для виготовлення тонких смуг. Розроблено нову методику дослідження осередку деформації, який утворюється у валках-кристалізаторах при обтисненні у ливарно-прокатних клітках.

Наукова новизна. Удосконалено та вперше застосовано формули з визначення об'єму осередку деформації та часу перебування металу в ньому для процесу суміщення лиття-прокатування в умовах м'якого обтиснення, що дозволило виявити залежність досліджуємих параметрів від режимів деформації та визначити шляхи досягнення раціональних параметрів.

Практична значимість. Отримані залежності об'єму осередку деформації та часу перебування металу в ньому від режимів обтиснення для умов валкової розливки сталі з метою виготовлення тонких смуг, що дозволило визначити вплив режимів обробки на продуктивність процесу та можливість зовнішнього впливу на збільшення випуску продукції.

Результати. Запропоновано методику визначення об'єму осередку деформації та часу перебування металу в ньому, де видно ступінь впливу на осередок деформації режимів обробки та розмірів виробу. При збільшенні розмірів смуги збільшується об'єм осередку деформації та час перебування в ньому, при збільшенні величини обтиснення та кута захоплення – зменшуються. При зростанні деформації збільшується кут захоплення, але зменшується кінцева товщина смуги, що і зменшує об'єм осередку деформації та час перебування металу в ньому, який досягає для заданих параметрів при валковій розливці: 2,73-3,41 хв. Це свідчить про те, що в порівнянні зі звичайним прокатуванням процес суттєво уповільнюється. Але це не зменшує продуктивність виробництва через скорочення кількості операцій та обладнання. Для збільшення темпів виготовлення продукції потрібно збільшити величини осередку деформації. Як дослідження показало, це можливо при зменшенні величини обтиснення або збільшенні початкової висоти при незмінних інших параметрах.

Ключові слова: валкова розливка, осередок деформації, об'єм, час перебування металу, продуктивність, режими деформації, обтиснення, розміри смуги, кут захоплення.

Чубенко В.А., Хиноцкая А.А., Чубенко В. Исследование объема очага деформации и времени нахождения металла в нем при валковой разливке стали для изготовления тонких полос

Цель. Целью данной работы является исследование изменений величины объема очага деформации и времени нахождения в нем в зависимости от режимов обжатия для определения факторов, которые позволяют увеличить производительность производства.

Методы исследования. Теоретические исследования выполнялись на основе фундаментальных положений физики, теории прокатки, динамики, термодинамики и кинематики процесса. Использовались результаты исследования валковой разливки стали для изготовления тонких полос. Разработана новая методика исследования очага деформации, который образуется в валках-кристаллизаторах при обжатии в литейно-прокатных клетях.

Наукова новизна. Усовершенствовано и впервые использовано формулы для определения объема очага деформации и времени нахождения в нем для процесса совмещения литья-прокатки в условиях мягкого обжатия, что позволило выявить зависимость исследуемых параметров от режимов деформации и определить пути достижения оптимальных параметров.

Практическая значимость. Получены зависимости объема очага деформации и времени нахождения металла в нем от режимов обжатия для условий валковой разливки стали с целью изготовления тонких листов, что позволило определить влияние режимов обработки на производительность процесса и возможность внешнего влияния на увеличение выпуска продукции.

Результаты. Предложено методику определения объема очага деформации и времени нахождения металла в нем, где видно степень влияния на очаг деформации режимов обработки и размеров изделия. При увеличении размеров полосы увеличивается объем очага деформации и время нахождения в нем, при увеличении величины обжатия и угла захвата – уменьшается. При увеличении деформации увеличивается угол захвата, но уменьшается конечная толщина полосы, что и уменьшает объем очага деформации и время нахождения металла в нем, которое достигает для заданных параметров при валковой разливке: 2,73-3,41. Это свидетельствует о том, что в сравнении с обычным прокатыванием процесс существенно замедляется. Но это не уменьшает производительность производства через сокращение количества операций и оборудования. Для увеличения темпов изготовления продукции необходимо увеличить величину очага деформации. Как показало исследование, это возможно при уменьшении начальной высоты при постоянстве других параметров.

Ключевые слова: валковая разливка, очаг деформации, объем, время нахождения металла, производительность, режими деформации, обжатие, размеры полосы, угол захвата.

Chubenko V.A., Khinotska A.A., Chubenko V. Investigation of the volume of the deformation focus and the time of finding the metal in it during the casting of steel for the production of thin strips

Goal. The purpose of this paper is to study the changes in the volume of the deformation focus and the time it takes in it, depending on the compression regimes, to determine the factors that allow increasing the productivity of production.

