Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0424U000123

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 17-05-2024

Статус: Підтверджена МОН

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ МОН України від 02.10.2024 № 1415

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Швець Дмитро Валерійович
2. Dmytro Shvets

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5126-6405

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 05.13.07

Назва наукової спеціальності: Автоматизація процесів керування

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 20-06-2024

Спеціальність за освітою: Програмне забезпечення систем

Місце роботи здобувача: Криворізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 37664469

Місцезнаходження: ул. Віталія Матусевича, буд. 11, Кривий Ріг, Криворізький р-н., 50027, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 09.052.03

Повне найменування юридичної особи: Криворізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 37664469

Місцезнаходження: ул. Віталія Матусевича, буд. 11, Кривий Ріг, Криворізький р-н., 50027, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Криворізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 37664469

Місцезнаходження: ул. Віталія Матусевича, буд. 11, Кривий Ріг, Криворізький р-н., 50027, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 53.81.29, 59.35.35, 38.41.25

Тема дисертації:

1. Автоматизоване керування процесом подрібнення залізистих кварцитів з визначенням їх властивостей ядернофізичними та магнітометричними методами

2. Automated control of ferruginous quartzites grinding process with determination of its properties using nuclear-physical and magnetometric methods

Реферат/анотація:

1. У дисертаційній роботі, яка є завершеною науково-дослідною роботою, вирішено актуальне наукове завдання дослідження та розробки методів автоматизації технологічного процесу подрібнення залізорудної сировини на основі визначення її хіміко-мінералогічних властивостей з використанням методів оперативного контролю. Вперше запропоновано синергію ядернофізичних та магнітометричних методів контролю вмісту заліза у вхідній залізорудній сировині, що дозволяє отримувати дані про вміст як магнітного, так і загального заліза в руді, та підвищує інформативність технологічного процесу подрібнення. Об'єкт дослідження – процес автоматизованого керування першою стадією технологічного процесу подрібнення залізорудної сировини рудозбагачувальної фабрики. Мета дисертаційної роботи – підвищенні ефективності переробки залізорудної сировини на першій стадії технологічного процесу подрібнення на основі побудови системи автоматизованого керування процесом переробки залізорудної сировини шляхом

оперативного контролю хіміко-мінералогічних властивостей залізорудної сировини в умовах їх стохастичності з використанням ядернофізичних та магнітометричних методів. Для вирішення поставлених завдань у праці використані: аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду; систематизація наявних підходів та методів оптимізації технологічного процесу подрібнення залізорудної сировини для обґрунтування актуальності, мети та завдань дослідження; методи математичної статистики для опрацювання результатів експериментів; методи системного аналізу та методи оптимального керування при розробленні алгоритмів керування технологічним процесом подрібнення залізорудної сировини; комп'ютерні інформаційні технології для моделювання технологічного процесу подрібнення з використанням апарату нечіткої логіки. Розроблено математичну модель I стадії технологічного процесу подрібнення залізорудної сировини з урахуванням властивостей залізної руди – вмісту корисного компоненту і її міцності. Запропонована математична модель дозволяє враховувати стан протікання технологічного процесу подрібнення залізорудної сировини та дає можливість враховувати час транспортного запізнення перероблюваної руди. Мультиплікативна структура моделі дозволяє забезпечити її структурну стійкість при випадкових збуреннях змінних, а також дає можливість додавання нових змінних при використанні нових датчиків та пристроїв контролю технологічного процесу подрібнення. Проведено моделювання I стадії технологічного процесу подрібнення залізорудної сировини із застосуванням теоретико-імовірнісного підходу, що дало можливість оцінити імовірнісні властивості вихідних змінних I стадії технологічного процесу подрібнення залізорудної сировини, пов'язавши їх із стохастичністю властивостей ЗРС, що надходить на переробку. Розроблено інформаційно-вимірювальну систему оперативного контролю хіміко-мінералогічних властивостей залізорудної сировини та керування I стадією технологічного процесу подрібнення рудозбагачувальної фабрики ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», яка дозволяє стабілізувати щільнісні характеристики зливу класифікатора, зменшити до 2,7% втрати заліза у хвости збагачення на першій стадії магнітної сепарації, зменшити коливання вмісту заліза в концентраті до 3,5%, що дає можливість підвищити якість концентрату на 1%/ Розроблений комплекс науково-технічних рішень дозволяє забезпечити виконання вимог, що встановлюються до кінцевого продукту рудозбагачувальних фабрик – залізорудного концентрату – підвищення його якості за рахунок стабілізації щільності зливу класифікатора і зменшення коливання вмісту заліза в промпродукті.

