

Розробка методів та засобів діагностування енергоефективності стаціонарних установок для створення системи енергоменеджменту гірничовидобувних підприємств

Разработка методов и средств диагностирования энергоэффективности стационарных установок для создания системы энергоменеджмента горнодобывающих предприятий

Development of methods and means of diagnosing of efficiency of fixed installations to create energy management systems mining companies

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0115U002333,**
- 2. Науковий керівник – д.т.н., проф. Розен В.П., Розен В.П., Rozen V.P.**
- 3. Суть розробки, основні результати.**
(укр.)

Розроблено комплексний підхід до проблеми оптимізації електроспоживання, підвищення рівня енергоефективності та стійкості функціонування найбільш енергоємних споживачів гірничовидобувних підприємств – шахтних стаціонарних установок шляхом застосування засобів діагностування їх енергоефективності, енергозберігаючих систем електропривода, засобів регулювання якості електроенергії та запровадження технологічних заходів щодо її економії. Розроблено алгоритми, енергетичні моделі та методики функціонального діагностування енергоефективності шахтних стаціонарних установок з синхронними та асинхронними двигунами, які за результатами вимірювань експлуатаційних параметрів дозволяють визначити в реальному часі їх технічний і енергетичний стан. Запропоновано принцип побудови ефективної системи енергоменеджменту для енергоємного гірничовидобувного підприємства. Розроблено організаційно-інформаційний апарат, що використовує енергоменеджер, досліджено можливості інформаційного забезпечення системи енергоменеджменту. Розроблено методику та програмний продукт, у яких за допомогою експертно-статистичних методів здійснюється вибір сукупності факторів, які впливають на ефективність споживання електричної енергії гірничовидобувними підприємствами. Програмне забезпечення дозволяє аналізувати залежності енергетичних потоків від параметрів гірничовидобувного підприємства (потужності пластів, глибини залягання корисної копалини, технологічного обладнання, транспортування тощо) і може вбудовуватися у програмне забезпечення автоматизованих робочих місць управління енергетичними потоками та технологічними процесами. Це дозволить здійснювати ефективний моніторинг споживання енергії гірничовидобувним підприємством у реальному масштабі часу та формувати енергоефективні режими роботи гірничовидобувного підприємства.

(рос.)

Разработан комплексный подход к проблеме оптимизации электропотребления, повышения уровня энергоэффективности и устойчивости функционирования наиболее энергоемких потребителей горнодобывающих предприятий – шахтных стационарных установок путем применения средств диагностирования их энергоэффективности, энергосберегающих систем электропривода, средств регулирования качества электроэнергии и внедрения технологических мероприятий по ее экономии. Разработаны алгоритмы, энергетические модели и методики функционального диагностирования энергоэффективности шахтных стационарных установок с синхронными и асинхронными двигателями, которые по результатам измерений эксплуатационных параметров позволяют определить в реальном времени их техническое и энергетическое состояние. Предложен принцип построения эффективной системы энергоменеджмента для энергоемкого горнодобывающего предприятия. Разработан организационно-информационный апарат, для использования энергоменеджером, исследованы

возможности информационного обеспечения системы энергоменеджмента. Разработана методика и программный продукт, в которых с помощью экспертно-статистических методов осуществляется выбор совокупности факторов, влияющих на эффективность потребления электрической энергии горнодобывающими предприятиями. Программное обеспечение позволяет анализировать зависимости энергетических потоков от параметров горнодобывающего предприятия (мощности пластов, глубины залегания полезного ископаемого, технологического оборудования, транспортировки и т.п.) и может встраиваться в программное обеспечение автоматизированных рабочих мест управления энергетическими потоками и технологическими процессами. Это позволит осуществлять эффективный мониторинг потребления энергии горнодобывающим предприятием в реальном масштабе времени и формировать энергоэффективные режимы работы горнодобывающего предприятия.

(англ.)

Developed a comprehensive approach to the problem of optimizing energy consumption, improving energy efficiency and sustainability of the most energy-intensive consumers, mining companies and mining installations by applying the means of diagnosing their energy efficiency, energy-saving systems of electric drive control devices, power quality and introduction of technological measures for saving energy. The algorithms developed energy models and methods of functional diagnosing of efficiency of the mine installations with synchronous and asynchronous motors, which are measurements of operational parameters allow to determine in real-time their technical and energy state. Proposed principles of effective energy management systems to energy intensive mining companies. Developed organizational communication apparatus that uses the energy Manager, investigated the possibilities of information support of the energy management system. Developed methods and software which use the expert-statistical methods is the choice of a set of factors affecting the efficiency of electrical energy consumption in mining enterprises. The software allows to analyze the dependence of energy fluxes on the parameters of the mining enterprise (capacity of reservoirs, the depth of the mineral, processing equipment, transportation and the like) and can be integrated into the software of the automated workplaces of management of energy flows and technological processes. This will allow to effectively monitor the energy consumption of the mining enterprise in real time and to form energy-efficient modes of operation of mining enterprises.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Результати розробки відповідають світовому рівню, а комплексний підхід до вирішення проблеми оптимізації електроспоживання, підвищення рівня енергоефективності та стійкості функціонування шахтних стаціонарних установок шляхом застосування засобів діагностування їх енергоефективності, енергозберігаючих систем електропривода, засобів регулювання якості електроенергії та запровадження технологічних заходів щодо її економії не мають аналогів у світовій практиці.