Research methods. Theoretical studies were performed on the basis of the fundamental principles of physics, the theory of rolling, dynamics, thermodynamics and kinematics of the process. The results of the study of steel casting for the production of thin strips were used. A new technique for studying the focus of deformation is developed, which is formed in rolls-crystals during compression in casting-rolling stands.

Science novelty. The formulas for determining the volume of the deformation focus and the time spent in it for the casting-rolling combination process under conditions of soft compression have been improved and used for the first time, which made it possible to reveal the dependence of the parameters under study on the deformation modes and to determine the ways of achieving optimal parameters.

Practical significance. Dependences of the volume of the deformation center and the time of finding the metal in it from compression regimes for the conditions of steel casting for the purpose of producing thin sheets have been obtained, which made it possible to determine the influence of processing regimes on the productivity of the process and the possibility of external influence on the increase in output.

Results. A technique for determining the volume of the deformation focus and the time of finding the metal in it is proposed, where the degree of influence of the treatment regimes and product dimensions on the deformation focus is evident. As the size of the strip increases, the volume of the deformation zone increases and the time it takes to stay in it decreases with increasing crimping and grasping angle. As the deformation increases, the capture angle increases, but the final thickness of the strip decreases, which reduces the volume of the deformation center and the time of the metal in it, which reaches the specified parameters for roll casting: 2.73-3.41. This indicates that in comparison with the rolling process, the process is essentially decelerated. But this does not reduce the productivity of production by reducing the number of operations and equipment. To increase the pace of production, it is necessary to increase the magnitude of the deformation focus. As the study showed, it is possible with a decrease in the initial visibility with the constancy of other parameters.

Key words: roll casting, deformation center, volume, metal residence time, productivity, deformation modes, compression, strip dimensions angle of grip.

УДК 681.5.015

Кондратець В.О., Мацуй А.М. Динамічна корекція розрідження пульпи та завантаження кульового млина при зміні крупності руди

Мета. Метою роботи є розробка підходу динамічної корекції розрідження пульпи і завантаження кульового млина при зміні крупності руди.

Методи дослідження. Задача розв'язувалася теоретичними методами описання процесу подрібнення та експериментальними методами уточнення теоретичних результатів.

Наукова новизна. Наукова новизна полягає в тому, що вперше запропоновано підхід динамічного коректування завантаження кульового млина рудою і розрідження пульпи в ньому в умовах зміни середньої крупності вихідного живлення.

Практична значимість. Показано, що продуктивність кульового млина можливо визначати за формулою з уточненим в промисловому дослідженні коефіцієнтом, виміряною середньою крупністю руди та відомою середньою крупністю подрібненого матеріалу. Визначена за запропонованою залежністю відповідно середній крупності дробленого матеріалу, погонному навантаженню руди та швидкості руху конвеєрної стрічки рухома площа поверхні дробленого матеріалу, помножена на умовну товщину водяної плівки на новому твердому, встановлену в промисловому експерименті, дає витрату води у кульовий млин. Така витрата води створює за будь-якої середньої крупності подрібнюваного матеріалу оптимальне розрідження пульпи у технологічному агрегаті, що гарантує отримання максимального виходу готового продукту. Практична значимість отриманих результатів вагома, оскільки суттєво зростає продуктивність кульового млина і не допускається перевитрата електричної енергії, куль і футеровки та зменшується втрата корисного компоненту.

Результати. Запропонований підхід динамічної корекції стану рідкого матеріалу в кульовому млині, що подрібнює конкретний технологічний різновид руди, в умовах зміни крупності вихідного живлення базується на класичній теорії, що розглядає продуктивність технологічного агрегату у водоспадному режимі роботи, основні положення якої багаторазово підтверджувалися експериментально. Це засвідчує достовірність отриманих результатів. Крім того, зв'язок розрідження пульпи в кульових млинах при зміні середньої крупності неодноразово перевірявся в дослідженнях і на практиці. Зростання площі поверхні дробленого матеріалу при зменшенні його середньої крупності підтверджено теоретично на матеріалі сферичної форми незмінного розміру. Це також доведено і у випадку дробленого матеріалу через коефіцієнт розпушення. Точне значення коефіцієнта залежності продуктивності кульового млина від середньої крупності подрібнюваного матеріалу визначається за даними промислового експерименту.

Ключові слова: кульовий млин, корекція, завантаження, розрідження

Кондратец В.А., Мацуй А.Н. Динамическая коррекция разжижения пульпы и загрузки шаровой мельницы при изменении крупности руды

Цель. Целью работы является разработка подхода динамической коррекции разжижения пульпы и загрузки шаровой мельницы при изменении крупности руды.