2. The dissertation presents completed scientific research that addresses the pressing task of developing methods to automate the technological process of grinding iron ore raw materials. This was achieved by determining the chemical and mineralogical properties of the materials through methods of operational control. For the first time, the synergy between nuclear physics and magnetometric methods for controlling iron content in the initial iron ore raw material is proposed. This approach allows for the acquisition of data on both the magnetic and total iron content in the ore, thereby increasing the informational value of the grinding process. The object of the dissertation is the process of automated control at the first stage of the grinding process of iron ore raw materials at an ore dressing plant. The purpose of the dissertation is to enhance the efficiency of iron ore processing during the initial grinding stage. This is achieved by developing an automated control system that manages the processing of iron ore raw materials through operational control of their chemical and mineralogical properties, considering their stochastic nature using nuclear physics and magnetometric methods. To address these tasks, the following approaches were employed: analysis of domestic and foreign experiences; systematization of existing approaches and optimization methods for the grinding process to substantiate the relevance, purpose, and objectives of the study; use of mathematical statistics methods for processing experimental results; application of system analysis and optimal control methods in the development of control algorithms for the grinding process; and the use of computer information technologies for modeling the grinding process using fuzzy logic. A mathematical model of the first stage of the technological process of iron ore raw materials grinding has been developed, taking into account the properties of iron ore, i.e., the content of a useful component and its strength. The proposed mathematical model accommodates the state of the technological process of iron ore raw materials grinding and makes it possible to take into account the time of transportation delay of the processed ore. The multiplicative structure of the model ensures its structural stability under random perturbations of variables and also makes it

possible to add new variables when using new sensors and devices for monitoring the grinding process state. Modeling of the first stage technological process of iron ore raw materials grinding using a theoretical and probabilistic approach made it possible to estimate the probabilistic properties of the output variables of the first stage technological process of iron ore raw materials grinding, linking them to the stochasticity of the properties of iron ore raw materials fed for processing. Information and measuring system for operational control of chemical and mineralogical properties of iron ore raw materials and control of the first stage of the grinding process at the ore dressing plant of PJSC ArcelorMittal Kryvyi Rih was developed, which allows stabilizing the density characteristics of the classifier drain, reducing iron losses in the tailings at the first stage of magnetic separation by up to 2.7%, and reducing fluctuations in the iron content in the concentrate by up to 3.5%, which makes it possible to improve the quality of the concentrate by 1%. The developed set of scientific and technical solutions makes it possible to meet the requirements set for the end product of ore processing plants - iron ore concentrate - by improving its quality by stabilizing the density of the classifier drain and reducing fluctuations in the iron content of the middlings.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0118U000120, 0120U102310

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Azaryan A., Gritsenko A., Trachuk A., Shvets D. Development of the method to operatively control quality of iron ore raw materials at open and underground extraction. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 5, № 5(95). P. 13–19. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.144003. (SCOPUS)
- 2. Azaryan A., Gritsenko A., Trachuk A., Serebrenikov V., Shvets D. Using the intensity of absorbed gamma radiation to control the content of iron in ore. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol. 3, № 5(99). P. 29–35. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.170341. (SCOPUS)
- 3. Швець Д. В. Синтез математичної моделі технологічного процесу подрібнення залізорудної сировини з урахуванням її хіміко-мінералогічних характеристик на рудозбагачувальних фабриках. Гірничий вісник. 2020. № 107. С. 83–90. URL: https://doi.org/10.31721/2306-5435-2020-1-107-83-90.
- 4. Shvets D. V. Theoretical-probability approach to analyse the iron ore grinding process. Гірничий вісник. 2021. № 109. С. 111–117. URL: https://doi.org/10.31721/2306-5435-2021-1-109-111-117.
- 5. Shvets D. V. Iron ore grinding process at the concentrating plant under fuzzy and incomplete parameters. Вісник Криворізького національного університету. 2021. № 53. С. 163–169. URL: https://doi.org/10.31721/2306- 5451-2022-1-53-163-169.
- 6. Швець Д. В. Автоматизоване керування процесами подрібнення і класифікації залізорудної сировини на основі визначення її міцності. Гірничий вісник. 2022. № 110. С. 146–150. URL: https://doi.org/10.31721/2306-5435-2022- 1-110-146-150.
- 7. Shvets D. V. Mathematical model for controlling the classification process of crushed iron raw materials using fuzzy logic. Вісник Криворізького національного університету. 2022. № 55. С. 156–163. URL: https://doi.org/10.31721/2306-5451- 2022-1-55-156-163.
- 8. Азарян А. А., Швець Д. В., Карабут Н. О. Шляхи підвищення точності контролю якості мінеральної сировини гамма-гамма методом. Розвиток промисловості та суспільства : матеріали міжнар. наук.-техн. конф., м. Кривий Ріг. 2020. С. 256.