6. Економічна привабливість для просування на ринок.

Вартість реалізації проекту з використанням комплексного підходу до проблеми оптимізації електроспоживання шахтних стаціонарних установок нижча у порівнянні з витратами на реалізацію інших проектів енергозбереження.

Впровадження розроблених технологій та засобів діагностування енергоефективності шахтних стаціонарних установок дозволяє за середнього експлуатаційного терміну їх роботи 10 років зекономити близько 10% електроенергії, що споживається, а також заощадити до 50% коштів на сервіс та ремонт за рахунок підвищення до 10 % коефіцієнта використання та підтримання високого рівня коефіцієнтів корисної дії і потужності, однак на перше місце виходить економія за рахунок ресурсозбереження та оптимізації технологічних процесів.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Розроблені технічні рішення і методики пропонуються до впровадження у відповідних структурних підрозділах та підприємствах Міністерства енергетики та вугільної промисловості України, різних галузях промисловості. Потенційні користувачі: гірничовидобувні підприємства, проектні організації, промислові підприємства, енергосервісні компанії, організації, відомства, заклади освіти (технічні навчальні заклади). Потенційні замовники – Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, Державне підприємство «Державний науково-дослідний, проектно-конструкторський і проектний інститут вугільної промисловості «УКРНДПРОЕКТ».

8. Стан готовності розробки.

Створено схемно-технічні рішення, методики та програмний продукт що дозволяє аналізувати залежності енергетичних потоків від параметрів гірничовидобувного підприємства (потужності пластів, глибини залягання корисної копалини, технологічного обладнання, транспортування тощо) і може вбудовуватися у програмне забезпечення автоматизованих робочих місць управління енергетичними потоками та технологічними процесами. Розроблено методику та програмне забезпечення для оцінки енергетичної та економічної ефективності використання регульованого електропривода шахтних стаціонарних установок. Можлива розробка дослідно-промислових зразків нового устаткування, повністю адаптованих до існуючого силового обладнання шахтних стаціонарних установок і які можуть бути впроваджені у промислове виробництво.

9. Існуючі результати впровадження.

Створено Державні стандарти України «Вимірювання рівня досягнутої/досяжної енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності» й «Вимірювання та верифікація рівня досягнутої/досяжної енергоефективності організацій». Захищено 1 та підготовлено до захисту 2 кандидатські дисертації. Матеріали роботи використано у лекційних курсах: «Енергетичний менеджмент» з новим розділом «Оптимізація електроспоживання електромеханічних систем»; «Системи автоматизованого проектування електротехнічних комплексів» з новим розділом «Автоматизовані комплекси для діагностування»; «Автоматизовані системи управління технологічними процесами» з новим розділом «Проектування автоматизованих систем»; «Інноваційні технології енергозбереження» з новим розділом «Діагностування енергоефективності установок»; «Сучасні методи та технології енергетичного аудиту» з новим розділом «Вдосконалення енергетичних та інформаційних характеристик системи»

10. Назва підрозділу, телефон, E-mail

НТУУ «КПІ», Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, кафедра автоматизації управління електротехнічними комплексами,
204-84-28, auek@ukr.net

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Давиденко Л.В., Давиденко В.А., Розен В.П. Моніторинг ефективності енерговикористання в системах комунального водопостачання: Монографія . – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. – 148 с.
2. В.П.Розен, В.Д.Трифонов, В.В.Слесарев, Д.В.Трифонов. Повышение эффективности использования электроэнергии в шахтных производственных системах. Монография. Днепропетровск, НГУ, НТУУ «КПІ», 2016, 154 с.
3. Соловей О.І., Розен В.П., Плешков П.Г., Серебреніков С.В., Петрова К.Г., Ткаченко В.Ф. Основи ефективного використання електричної енергії в системах

- електроспоживання промислових підприємств: навч. Посіб./ М-во освіти і науки України, Кіров. нац. техн. ун-т. – Черкаси: видавець Чабаненко Ю., 2015. – 316 с.
4. Соловей О.І., Розен В.П., Ситник О.О., Чернявський А.В., Курбака Г.В., Ткаченко В.Ф., Дмитренко І.А. Силкові споживачі електричної енергії: навч. посіб./М-во освіти і науки, Черкас. держ. технол. ун-т, - Черкаси: ФОП Кандич С.Г., 2016. -124 с.
 5. ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT) Енергетичні аудити. Вимоги та настанови їх проведення/ Розробники: Розен В., Соколовська І., Іншеков Є., Стоянова І., Вятчаніна С., Чернявський А. – К.: Держспоживстандарт України, 2016 . – 37 с.
 6. ДСТУ ISO 50003:2016 (ISO 50003:2014, IDT) Системи енергетичного менеджменту. Вимоги до органів, які проводять аудит і сертифікацію систем енергетичного менеджменту/ Розробники: Розен В., Соколовська І., Іншеков Є., Стоянова І., Вятчаніна С. Чернявський А. –К.: Держспоживстандарт України, 2016 . – 30 с.
 7. ДСТУ ISO 50004:2016 (ISO 50004:2014, IDT) Системи енергетичного менеджменту. Настанова щодо впровадження та поліпшення системи енергетичного менеджменту/ Розробники: Розен В., Соколовська І., Іншеков Є., Стоянова І., Вятчаніна С., Чернявський А. –К.: Держспоживстандарт України, 2016 . – 74 с.
 8. ДСТУ ISO 50006:2016 (ISO 50006:2014, IDT) Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності/ Розробники: Розен В., Соколовська І., Іншеков Є., Стоянова І.І., Вятчаніна С.А. Чернявський. – К.: Держспоживстандарт України, 2016 . – 52 с.
 9. ДСТУ ISO 50015:2016 (ISO 50015:2014, IDT) Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання та верифікація рівня досягнутої енергетичної ефективності організацій. Загальні принципи і настанова/ Розробники: Розен В., Соколовська І., Іншеков Є., Стоянова І.І., Вятчаніна С.А. Чернявський . –К.: Держспоживстандарт України, 2016 . – 50 с.
 10. Розен В.П., Соколовська І.С., Іншеков Є.М., Стоянова І.І. Наукові основи енергозбереження та енергетичної політики/ Проблеми загальної енергетики, 2015. –4(43). –С.52-57
 11. Розен В.П., Трачук А.Р. Повышение уровня эффективности использования энергоресурсов топливно-энергетическим комплексом Украины, XVI Международном симпозиуме «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение», 15-17 марта 2016, Казань, Россия.
 12. Чермалых В.М. Оптимизация динамических режимов электромеханической системы с обратной связью по упругому моменту / В.М. Чермалых, Е.И. Алтухов, А.В. Данилин, А.В. Босак // Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика : наукове видання. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 1/2015 (3) – С. 37-39.
 13. Чермалых А.В. Комбинированное управление с задающей моделью позиционным электроприводом шахтной подъемной установки / А.В.. Чермалых, А.В. Данилин, А.В. Босак, А.О. Петрученко // Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика : наукове видання. – Кременчук: КрНУ, 2016. – Вип. 1/2016 (4) – С. 29-31.
 14. Oleg Zakladnyi, Oleksander Ovdienko, Volodymyr Prokopenko. Diagnostic tools energy audit as an element of construction energy management system. Proceedings of World Energy Engineering Congress 2015, Chapter 13.
 15. Розен В.П., Демчик Я.М. Порівняльний аналіз методів прогнозування споживання електроенергії виробничих систем Вісник Криворізького національного університету Зб. наук. Праць Вип 42 –К.: НТУУ «КПІ», 2016.- Вип. 30 . –С. 51-56
 16. Розен В.П., Трачук А.Р. Планирование потребления топливно-энергетических ресурсов производственными системами/ World Science conference «Topical researches of the World Science» ,June 20-21, 2015, Dubai, UAE