Методы исследования. Задача решалась теоретическими методами описания процесса измельчения и экспериментальными методами уточнения теоретических результатов.

Научная новизна. Научная новизна заключается в том, что впервые предложен подход динамического корректирования загрузки шаровой мельницы рудой и разжижения пульпы в ней в условиях изменения средней крупности исходного питания.

Практическая значимость. Показано, что продуктивность шаровой мельницы возможно определять по формуле с уточненным путем исследования в промышленных условиях коэффициентом, измеренной средней крупностью руды и известной средней крупностью измельченного материала. Определена по предложенной зависимости в соответствии со средней крупностью дробленого материала, погонной нагрузкой руды и скоростью движения конвейерной ленты движущаяся площадь поверхности дробленого материала, умноженная на условную толщину водяной пленки на новом твердом, установленную в промышленном эксперименте, дает расход воды в шаровую мельницу. Этот расход воды создает при любой средней крупности измельчаемого материала оптимальное разжижение пульпы в технологическом агрегате, что гарантирует получение максимального выхода готового продукта. Практическая значимость полученных результатов весомая, поскольку существенно возрастает производительность шаровой мельницы и не допускается перерасход электрической энергии, шаров и футеровки, а также уменьшается потеря полезного компонента.

Результаты. Предложенный подход динамической коррекции состояния жидкого материала в шаровой мельнице, которая измельчает конкретную технологическую разновидность руды, в условиях изменения крупности исходного питания базируется на классической теории, которая рассматривает продуктивность технологического агрегата в водопадном режиме работы, основные положения которой многократно подтверждались экспериментально. Это свидетельствует о достоверности полученных результатов. Кроме того, связь разжижения пульпы в шаровых мельницах при изменении средней крупности неоднократно проверялась в исследованиях и на практике. Увеличение

площади поверхности дробленого материала при уменьшении его средней крупности подтверждено теоретически на материале сферической формы неизменного размера. Это также доказано и в случае дробленого материала через коэффициент разрыхления. Точное значение коэффициента зависимости продуктивности шаровой мельницы от средней крупности измельченного материала определяется в соответствии с данными промышленного эксперимента.

Ключевые слова: шаровая мельница, коррекция, крупность, загрузка, разжижение

Kondratets V., Matsui A. Dynamic correction of pulp liquefaction and ball mill loading when the ore size is changed

Purpose. The aim of the work is to develop a dynamic correction approach for pulp liquefaction and ball mill loading when the ore size is changed.

Methods of research. The problem was solved by theoretical methods of describing the grinding process and by experimental methods of refining the theoretical results.

Scientific novelty. Scientific novelty lies in the fact that an approach is proposed for dynamic correction of ball mill loading and pulp liquefaction in it under conditions of a change in the average size of the initial feed is proposed for the first time.

Practical significance. It is shown that the productivity of a ball mill can be determined by a formula with a refinement by an investigation in industrial conditions with a coefficient, measured by the average ore size and known average fineness of the crushed material. Based on the proposed dependence in accordance with the average size of the crushed material, the linear load of the ore and the speed of movement of the conveyor belt, the moving surface area of the crushed material multiplied by the conventional thickness of the water skin on the new solid, established in the industrial experiment, gives the water flow to the ball mill. This water flow creates, at any average fineness of the material to be crushed, optimum pulp liquefaction in the process unit, which guarantees the maximum productivity of the finished product. The practical significance of the results obtained is significant, since the productivity of the ball mill is substantially increased and the overexpenditure of electrical energy, balls and lining is not allowed, and the loss of the useful component is also reduced.

Results. The proposed approach to the dynamic correction of the state of liquid material in a ball mill, which grinds a particular technological variety of ore, under the conditions of a change in the size of the initial feed, is based on the classical theory that considers the productivity of a process unit in the waterfall mode of operation, the main provisions of which have been repeatedly confirmed experimentally. This indicates the reliability of the results obtained. In addition, the relationship of pulp liquefaction in ball mills with a change in mean size has been repeatedly tested in studies and in practice. The increase in the surface area of the crushed material with a decrease in its average size has been confirmed theoretically on a material of a spherical shape of an unchanged size. This is also proved in the case of crushed material through a loosening factor. The exact value of the coefficient of dependence of the productivity of the ball mill on the average size of the crushed material is determined in accordance with the data of the industrial experiment.

Keywords: ball mill, correction, size, loading, dilution

УДК 621.365.5, 621.314.5

Морозов Д. И. Распределение мощностей индукторов в установках зонного нагрева ферромагнитных заготовок

Цель работы. Исследование вариантов питания индукторов в установках зонного нагрева с использованием изменения ферромагнитных свойств материала заготовок при различных температурах.

