

Розроблення автоматизованої системи нормування та аналізування енергетичних потоків гірничодобувних підприємств

Разработка автоматизированной системы нормирования и анализа энергетических потоков горнодобывающих предприятий

Development of control instrument for mining industry power streams setting with norms and analysis

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0109U001505.**
- 2. Науковий керівник -** д.т.н., проф. Чермалих В.М., Чермалых В.М., V.Chermalikh
- 3. Суть розробки, основні результати.**
(укр.)

Суть розробки - створення складової автоматизованої системи для управління енергетичними потоками гірничодобувного підприємства з розробленням програмного забезпечення для визначення питомого споживання енергії та його аналізування на основі сучасних математичних методів. На основі дослідження електроспоживання та обсягів видобутку копалини встановлено, що діапазони регулювання питомого електроспоживання й активної потужності значні навіть у разі збереження попередніх послідовностей технологічних процесів, тобто без зміни форм графіків електричних навантажень, що свідчить про додаткові можливості зниження споживаної потужності за рахунок вжиття енергозберігаючих заходів з одночасним зниженням електроспоживання.

В результаті аналізування режимів роботи установок гірничовидобувних підприємств розроблено класифікації індивідуальних графіків електричних навантажень механізмів циклічної та безперервної дії на основі суттєвих ознак відповідних математичних моделей сигналів за допомогою функції Хевісайда. Розглянуті в даній роботі підходи щодо моделювання графіків електричних навантажень можуть застосовуватися в практиці досліджень електромеханічних систем гірничовидобувних підприємств з урахуванням реальних режимів їх роботи. На основі комплексних теоретично-експериментальних досліджень визначено основні напрями енергозбереження в установках циклічної та безперервної дії гірничовидобувного підприємства, створено класифікацію графіків навантажень та надано пропозиції щодо зниження енергоспоживання установками безперервної та циклічної дії гірничовидобувних підприємств, запропоновані рекомендації щодо зменшення споживання електроенергії їх стаціонарними установками.

Розроблена математична модель аналізування питомих витрат енергетичних потоків з урахуванням впливу різних чинників на питоме енергозбереження. Розроблено енергозберігаючий регульований електропривод змінного струму для механізмів циклічної та безперервної дії гірничовидобувного підприємства. Запропоновано методику та створено програмне забезпечення для визначення енергетичної ефективності застосування електропривода в стаціонарних установках як найбільш енергоємних об'єктах гірничовидобувних підприємств.

(рос.)

Разработана составная часть автоматизированной системы для управления энергетическими потоками горнодобывающего предприятия с разработкой программного обеспечения для определения удельного потребления энергии и его анализ на базе современных математических методов. На основе комплексных теоретических и экспериментальных исследований определены основные направления энергосбережения в установках циклического и непрерывного действия горнодобывающего предприятия, создана классификация графиков нагрузок и предложены мероприятия относительно снижения энергопотребления установками непрерывного и циклического действия горнодобывающих предприятий, даны рекомендации относительно уменьшения потребления электроэнергии стационарными установками.

Разработана математическая модель, позволяющая проводить анализ удельных затрат энергетических потоков с учетом влияния различных факторов на удельное энергопотребление. Предлагается энергосберегающий регулируемый электропривод переменного тока для механизмов циклического и непрерывного действия горнодобывающего предприятия. Предложена методика и создано программное обеспечение для определения энергетической эффективности применения электропривода в стационарных установках как наиболее энергоемких объектах горнодобывающих предприятий.

(англ.)

The purpose of the project is the creation of the CAS management of mining enterprise power streams with software development to determine specific energy consumption, and its analysis on the basis of modern mathematical methods: theories of patterns recognitions, artificial networks, balance methods for workstations of all levels . The introduction of this project creates the possibility to carry out setting of norms and carrying the analysis to define the sources of the ineffective energy usage and serves as an informative base for the introduction of the power management systems and audit. The work presupposes the development of the applied theory of the energy-saving automated complex for a mining enterprise without the human factor within the active backwall area and automated remote control of process of transporting minerals without human intervention with recommendations in relation to introduction of safe means of production for the fuel –power complex of Ukraine.

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

- Закладний О.М., Закладний О.О., Оборонов Т.Ю. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму «Програмне забезпечення «Методика визначення енергетичної та економічної ефективності застосування регульованого електропривода в насосних установках», №33773 від 18.06.10.;

-Закладний О.М., Закладний О.О., Оборонов Т.Ю., Притискач І.В. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму «Методика розрахунків робочих параметрів асинхронного електропривода за паспортними даними», № 33936 від 30.06.10.