17. Rozen V.P., Trachuk A.R. The development of the energy balance in order to improve the energy efficiency of industrial enterprises, World Science Conference, «The top actual researches in Modern Science», July 18-19, 2015, Ajman, UAE.
18. Rozen V.P., Trachuk A.R. Planning for improving the energy efficiency of the industrial region, World Science Conference, «New opportunities in the World Science», August 22-23, 2015, Abu-Dhabi, UAE.
19. Розен В.П., Трачук А.Р. Повышение уровня эффективности использования энергоресурсов топливно-энергетическим комплексом Украины, XVI Международном симпозиуме «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение», 15-17 марта 2016, Казань, Россия.
20. Rozen V.P., Trachuk A.R. Status of applying of international energy management standards in Ukraine/ II International Scientific and Practical Conference "Methodology of Modern Research" March 28 – 29, 2016, Dubai, UAE.
21. Rozen V.P., Trachuk A.R. Analysis of the the energy balance of Ukraine to improve the energy efficiency of fuel and energy complex, II International Scientific and Practical Conference "Scientific Issues of the Modernity" April 27 – 28, 2016, Dubai, UAE.
22. Розен В.П., Давиденко Л.В., Давиденко Н.В. Система комплексного контролю енергоефективності режимів роботи об'єктів комунального водопостачання / Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку. Зб. наук. праць III Міжнар. наук.-метод. конференції у м. Києві 30 травня-01 червня 2016 р. К.: НТУУ «КПІ», 2016.- 94-95.
23. Чермалых В.М. Оптимизация динамических режимов электромеханической системы с обратной связью по упругому моменту / В.М. Чермалых, Е.И. Алтухов, А.В. Данилин, А.В. Босак // Проблемы энергоресурсозбережения в электротехнических системах. Наука, освіта і практика : наукове видання. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 1/2015 (3) – С. 37-39.
24. Чермалых А.В. Комбинированное управление с задающей моделью позиционным электроприводом шахтной подъемной установки / А.В.. Чермалых, А.В. Данилин, А.В. Босак, А.О. Петрученко // Проблемы энергоресурсозбережения в электротехнических системах. Наука, освіта і практика : наукове видання. – Кременчук: КрНУ, 2016. – Вип. 1/2016 (4) – С. 29-31.
25. Босак А.В. Комбинированное управление статически уравновешенной подъемной установкой с задающей моделью и нечетким регулятором / А.В. Босак, А.О. Петрученко, В.И. Шевченко // Электромеханические та энергетические системы, методы моделирования та оптимизации. Сборник научных праць XIII Международной научно-технической конференции молодых ученых і специалистов. – Кременчук: КрНУ, 2015. – С. 86-88.
26. Розен В.П., Ходаківський І.Г. Керування електричним навантаженням з використанням короткострокового прогнозування методом Хольта/ Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво»: Зб. наук. праць. –К.: НТУУ «КПІ», 2016.- Вип. 30 . –С.104-114.
27. Розен В.П., Великий С.С. Визначення основних факторів, які впливають на зменшення теплових та електричних витрат в навчальних корпусах/ Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво»: Зб. наук. праць. –К.: НТУУ «КПІ», 2016.- Вип. 30 . –С.96-103.
28. О.О. Закладний, Є.Г. Брижіцький. Дослідження факторів впливу на енергетичні характеристики електромеханічних систем // Енергетика: економіка, технології, екологія. – № 1. 2016. – С. 89 - 96
29. О.О. Закладний, М.Ф. Куць. Діагностичний аудит енергоефективності електромеханічних систем // Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації. Збірник наукових праць, Кременчук КрНУ, - С. 103 – 105. - 2016.

30. О.О. Закладний, А.О. Луц. Визначення технічного стану електромеханічної системи енергетичними методами // Енергетика: економіка, технології, екологія. – № 2. 2016. – С. 76 – 81.
31. О.О. Закладний, С.Л. Прядко, Є.Г. Брижівський. Прогнозування залишкового ресурсу асинхронних двигунів. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ» «Енергетика. Екологія. Людина», 2016.
32. О.О. Закладний, С.Л. Прядко, В.Г. Смоляр, М.Ф. Куць. Вплив якості напруги живлення на термін служби асинхронних двигунів. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ» «Енергетика. Екологія. Людина», 2016.
33. О.О. Закладний, В.В. Прокопенко, Є. Г. Брижівський. Сучасні засоби діагностики енергоефективності електромеханічних систем. Збірник наукових робіт Міжнародної науково-практичної конференції «Відновлювальна енергетика та енергоефективність у XXI столітті». – К.: – 2016. – С. 201 – 205.
34. В.В. Прокопенко, О. О. Закладний, Н.О. Мешенко. Економія електричної енергії на підприємстві методом компенсації реактивної потужності. Збірник наукових робіт Міжнародної науково-практичної конференції «Відновлювальна енергетика та енергоефективність у XXI столітті». – К.: – 2016. – С. 148 – 152.
35. Босак А.В. кандидатська дисертація «Керування позиційним електроприводом з неавтономною задавальною моделлю та нечіткими регуляторами»
36. Оборонов Т.Ю. кандидатська дисертація « Моделі і засоби діагностування енергетичного і технічного стану насосних установок з синхронними двигунами»
37. Кулаківський Л.Я. кандидатська дисертація «Підвищення енергоефективності енерготехнологічного комплексу сушіння на торфобрикетному виробництві»,