Методы исследования. На основании зависимостей активного и индуктивного сопротивлений от температуры магнитной заготовки параллельной схемы замещения индуктора и зависимостей добротности от температуры определялись параметры схем замещения четырех индукторов установки зонного индукционного нагрева. На схемотехнической модели силовой части индукционной установки с питанием индукторов от одного преобразователя с параллельным включением индукторов определялось значение мощностей.

Научная новизна. Мощность индукторов природным образом, согласно свойствам материала заготовок, распределяется так, что заготовка с меньшей температурой потребит на нагрев большую мощность. Такое естественное распределение мощностей может использоваться в установках зонного нагрева. Однако для более точного нагрева необходимо иметь возможность регулировать мощность индукторов последних ступеней.

Результаты. Параметры эквивалентных электрических схем замещения изменяются таким образом, что при включении индукторов параллельно и питании их от одного преобразователя частоты мощности, потребляемые индукторами, при увеличении температуры уменьшаются. Однако для обеспечения оптимального распределения мощностей и точного нагрева индукторы последних ступеней должны иметь или другую конструкцию, с увеличенным числом витков, или получать питание от отдельного преобразователя частоты.

Практическое значение. В установках зонного индукционного нагрева первые индукторы могут быть одинаковыми и получать питание от одного преобразователя, а значит, количество преобразователей может быть меньше количества индукторов.

Ключевые слова: индуктор, зонный нагрев, схема замещения, модель, мощность.

Морозов Д. І. Розподіл потужностей індукторів в установках зонного нагріву феромагнітних заготовок

Мета роботи. Дослідження варіантів живлення індукторів в установках зонного нагріву з використанням зміння феромагнітних властивостей матеріалу заготовок при різних температурах.

Методи дослідження. На підставі залежностей активного і індуктивного опорів від температури магнітної заготовки паралельної схеми заміщення індуктора і залежностей добротності від температури визначалися параметри схем заміщення чотирьох індукторів установки зонного індукційного нагріву. На схемотехнічній моделі силових частин індукційної установки з живленням індукторів від одного перетворювача з паралельним включенням індукторів визначалося значення потужностей.

Наукова новизна. Потужність індукторів природним чином, відповідно до властивостей матеріалу заготовок, розподіляється так, що заготовка з меншою температурою спожатиме на нагрів більшу потужність. Таке природне розподілення потужностей може використовуватися в установках зонного нагріву. Однак для більш точного нагріву необхідно мати можливість регулювати потужність індукторів останніх ступенів.

Результати. Параметри еквівалентних електричних схем заміщення змінюються таким чином, що при включенні індукторів паралельно і живленні їх від одного перетворювача частоти потужності, споживані індукторами, при збільшенні температури зменшуються. Однак для забезпечення оптимального розподілу потужностей і точного нагріву індуктори останніх ступенів повинні мати або іншу конструкцію, зі збільшеним числом витків, або мати живлення від окремого перетворювача частоти.

Практичне значення. В установках зонного індукційного нагріву перші індуктори можуть бути однаковими і можуть мати живлення від одного перетворювача, а значить, кількість перетворювачів може бути меншою за кількість індукторів.

Ключові слова: індуктор, зонний нагрів, схема заміщення, модель, потужність.

Morozov D. I. Power division of inductors in plants for zone heating of ferromagnetic billets

Objective. Study of variants power supply of inductors in the zone heating plants taking into account the change in the ferromagnetic properties of the billet material at various temperatures.

Methods of research. The parameters of the replacement circuits for the four inductors of the zone induction heating plant were determined from the dependences of the active and inductive resistances of the parallel circuit of the inductor replacement on the temperature of the magnetic workpiece and the Q-factor on the temperature. The values of the powers of the inductors with parallel connection to one converter were determined using a circuit-based model of the power part of the induction plant.

Scientific novelty. The power of the inductors is naturally distributed according to the properties of the material of the preforms so that the preform with a lower temperature will take more power for heating. Such a natural power division can be used in zone heating plants. For more accurate heating it is necessary to be able to adjust the power of the inductors of the last zones.

Results. The parameters of the equivalent electrical substitution circuits change in such a way that when the inductors are switched in parallel and fed from one frequency converter, the power of the inductors decreases with increasing temperature. To ensure optimum division of power and precise heating, the inductors of the last zones must have either another design, with an increased number of turns, or be powered by a separate frequency converter.

Practical significance. In zone induction heating plants, the first inductors can be the same and receive power from one converter. The number of converters can be less than the number of inductors.

Key words: inductor, zone heating, replacement circuit, model, power.