-Закладний О.М., Закладний О.О., Оборонов Т.Ю. Свідоцтво про реєстрацію авторського права «Методика визначення енергетичної ефективності та економічної ефективності регульованого електропривода в насосних установках», №35407 від 19.10.2010.

-Закладний О.М., Закладний О.О., Оборонов Т.Ю. Заявка про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму «діагностика енергетичного стану асинхронного електропривода» заявка № 36647 від 10.10.2010 р.

-Закладний О.М., Закладний О.О., Оборонов Т.Ю. Заявка про реєстрацію авторського права «методика та алгоритми діагностування електродвигунів» заявка № 36648 від 10.10.2010 р.

-Дубовик В.Г., Лебедев Л.Н., Розен В.П. Спосіб захисту електродвигуна на Патент України на корисну модель № 39230 від 10 лютого 2009 р.МПК H02h 7/085 Бюлетень «Промислова власність», №3, 2009 р.

- Дубовик В.Г., Лебедев Л.Н., Розен В.П. Спосіб захисту електродвигуна на Патент України на корисну модель № 40488 від 10 квітня 2009 р. МПК H02h 3/00 МПК H02h 7/09 Бюлетень «Промислова власність», №7, 2009 р.

- Дубовик В.Г., Лебедев Л.Н., Розен В.П. Спосіб захисту електродвигуна на Патент України на корисну модель № 43034 від 27 липня 2009 р. МПК H02h 7/08 МПК H02h 7/09 Бюлетень «Промислова власність», №14, 2009 р.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Результати відповідають світовому рівню, а науково-технічні розробки у галузі побудови систем автоматизованого контролю та управління енергетичними потоками гірничовидобувних підприємств тільки починають створюватись в Україні. Перевагою

системи є те, що регулювання енергетичних потоків виконується на базі математичної моделі аналізування питомих витрат енергетичних потоків з урахуванням впливу різних чинників на питоми енергозбереження, що дозволяє отримати оптимальні параметри регулювання.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Впровадження результатів НДР дасть можливість: автоматизувати обробку даних про енергоспоживання для прийняття керуючих рішень щодо зниження питомого споживання енергії;

запропонувати засоби керування та енергозберігаючий регульований електропривод, який забезпечує економію електроенергії до 30-40%. Зменшення гідравлічних та механічних ударів у навантаженні робочих органів механізмів і машин та, як наслідок, - зниження витрат на ремонт двигунів і обладнання приносить значний економічний ефект. На перше місце виходить економія від ресурсозбереження та оптимізації технологічних процесів. Виходячи зі світової практики, її величина може сягати 50...100% ефективності економії електроенергії.

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

Результати роботи можуть бути використані у відповідних структурних підрозділах та підприємствах МОН, Міністерства вугільної промисловості України, Мінпаливенерго України, в промисловому секторі України. Можливі користувачі: гірничодобувні підприємства, проектні організації Міністерства вугільної промисловості України, промислові підприємства; енергосервісні компанії; організації, відомства, освіта (технічні навчальні заклади); Державна інспекція з енергозбереження.

8. Стан готовності розробки.

Розроблено: методику оцінювання енергетичної та економічної ефективності електроспоживання, у якій за допомогою експертно-статистичних методів здійснюється вибір сукупності факторів які впливають на ефективність споживання електричної енергії гірничодобувними підприємствами та програмне забезпечення «Ранжування об'єктів» що дає змогу отримати графіки залежності енергетичних потоків від параметрів гірничодобувного підприємства (потужності пластів, глибини залягання корисної копалини, технологічного обладнання, транспортування тощо); методику та програмне забезпечення «Методика визначення енергетичної ефективності застосування регульованого електропривода в насосних установках».

9. Існуючі результати впровадження.

Основні положення роботи впроваджені у монографіях: «Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житлово - комунального господарства України» та «Практическое пособие по энергосбережению для объектов промышленности, строительства и жилищно - коммунального хозяйства Украины»; навчальних посібниках «Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями» і «Електропривод»; лекціях та лабораторних роботах з курсів «Управління ефективністю енерговикористання електромеханічних комплексів»; «Інжиніринг електромехатронних систем»; «Системи моніторингу енергетичних потоків»; «Електричні машини. Енергозбереження засобами промислового електроприводу»; «Проектування інформаційних систем гірничодобувних підприємств» – новий розділ. За матеріалами роботи підготовлені докторська дисертація «Формування енергоефективних режимів електроспоживання виробничих систем»; кандидатські дисертації за темами: «Функціональне діагностування енергетичної ефективності промислового асинхронного електропривода», «Віртуальне моделювання і оптимізація управління електромеханічними системами з пружними зв'язками», «Методи і засоби енергетичного моніторингу проектів з енергозбереження навчальних закладів»; захищена кандидатська дисертація за темою: «Оптимальне управління режимами електроспоживання виробництв з використанням

ресурсу управління, пов'язаного з технологічним процесом». Розроблені технічні рішення і методики розрахунків технологічних режимів пропонуються до впровадження на державних підприємствах «Еридан» та Центр розвитку і реконструкції економіки при Кабінеті міністрів України «Київське державне науково-технічне підприємство структурної перебудови економіки регіону»

10. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ"КПІ", інститут енергозбереження та енергоменеджменту, кафедра автоматизації управління електротехнічними комплексами, 454-96-89,406-82-25, auek@ukr.net

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Закладний О. М., Прокопенко В. В., Закладний О.О. Електропривод: Навч. Посіб. // – К.: Видавництво «Освіта України», 2009. – 351с.

2. Праховник А.В., Дешко В.І., Закладний О.М. та ін. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житлово - комунального господарства, - Луганськ, вид. «Місячне сяйво», 2009, 696 с.

3. Прокопенко В.В., Закладний О.М., Кульбачний П.В. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2009. – 438с.

4. Праховник А.В., Дешко В.І., Закладний О.М. та ін. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житлово - комунального господарства України, - Луганськ, вид. «Місячне сяйво», 2010, 696 с.

5. Праховник А.В., Дешко В.І., Закладний А.Н. та ін. Практическое пособие по энергосбережению для объектов промышленности, строительства и жилищно - коммунального хозяйства Украины, - Луганск, изд. «Лунный свет», 2010, 696 с.

6. Майданский И.Я., Алтухов Е.И., Гузенко Ю.М., Козаченко А.В. Система управления электроприводом с плавным изменением демпфирования упругих механических колебаний // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. - Кременчук: КДПУ, 2009. - Вип. 4/2009 (57) частина 1.-С. 17-20.

7. Чермалых В.М., Чермалых А.В., Данилин А.В., Майданский И.Я. Моделирование режимов работы электромеханических систем с учетом вида загрузки // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. - Кременчук: КДПУ, 2009. - Вип. 4/2009 (57) частина 1. - С 107-111.

8. Чермалых В.М., Чермалых А.В., Майданский И.Я., Кузнецов В.В. Исследование динамики и энергетических характеристик частотно-регулируемого синхронного электропривода методом виртуального моделирования // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. - Кременчук: КДПУ, 2009. - Вип. 4/2009 (57) частина 1.- С. 112-118.

9. Чермалых В.М., Майданский И.Я., Михайлов А.А. Исследование режимов работы мехатронных систем методом компьютерного моделирования // Тематический выпуск «Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика» научно-технического журнала «Электроинформ» - Львов: ЕКОинформ, 2009. – С. 128-133.

10. Чермалых А.В., Майданский И.Я., Михайлов А.А. Оптимизация электромеханических систем с ПИД-регулятором методом компьютерного моделирования Тематический выпуск «Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика» научно-технического журнала «Электроинформ» - Львов: ЕКОинформ, 2009. – С. 17-20.

11. Чермалых А.В., Данилин А.В., Майданский И.Я. Цифровое комбинированное по задающему воздействию управление электромеханическими системами с упругими звеньями // Журнал «Промелектро». - Киев, ТОВ «ДІЯ» -2009.-№ 5/2009. С. 51-56.

12. Майданский И.Я. Аппроксимация переходной характеристики виртуальной модели электромеханической системы // Вісник Кременчуцького державного політехнічного

університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДПУ, 2010. – Вип. 4/2010 (63) частина 1. – С. 150-154.

13. Чермалых В.М., Чермалых А.В., Майданский И.Я. Идентификация и оптимизация параметров электромеханической системы методом компьютерного моделирования // Вісник Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут”. – Харків: НТУ «ХПІ», 2010, № 28. – с. 45 – 48.

14. Чермалых В.М., Чермалых А.В., Майданский И.Я., Скоморох В.Ю. Разработка виртуальной модели для исследования электропривода переменного тока с фазовым управлением // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДПУ, 2010. – Вип. 5/2010 (64) частина 2. – С. 145-149.

15. Розен В.П., Закладный А.Н. Алгоритм и многокритериальная модель управления режимом электропотребления промышленного предприятия в условиях ограниченной энергосистемы // Энергетика та електрифікація, №2, 2009. С. 41-50.

16. Праховник А.В., Закладный О.М., Закладный О.О. Класифікація та вибір кроку дискретизації графіків навантажень механізмів безперервної дії // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. 2009. № 3/2009 (56), частина 2, С. 48-52.

17. Праховник А.В., Закладный О.М., Закладный О.О. Класифікація та вибір кроку дискретизації графіків навантажень електропривода механізмів циклічної дії // Інформаційний збірник «Промислова електроенергетика та електротехніка» Промелектро. 2009. №4. С. 20-27.

18. Закладный О.М., Закладный О.О., Оборонов А.Ю., Оборонов Т.Ю., Оборонина О.І. Розробка методики та алгоритмів діагностування // Ін-т енергозбереження та енергоменеджменту. – Київ, 2009. – 15 с. – Бібліогр.: 7 назв. – Укр.- Деп. в ДНТБ України, 18.05.09, №24-Ук'2009.

19. Закладный О.М., Закладный О.О. Класифікація та вибір кроку дискретизації графіків навантажень електропривода промислових механізмів // Науково-технічна конференція Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ» «Енергетика. Екологія. Людина» - К.: НТУУ «КПІ», ІЕЕ, 2009.

20. Закладный О.М., Закладный О.О., Оборонов А.Ю., Оборонов Т.Ю. Діагностування і контролювання виробництва електричних двигунів // Науково-технічна конференція Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ» «Енергетика. Екологія. Людина» - К.: НТУУ «КПІ», ІЕЕ, 2009. – 316 с.

21. Праховник А.В., Закладный О.М., Закладный О.О. Моделирование индивидуальных графіків навантаження електропривода // Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія й практика» - «ЕЛЕКТРОІНФОРМ» - Львів: ЕКОінформ, 2009. – 516 с. (343-345)

22. Закладный О.М., Закладный О.О. Мониторинг и функциональная диагностика асинхронного электропривода // Специализированная Конференция «Автоматизация процессов на объектах ТЭК Украины» - К.: Выставочный центр «АККО Интернешил», 2009, http://www.pta-expo.ru/ukraine/ukraine_tec/2009/index.htm

23. Закладный А.Н., Закладный О.А. Методы оценки срока службы асинхронных электродвигателей // Энергетика та електрифікація/ - Київ, 2010, №4, С.63-67.

24. Закладный О.О., Закладный О.М., Притискач І.В. Енергетична модель формування і збереження еталонів для систем функціонального моніторингу асинхронного електропривода // ВІСНИК Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Гірництво»: Збірник наукових праць. – Київ: НТУУ «КПІ»: ЗАТ «Техновибух», 2010, - Вип. 20.

25. Закладный О.О., Закладный О.М., Притискач І.В. Методика розрахунків робочих параметрів асинхронного електропривода за паспортними даними // Вісник Кременчуцького

державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. 2010, № 4/2010 (63), частина 3, С. 119-126.

26. Закладний О.М., Прядко С.Л., Смоляр В.Г., Оборонов Т.Ю. Система дистанційного моніторингу та управління бурошнековим комплексом // Науково-технічна конференція Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ» «Енергетика: економіка, технології, екологія» - К.: НТУУ «КПІ», ІЕЕ, 2010. – 316 с.

27. Закладний О.М., Стригун В.О., Оборонов Т.Ю., Нікітін Р.С. Діагностування стану електричних двигунів насосних установок гірничих підприємств // Науково-технічна конференція Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ» «Енергетика: економіка, технології, екологія» - К.: НТУУ «КПІ», ІЕЕ, 2010. – 316 с.

28. Закладний О.О., Закладний О.М., Кондратенко В.В. Моделі для оцінювання залишкового ресурсу асинхронного електропривода // Науково-технічна конференція Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ» «Енергетика: економіка, технології, екологія» - К.: НТУУ «КПІ», ІЕЕ, 2010. – 316 с.

29. Закладний О.О., Закладний О.М. Прогнозування залишкового ресурсу асинхронного електропривода // Науково-технічний розвиток: економіка, технології, управління: Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 21-24 квітня 2010 року.-К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 220 с. С.195

30. Закладний О.О., Закладний О.М. Моделювання індивідуальних графіків електричного навантаження промислового електропривода з заданими кореляційними властивостями // Інформаційний збірник «Промислова електроенергетика та електротехніка» Промелектро. 2010. №2. С. 51-55.

31. Праховник А.В., Закладний О.М., Закладний О.О. Функціональне діагностування енергетичної ефективності асинхронного електропривода промислових установок і механізмів протягом життєвого циклу // Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія й практика» - Вісник НТУ «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ», 2010. № 28. – 700 с. (С. 495-497)

32. Закладний О.М., Гребенюк Т.В., Закладний О.О. Захист як складник системи функціонального діагностування асинхронних електродвигунів // Інформаційний збірник «Промислова електроенергетика та електротехніка» Промелектро. 2010. №4. С. 36-41.

33. Розен В.П., Закладний О.М. Управление электрической нагрузкой энергосистем с использованием потребителей регуляторов промышленных объектов // Специализированная Конференция «Автоматизация. ТЭК. Украина-2010» - К.: Выставочный центр «АККО Интернешил», 2010, http://www.pta-expo.ru/ukraine/ukraine_tec/2009/index.htm

34. Закладний О. М., Прядко С. Л., Закладний О.О., Смоляр В. Г., Притискач І.В. Системи моніторингу і контролю бурошнекового комплексу як елемент промислової безпеки // Збірник матеріалів четвертої науково-методичної конференції «Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки» - К.: НТУУ «КПІ», 2010. С.56-58.

35. Закладний О. М., Прядко С. Л., Закладний О.О., Смоляр В. Г. Автоматизовані системи безлюдної виїмки вугілля як один із елементів охорони праці у гірничовидобувній промисловості // Збірник матеріалів четвертої науково-методичної конференції «Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки» - К.: НТУУ «КПІ», 2010. С.59-60.

36. Розен В.П., Чернявський А.В., Ячник Е.А., Литвин В.И. Энергетический мониторинг программ энергосбережения учреждений бюджетной сферы// Вісник КДПУ ім. М. Остроградського. Випуск 3/2009(456). Ч.2. – С.190-194.

37. Розен В.П., Ячник Е.А. Забезпечення достовірності інформації в задачі рейтингового оцінювання рівня ефективності роботи установ державного контролю з енергозбереження України// Промелектро.–2009.– №2. – С.29-35

38. Розен В.П., Залунина О.М. Оценка состояния регионального энергетического комплекса с использованием дискриминантного анализа//Енергетика:економіка, технології,екологія.-2009. –№1. –с.9-11

39. Розен В.П.,Калінчик В.П.,Побігайло В.А. Ефективність використання системи засоби обмеження короткого замикання – керований шунт // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут. Серія «Гірництво»:Збірник наукових праць. – К.: НТУУ«КПІ»:ЗАТ «Техновибух», 2009. – Вип..18. – С.89-93
40. Розен В.П., Литвин В.А. Моніторинг режимів тепло споживання об'єктів бюджетної сфери//Економічна безпека держави і науково-технологічні аспекти її забезпечення: Праці 1-го науково-практичного семінару з міжнародною участю, 21-22 жовтня 2009 р. – С.386-391
41. Розен В.П., Чернявский А.В., Ячник Е.А., Литвин В.А. Мониторинг как инструмент повышения эффективности функционирования системы внедрения и финансирования энергосберегающих мероприятий //Економічна безпека держави і науково-технологічні аспекти її забезпечення: Праці 1-го науково-практичного семінару з міжнародною участю, 21-22 жовтня 2009 р. – С.392-405
42. Розен В.П.,Кобалинова О.Ш, Козлов Д.С. Вибір споживачів-регуляторів потужності промислових підприємств/ Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т». –Київ, 2009. – Укр.– 7 с. Деп. в ДНТБ України 20.07.09, №70 –Ук 2009-11-17.
43. Автоматизоване робоче місце енергоменеджера вищого навчального закладу. / Розен В.П., Стеценко В.В.; Крошук А.В.; НТУУ «КПІ». – Київ, 2009. –16 с. – Бібліогр.: 2 назв. – Рус. – Деп. в ДНТБ України. 18.05.09. №21 – Ук2009
44. Розен В.П., Ячник Е.А., Войналович А.А. Система энергетического мониторинга бюджетной сферы / НТУУ «КПІ». – Київ, 2009. –17 с. – Бібліогр.: 15 назв. – Рус. – Деп. в ДНТБ Украины. 01.095.09. №73 – Ук2009
45. Розен В.П., Ячник Е.А. Врахування екологічної складової під час планування впровадження проектів з енергозбереження в організаціях бюджетної сфери//Енергетика та електрифікація, №9 (325) – 2010. – .53-57
46. Розен В.П., Чернявский А.В., Ячник Е.А., Войналович, А.А. Энергетический мониторинг как механизм управления функционирования системы энергоснабжения в бюджетной сфере // Промелектро.–2010.– №1. – С.54-60
47. Чорний О.П., Родькін Д.Й., Розен В.П. та ін. Віртуальний лабораторний комплекс з навчальної дисципліни «Теорія електропривода» // Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського .–2010 (63) Частина 2. – С.174-179