- 9. Азарян А. А., Швець Д. В., Карабут Н. О. Розробка математичної моделі технологічного процесу подрібнення залізорудної сировини на рудозбагачувальних фабриках. Science, society, education: topical issues and development prospects : Abstracts of the 5th International scientific and practical conference. Харків, 2020. С. 21–27.
- 10. Азарян А. А., Швець Д. В., Карабут Н. О., Крапивний Н. С. Підвищення точності гамма-методу для визначення хіміко-мінералогічних характеристик залізорудної сировини. Modern Science And Practice : Abstracts of XV International Scientific and Practical Conference, Varna. 2020. С. 274–276.
- 11. Швець Д. В., Карабут Н. О., Крапивний Н. С., Азарян А. А. Розробка математичної моделі взаємодії гамма-випромінювання з залізорудною сировиною для визначення її хіміко-мінералогічних характеристик. Наука, освіта, суспільство очима молодих : XIII Міжнар. науково-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих науковців, м. Рівне, 26 трав. 2020 р. С. 299–300.
- 12. Швець Д. В. Формалізація структури математичної моделі першої стадії технологічного процесу переробки залізної руди з урахуванням нечітких параметрів. Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі (KICM) : XVI Всеукр. науково-практ. конф., м. Кривий Ріг, 2023. С. 240–241.
- 13. Shvets D. V. Analysis of operational control methods of iron ore chemical and mineralogical characteristics. Розвиток промисловості та суспільства : матеріали міжнар. наук.-техн. конф., м. Кривий Ріг, 24–26 трав. 2023 р. С. 250.
- 14. Azaryan A., Pikilnyak A., Shvets D. Complex automation system of iron ore preparation for beneficiation. Metallurgical and Mining Industry. 2015. № 8. P. 64–66. URL: https://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english- edition/MMI_2015_8/ 011Azaryan.pdf. (SCOPUS)
- 15. Швець Д. В. Розробка системи стабілізації масової долі заліза магнітного у зливі класифікатора та дослідження можливості автоматизації процесу подрібнення залізної руди та підготовки її до збагачення. Якість мінеральної сировини. Кривий Ріг, 2014. С. 252–264.
- 16. Azaryan A. A., Gritsenko A. N., Trachuk A. A., Serebrenikov V. M., Shvets D. V. Model of absorbed gamma radiation in the interaction with rock formation. IAES International Journal of Robotics and Automation (IJRA). 2019. Vol. 8. №. 4. P. 269. URL: https://doi.org/10.11591/ijra.v8i4.pp269-276.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища; економія матеріалів; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

1. Спосіб автоматичного керування одностадійним циклом мокрого подрібнення : пат. 109981 Україна : МПК B02C 25/00. № u201601062 ; заявл. 08.02.2016 ; опубл. 26.09.2016, Бюл. № 18. 4 с. 2. Спосіб автоматичного керування одностадійним циклом мокрого подрібнення : пат. 118091 Україна : МПК B02C 25/00. № u201700121 ; заявл. 03.01.2017 ; опубл. 25.07.2017, Бюл. № 14. 4 с. 3. Спосіб автоматичного керування процесом подрібнювання магнетитових руд у залежності від їх міцності : пат. 129934 Україна : МПК B02C 25/00. № u201803495 ; заявл. 02.04.2018 ; опубл. 26.11.2018, Бюл. № 22. 2 с. 4. Пристрій оперативного контролю крупності магнетиту у пульпі : пат. 146595 Україна : МПК G01N 27/72, G01R 33/12. № u202006708 ; заявл. 19.10.2020 ; опубл. 04.03.2021, Бюл. № 9. 2 с. 5. Спосіб автоматичного керування одностадійним циклом мокрого подрібнення магнетитових руд : пат. 154013 Україна : МПК B02C 25/00. № u202301387 ; заявл. 03.04.2023 ; опубл. 28.09.2023, Бюл. № 39. 3 с.

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0118U000120, 0120U102310

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Азарян Альберт Арамаісович

2. Albert A. Azaryan

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.15.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0892-8332

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Криворізький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 37664469

Місцезнаходження: ул. Віталія Матусевича, буд. 11, Кривий Ріг, Криворізький р-н., 50027, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кондратець Василь Олександрович

2. Vasyl Kondratets

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1411-168X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Центральноукраїнський національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 02070950

Місцезнаходження: просп. Університетський, буд. 8, Кропивницький, Кропівницький р-н., 25006, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Алексєєв Михайло Олександрович

2. Mykhaylo Aleksyeyev

Кваліфікація: д.т.н., проф., 05.13.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8726-7469

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070743

Місцезнаходження: проспект Дмитра Яворницького, буд. 19, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Купін Андрій Іванович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Купін Андрій Іванович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Худик Микола Валентинович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна